CAPÍTULO V
ANÁLISIS de DATOS

Introducción

En este capítulo y a lo largo de la tesis se menciona la palabra "pedagogo" refiriéndose a algunos egresados de esa disciplina y/o de áreas similares de las humanidades que se han manifestado con una actitud hacia los ingenieros –ya sea en juntas, cursos, elaboración de currícula, etc.– que refleja su idea de que solamente ellos son los que saben de los aspectos educativos y que los profesionistas de otras disciplinas no pueden por cuenta propia saber de metodologías educativas, o que tampoco pueden crear sus muy particulares medios de técnicas, filosofías e ideologías para la educación de su disciplina.

Nunca ha sido la idea de los ingenieros desaprobar la Pedagogía como área y, tampoco se puede generalizar a que todos los "pedagogos" tienen esa actitud comentada; sin embargo, las referencias hacia los pedagogos se dan porque a lo largo de los años, los ingenieros que han tenido contacto con los pedagogos han manifestado esas fricciones y es el caso también de los participantes de la muestra que se realizó en el Capítulo IV.

Los ingenieros respetan la Pedagogía y las Ciencias de la Educación como disciplinas; pero no están de acuerdo con su aplicación en las áreas de educación superior, sino en las previas al estudio universitario y consideran que en todos esos niveles preuniversitarios, tan necesarios para la educación de la persona, debe ser apoyada la Pedagogía; pero que sus técnicas, metodologías e ideas no deben aplicar para la educación superior de un área en específico.

La crítica que puede sentirse dura, es la realidad expresada y que está documentada en esta tesis; es algo que se percibe, que es sentido y que es real. Es algo que desde el Capítulo I se ha venido viendo y que se reflejó en el Capítulo IV y que ahora en este Capítulo V se desarrollan las categorías detectadas por el autor, producto de la

investigación y el trabajo con la muestra. Las categorías detectadas emergieron a partir de los procedimientos muestrales. Muchos de los resultados han sido del conocimiento de todos por años, mas en esta tesis, se documentan por escrito para que sea tangible la problemática y que no se piense que es una tendencia propia de este autor; sino que es *vox populi* de los ingenieros. Algo que permitió la apertura de los ingenieros es el que este autor pertenezca a esa disciplina, y eso hizo que los participantes se abrieran con alguien que es de su misma cultura, alguien que tenga sus mismas credenciales académicas.

El autor a lo largo de esta tesis ha plasmado sus ideas y también ha hecho notar la situación que existe. Muchos de los pensamientos del autor han tenido que ser apoyados también en bibliografía y en las experiencias y comentarios de especialistas para que esas ideas no queden sólo en teorías o meros pensamientos objetivos o subjetivos; sino que esas ideas, esos pensamientos han sido ya corroborados al ser comprobados con los estudios muestrales. Todo este proceso es lo que ha permitirá que la EE surja, que emerja como área.

La idea de construir esta EE, pues es inminente su necesidad, tiene una base teórica y una ideología también del autor; pero que además tiene el respaldo de los resultados muestrales de esas teorías. Asimismo, se cuenta con otras ideas que surgieron por parte de los mismos ingenieros participantes en el estudio de campo. Además, se ha apoyado en la experiencia y bibliografía que se tiene del extranjero para ver el camino recorrido por otros, no para recorrerlo de nuevo, sino para tener otro elemento de sustento para el establecimiento de la EE en el país.

Análisis de los Parámetros del Estudio

En este capítulo se presentarán y serán analizadas por este autor las cuestiones obtenidas en el estudio de campo. Los conceptos y definiciones que están referenciadas proceden del Concentrado del Estudio de Campo que se encuentra al final de este documento de tesis en el **Anexo**. Para referenciarlo se usa la letra "A" seguida del número del parámetro y del ítem. Por ejemplo, A12.6 hace referencia al **Anexo** (Concentrado del Estudio de Campo), parámetro 12, ítem número 6. Si se menciona en general a un

parámetro, se menciona sólo dicho número. Por ejemplo, A12 hace referencia a todo el parámetro 12 del Concentrado del Estudio de Campo que se encuentra en el **Anexo**.

1. Definición de Ingeniería

La definición de Ingeniería proporcionada por los ingenieros viene a ser una disciplina que trata del entendimiento, control, manipulación y transformación de la energía (A1.1, A1.2). Definen tres tipos de ingenierías: las *duras*, las de *aplicación* y las *suaves*.

Las *duras* son las que tratan directamente con los procesos de manejo y transformación de la energía. Ejemplos de éstas son las ingenierías eléctrica, mecánica, química, física, metalúrgica, etc. (A1.1). Las de *aplicación* son derivadas de las ingenierías duras; pero que tratan acerca del control y de la aplicabilidad de esa energía en los procesos. Casos de las ingenierías de aplicación son la ingeniería electrónica, telecomunicaciones, control, automática, etc. (A1.3). Las ingenierías *suaves* son las que tratan con la información, con el conocimiento y pueden proceder de las ingenierías de aplicación si manejan la información en los procesos en que se aplican. Ejemplos de estas ingenierías suaves son la informática, la ingeniería de software, la ingeniería computacional y la ingeniería de sistemas (A1.4).

2. Importancia de la ingeniería para los países

El crecimiento de todos los países se encuentra ligado directamente a la ingeniería. No existe ningún país que en su planeación no haya puesto al desarrollo de la ingeniería, de la tecnología, de la energía, de las telecomunicaciones y de la información una muy alta prioridad (A2.1). El crecimiento de un país se encuentra en función de la capacidad que un país tiene para poder usar y transformar la energía (A2.2); y ese uso y transformación de la energía se hace a base de la ingeniería (A2.3).

Todo el crecimiento económico de un país reside en la ingeniería (A2.3). El desarrollo de los países va de la mano con el nivel de la Educación de la Ingeniería (A2.4). La ingeniería es la que permite usar y transformar la energía que mueve a la industria. A su

vez, es la industria la que *produce* objetos útiles a partir de materias primas; y esos objetos o *productos* tienen la función de solucionar un problema o de satisfacer una necesidad. Un país que *sabe* y puede hacer uso de la energía, i.e. que tiene el "*know-how*" (A2.5), es un país que tiene su desarrollo económico sustentado en hechos, no en palabras y discursos como lo pueden sustentar otras áreas del conocimiento (A2.6).

Para poder garantizar que la ingeniería continúe controlando, transformando y manipulando la energía, es necesario que la educación que reciben los ingenieros garantice los aspectos que han funcionado, que funcionan y que funcionarán dentro de la ingeniería misma.

3. Importancia de las ingenierías duras

La ingeniería *dura sucia* es la que produce lo que es básico para toda la industria. Se le llama *sucia* pues tiene que ver con la contaminación que genera (aunque se usen procesos ecológicos y de filtración no deja de contaminar). La ingeniería *dura sucia* trata con el manejo de la energía y su transformación para que la industria pueda operar y también trata con los productos que son materia prima para otras aplicaciones. Esta industria produce acero, laminados, plásticos, gasolina, aceites, etc. Con ellos, todos los productos que son cotidianos se fabrican. Por ejemplo, la industria *dura sucia* genera energía, también produce acero, que a su vez va a ser utilizado por la industria *dura limpia* para fabricar automóviles, edificios, etc.

La industria dura requiere de la ingeniería dura para poder hacer máquinas. Estas ingenierías duras (química, mecánica, metalúrgica, eléctrica, etc.) son las básicas, las que siempre han tenido y tendrán permanencia. Estas ingenierías fabrican productos, generan empleos, garantizan la independencia económica de un país al no requerir importar productos, usa y genera tecnología, por lo que también permite la independencia tecnológica del país. Las ingenierías duras son las que dan estabilidad a un país, son las que permiten el desarrollo económico y tecnológico, son las que sustentan la economía con cuestiones tangibles y no con especulación o con valores virtuales; son las que forjan

infraestructura y son también las que permiten generar riqueza y no sólo estabilidad económica (A3.1, A3.2, A3.3).

Una vez que un país generó riqueza, puede aspirar a tener y mantener las tecnologías limpias, las tecnologías de aplicación y las suaves. Si no hubiera la estabilidad que proporcionan las ingenierías duras (sucias o limpias) no hubiera *conocimiento*, porque éste se tiene que sostener con algo (A3.4). Un país que tiene ingenierías duras, puede comercializar nacional e internacionalmente los productos que la industria *dura* produce y así generar mayor riqueza. Los países que ya tienen consolidado esto, también pueden darse el lujo de importar productos que su fabricación es muy contaminante, pero porque tienen industria dura que les permite abstenerse de producirlos (A3.5), tienen la riqueza de la ingeniería dura y que eso les posibilita ayudar un poco a la ecología. Los países que tienen consolidadas las ingenierías duras y las de aplicación, son las que pueden aspirar a una verdadera *economía del conocimiento* (A3.6).

4. Definición de EE

La *Engineering Education* o *Educación para la Ingeniería* no implica solamente la enseñanza o la didáctica de la ingeniería. Es una disciplina, un área, una rama que trata de todo lo que concierne a la educación dentro de la ingeniería y para la ingeniería misma. Abarca la currícula, las metodologías de enseñanza, los métodos de aprendizaje, de investigación, la concientización del docente y del alumno, la ideología, etc. Es el campo de estudio de las metodologías y de los procesos de la educación en los niveles de ingeniería, así como de las técnicas y los procedimientos para la enseñanza-aprendizaje en ingeniería; sabiendo de antemano que son distintos que los aplicados en las ciencias sociales (A4.1).

Asimismo, la EE es un área que está formada por ingenieros y está enfocada para la ingeniería misma. Es una disciplina que puede adentrarse en la educación debido a que perfectamente entiende la problemática pues sus especialistas son ingenieros-docentes. Por esta razón, los conceptos "suaves" de la Educación los pueden unir con los "duros" de la Ingeniería mediante esos puentes intelectuales.

5. Poco apoyo para los programas de ingeniería

Aunque es ampliamente conocido que la ingeniería es el motor que mueve a un país, los ingenieros del estudio han visto que en México, el apoyo, inclusive por parte del CONACYT no es el adecuado (A5.1). Es meritorio resaltar que a pesar de que las divisiones de la ingeniería son muchas, en la página de Internet del CONACYT no son listadas, ya que no se presentan las distintas áreas ingenieriles y son agrupadas sólo bajo el término de "ingeniería". En cambio, sí se observan las distintas divisiones e incluso especializaciones de los programas de humanidades[3] (A5.1).

Otros ejemplos de la falta de apoyo se da también dentro de las universidades cuando dentro de ellas no se destinan los presupuestos correctos sólo por el hecho de que la Ingeniería, aunque tiene muchos alumnos, su número es menor que al de otras disciplinas de la Administración (A5.2).

6. Objetivos de la EE

Uno de los objetivos de la EE es formar especialistas de esa área que puedan servir como puentes de conocimientos dentro de las mismas escuelas de ingeniería (A6.1). También es un objetivo el concientizar a los ingenieros de la necesidad de incorporar la Educación (como área) a la Ingeniería, bajo la nomenclatura de EE. Asimismo, también es un objetivo el atender más la parte referente a la Educación dentro de los programas de Ingeniería (A6.2).

De igual manera, la EE busca entender y comprender mejor a los alumnos, a sus necesidades, sus maneras de aprender, de trabajar, etc. (A6.3). Es propósito del área de EE investigar para generar conocimiento para el área misma y así, tener un incremento en el conocimiento. Al contar con centros dedicados a la EE, los objetivos que persigue la EE serán respaldados por los mismos centros de investigación que se abocarán a realizar lo necesario para dichas tareas.

[3] Según los participantes de la muestra, por lo menos hasta Mayo de 2006.

7. Definición y características del docente de ingeniería

Los docentes de ingeniería deben conocer el porqué de las cosas que enseñan, i.e. conocer a profundidad los tópicos y conceptos que imparten (A7.1). Deben tener los conocimientos ingenieriles y tener capacidad de investigación (A7.2), lo cual les permitirá desarrollar el área ingenieril en la cual están laborando, pues la docencia es un trabajo que se desarrolla, que evoluciona.

El docente de ingeniería es un especialista en ingeniería que imparte clases del área (A7.3). Un ingeniero llega a ser profesor de ingeniería, primero que nada, porque es buen ingeniero, porque no es un ingeniero "*light*" y nunca llegará a ser docente alguien que no sea ingeniero. El docente de ingeniería llega a ser profesor porque estudió un área de la ingeniería y no porque estudió Educación (A7.4, A7.5).

El docente de ingeniería debe saber de ingeniería, debe dominarla, eso es lo fundamental. Si sabe también de Educación, sería mejor, un extra; pero eso es complementario (A7.6). El saber ingeniería es lo que le va a permitir explicar bien (A7.7). Lo que sí es previsto es que el docente, al saber de ingeniería y además de educación, va a poder entender mejor a los alumnos, va a ser capaz de "medirse" sin afectar el rigor ingenieril, va a ser mejor docente, pues domina la Ingeniería y sabe de Educación (A7.8).

Para llegar a ser docente de ingeniería, el profesional debe haber tenido muy buenas calificaciones como estudiante. Haber obtenido esas calificaciones hablan de la exigencia, la disciplina y la abstracción que tiene (A7.9). Ningún director de ingeniería cambiaría a un buen ingeniero por uno que tuviera un expediente con calificaciones regulares y que sea muy comunicativo. A ése, nunca se le va a hacer que entienda las teorías duras, rígidas, difíciles; no va a abrazar disciplina de rigor matemático e ingenieril (A7.10).

Un buen ingeniero, no necesariamente es un buen docente de ingeniería; pero saber de ingeniería, le va a permitir explicar bien (A7.7). Un buen ingeniero puede enseñar muchas cosas, aunque sea con el sólo hecho de explicar los conceptos, aunque no le entiendan los alumnos debido a que no se puede comunicar muy bien o incluso, que no le

entiendan porque sabe mucho y le es complicado explicarlo en términos más simples. Pero aún y que eso ocurra, los alumnos aprenden, i.e. entienden al verlo trabajar, verlo resolver problemas, ver sus *papers*, ver lo que ha hecho, hizo o hace en la empresa y/o en la universidad (A7.11).

El buen profesor de ingeniería debe tener rigurosidad, debe manejar modelos, dominar las matemáticas, etc. No puede ser un docente aquel que solamente repite lo que se le enseñó cuando fue estudiante. El conocimiento que aprendió al haber estudiado debe ser mejorado, debe ser enriquecido con un mayor dominio de los temas, con mayor experiencia, con una aplicación de los contenidos, así como debe ser también con conocimiento actualizado.

El docente debe *saber* para poder explicar, si no sabe, solamente va a decir medias verdades. El verdadero docente no debe impartir sus clases de análisis usando filminas, porque no se está haciendo una repetición, no es un "*playback*" (A7.12). Para enseñar, el profesor debe hacer pasar en la clase el concepto por su propia mente (aunque ya lo sepa) y explicarlo al tiempo que lo pasa por su mente. Al hacer esto, también se está haciendo pasar por la mente del alumno pues se está explicando y analizando de manera completa el concepto. Esto hace que un proceso de aprendizaje ocurra en las mentes.

Usar filminas genera un efecto contrario, pues el docente no hace pasar por su propia mente el concepto, sino que simplemente está repitiendo lo que ve en la filmina. Alguna vez pasó por la mente del profesor dicho concepto cuando se elaboró la filmina; pero no vuelve a pasar cuando se "explican" las filminas (A7.12). Las filminas deben ser usadas sólo para trabajar sobre ellas (A7.13), i.e. como materiales didácticos. El docente no debe hacerse dependiente de las filminas porque ya no se preocuparía por preparar la clase, por explicar los conceptos (A7.14).

El maestro, al no hacer *playback*, al explicar un concepto, al hacer un análisis, al dar una solución, al realizar una demostración, etc. hace una *vivencia de razonamiento* (A7.15). Eso es lo que enseña, lo que hace aprender. Esa *vivencia de razonamiento* la realiza el

maestro y la reproduce en ese instante el alumno, y así se da el aprendizaje (A7.16). Lo que nada ni nadie, ni la tecnología ofrece, ni podrá suplir es la *vivencia de razonamiento* que se hace con el profesor al explicar "en vivo" los conceptos; es tener la capacidad de que al preguntarle una duda, se la responda con creces (A7.15). Es entonces que la capacidad de aclarar dudas, el hacer dentro de cada clase una *vivencia de razonamiento*, es en esencia, lo que hace al maestro de ingeniería (A7.17).

8. Situación actual de la Educación para la Ingeniería

El estudio refleja que actualmente en México no tenemos una disciplina, una rama, un estudio o incluso un centro de Educación para la Ingeniería. La Educación para la Ingeniería tiene presencia nula y eso hace que todo lo referente a la educación ingenieril no se realice. Debido a esta nula presencia y a una procuración por parte de los dirigentes de las universidades de atender los asuntos educativos de cualquier área bajo la guía casi exclusiva de pedagogos, podemos decir que la Educación para la Ingeniería, y en general la de todas las áreas es nula. Por consecuencia, los procedimientos metodológicos que se quieren imponer en la Ingeniería provienen de la gente de Educación, de la Pedagogía (A8.1).

Es tangible el rechazo de los ingenieros hacia los pedagogos por muchos factores. Así que ante la nula presencia de especialistas en EE, los ingenieros enseñan con sus propios métodos (A8.2). Las metodologías educativas del ingeniero son intuitivas, según su "*feeling*"; pero con conocimiento completo del contenido que se explica (A8.3). Podemos decir que la manera de enseñar es intuitiva; a prueba y error se forman los docentes y, de esa forma, se hacen de una metodología para enseñar (A8.4).

Los ingenieros carecen de formación en Educación, y la que reciben por parte de los pedagogos, no aplica para su área (A8.5). La formación en Educación que reciben los ingenieros es actualmente individual pues se hace en base al trabajo diario de ellos mismos y a la poca capacitación que se les proporcionan mediante cursos (A8.6). Esa es la situación actual de la Educación para la Ingeniería en México, i.e. nada comparable con lo que los ingenieros tienen conceptualizado, como quieren que sea la EE.

9. Presencia nula de EE en México

Como se ha comentado anteriormente, la situación actual de la EE en México es nula, según lo comentado por los paneles de expertos. Lo poco que se tiene es intuitivo, es hecho a prueba y error, es algo que no está sustentado en una organización, en una teoría, en un discurso y en una concientización. De las personas que participaron en los grupos de discusión se puede remarcar que todos se encontraban sorprendidos ya que sólo conocían a este autor como única persona que se especializaba en esta área (A9.1).

La inexistencia de centros de investigación de EE en México (A9.2), la falta de un posgrado en esa disciplina (A9.3) o con orientación hacia ella en las universidades nacionales (A9.4), la falta de ingenieros que les interese acercarse hacia el área educativa, sobretodo porque han sentido que la pedagogía pura no les resuelve su problemática, etc. son algunos de los factores que prueban que la presencia de la Educación para la Ingeniería en México es nula (A9.5).

De igual manera, no hay especialistas en educación que sean ingenieros. Los únicos doctores en educación que se conocen son pedagogos; no hay ingenieros que sepan de Educación (A9.6). Los muy pocos[4] ingenieros que han estudiado una maestría en educación comentan que no les ha funcionado, pues las teorías que estudiaron no aplican para sus clases. Por esos motivos, los ingenieros no se inscriben en los programas de educación a nivel maestría pues los mismos ingenieros que ya estuvieron en ellos les han comentado acerca de esa disfuncionalidad. Esta disfuncionalidad hace ver que actualmente los ingenieros que cursan o cursaron una maestría en educación lo hacen para tener un grado académico más, pues ellos mismos están convencidos que su aplicación es nula en su área.

Si no existen posgrados de EE, tampoco hay centros de EE en México (A9.7). Sin embargo, es sabido que en muchos países como los E.U.A. sí existen, pocos pero existen; y no sólo los centros, sino también tienen revistas especializadas de EE y posgrados (A9.8). Los ingenieros muestreados como investigadores y profesores manifestaron que no

[4] Del total de la muestra (48), solamente uno (1) había estudiado una maestría en educación.

conocen a una persona que tenga este tipo de especialización en EE (A9.9). Opinan los participantes que todos los que cuentan con un posgrado en Educación son pedagogos (A9.10) y los que no son, el posgrado en Educación que cursaron no ha sido para generar conocimiento de la educación universitaria propia de su área de conocimiento.

Los especialistas en Educación que asesoran a los ingenieros no tienen el mismo *background* que ellos, son pedagogos que no son ingenieros (A9.10). No hay actualmente asesores pedagógicos que sean ingenieros (A9.11). Y los entrevistados comentan que aquellos que sean buenos ingenieros y que les interese involucrarse en la educación, pues que se adentren en la educación del área (A9.13). Por decenas de factores, siempre se podrá decir que contar con un asesor pedagógico que sea ingeniero agilizaría, embonaría y haría posible el desarrollo de la ingeniería y de su educación.

10. Necesidad de contar con una educación para un área en específico

Los problemas existentes en la educación de las distintas disciplinas son muchos y muy variados y es obvio que los pedagogos no van ni pueden resolver (A10.1) porque no conocen ni tienen el currículum de dichas disciplinas. Lo que se requiere es una educación para un área en específico. Pero no se quiere una educación teórica, no se quiere una pedagogía pura. Lo que se desea es contar con una educación adecuada a la profesión. Los pedagogos tienen una Pedagogía muy general, nada en específico y, aunque quieran tener una Pedagogía para un área, ellos no la pueden formar, no la pueden consolidar por la simple razón de que no saben, no dominan y no tienen el *background* de esa otra área (A10.2).

La necesidad de tener una Educación para una profesión, para una disciplina en específico es ya una urgencia mundial. En nuestro país, es aún más notoria por dos cuestiones: La primera es que no hay especialidad de una educación para un área en particular (e.g. para Ingeniería, para Medicina, etc.). La segunda razón es que pareciera que existe una resistencia por parte de los pedagogos para que estas disciplinas se formen, debido a que ellos desean ser los que las diseñan y además, su negativa de ceder su control monopólico de las teorías educativas. Es tiempo, en el mundo global en el que vivimos,

que las distintas disciplinas formen sus áreas de educación y que la Pedagogía no las acapare (A10.13).

Los beneficios de contar con una educación para un área en específico son muchos. Por mostrar uno, podemos mencionar acerca del área de matemáticas. Puede haber doctores en matemáticas; pero no saben de educación; pues no son doctores en educación con especialidad en Matemáticas (A10.3). Y así ocurre para el resto de las disciplinas.

La Pedagogía siempre ha sido rebasada en el aspecto de cubrir las necesidades educativas de la enseñanza de una disciplina, de una profesión. Pocos son los doctores en educación que no sean pedagogos (A10.4), y aquí en México los participantes no conocen doctores en Educación que sean ingenieros del área de ingeniería dura o de aplicación (A10.5). Comentan que los asesores pedagógicos que se conocen en el país, en general no son ingenieros, y si lo son, no tienen una especialidad de Educación para la Ingeniería. De igual forma mencionan que los asesores pedagógicos que no son ingenieros nunca podrán entender el área de la Ingeniería (A10.5, A26.1).

La enseñanza para cada una de las profesiones, está más basada en el conocimiento de la profesión que en el método (A10.6). Enseñar en una profesión es tener conocimiento y hacer un buen esfuerzo para tratar que ese conocimiento les llegue a los alumnos. No es posible que alguien que no tenga el conocimiento y que sea muy buen pedagogo, pueda venir y enseñar ingeniería o cualquier otra profesión (A10.7).

Los ingenieros comentan que los pedagogos deben encontrar su aplicabilidad en la enseñanza pero no en la enseñanza de las profesiones, ya que "Pedagogía" proviene del término *paidós*, es decir, que se enfoca hacia niños y adolescentes (A10.8). También se puede enfocar a comprender cómo se aprende y cómo se enseña; pero eso no tiene utilidad performativa para nivel superior que no sea de esa área. Asimismo podemos ver que precisamente por las raíces del término Pedagogía, se puede ver que eso se refleja en que tratan de entender el desarrollo del aprendizaje desde pequeños hasta grandes. Es muy válido y reconocible; pero no pueden enseñar a los ingenieros cómo enseñar ingeniería. Sí

nos pueden enseñar cómo el niño aprende; pero no cómo enseñar, cambiar y desarrollar lo ingenieril.

Es importante diferenciar la enseñanza a niños, adolescentes o adultos. Así como también es importante saber diferenciar los temas y contenidos que se les puede transmitir. Ver que si se quiere transmitir ingeniería a futuros ingenieros por parte de una persona que no sabe esa rama, pues simplemente no se va a poder enseñar, debido a que no tiene el conocimiento ni el interés para adentrarse en algo que es ciencia exacta y obtener un título, para de esa manera, empezar a consolidar las credenciales académicas que los ingenieros piden.

Los ingenieros han notado que muchas de las cuestiones que se proponen por parte de los pedagogos son una serie de metodologías, una serie de cuestiones que están basadas en el aire (A10.9), es decir, empíricas[5]. Las ideas que los pedagogos quieren transmitir son muy válidas para la educación pre-universitaria (A10.10). Para el caso de la educación de las profesiones, los pedagogos preparan teorías que a criterio de los ingenieros, aparentan ser muy integrales, de mucha amplitud; pero imprácticas completamente (A10.9). No funcionan y esto radica en que los que las diseñaron no son profesionales de esa disciplina distinta de la Pedagogía. ¿Cómo enseñarle a un médico a operar? (A10.11). Los únicos que le pueden enseñar a operar son los médicos que se dedican a la docencia en las escuelas de Medicina. De igual manera ocurre con los ingenieros. La educación que predican los pedagogos no está pensada, ni diseñada para la ingeniería o para otras áreas.

Es muy necesario que se tenga una educación para cada área ya que cada disciplina tiene su propio discurso. Ese discurso es uno especializado propio de esa comunidad que comunica intereses especiales y colectivos, adaptan y amplían el lenguaje y la misma fluidez en el discurso indica que se pertenece a ella (Mercer, 2001).

[5] La palabra "empírico" en la cultura ingenieril hace referencia a lo que no ha sido demostrado científicamente. El mismo término en las Ciencias Sociales significa que proviene de la experiencia.

Resumiendo, la Pedagogía y las Ciencias de la Educación tienen discursos acerca de cómo enseñar, cómo aprender, etc. Sin embargo, esos son los únicos conceptos que tratan por transmitir; es entonces que no pueden explicar de temas que salgan de esa área. Los ingenieros comentan que con los pedagogos, que a lo largo de los años han tratado, han tenido dificultades porque piensan que con el sólo hecho de entender y conocer las teorías que ellos mismos construyen, pueden enseñar cualquier tema. Esa actitud es totalmente problemática pues quieren imponer esas teorías que no están aplicadas para los distintos campos del conocimiento. Además, ellos desconocen los conceptos, teorías, currículum, contenidos, etc. de las distintas disciplinas. Las personas que transmiten los conocimientos de cada disciplina son los que tienen ese background, esa preparación, esa formación. No obstante lo simple y lógico, los pedagogos como "expertos" en enseñanza quieren imponer sus teorías a todas las demás disciplinas. Aunado a esto, los dirigentes de las universidades confían en los pedagogos por la calidad de "expertos" (A24.4); pero es primordial que se percaten que se requieren expertos en educación; pero de una educación dirigida hacia un área, de una educación para una disciplina en específico. Esa necesidad es la que ha resultado en el surgimiento del movimiento mundial de la "Educación para las" (para la Medicina, para la Ingeniería, etc.).

11. Necesidad de contar con el área de *Educación para la Ingeniería*

Así como se ha comentado acerca de la importancia de contar con una educación para una disciplina en específico, se hace extensiva esa premisa para tener una educación para la ingeniería. Esta Educación para la Ingeniería debe tener su propia percepción, un tipo de análisis para la ingeniería; pero desde luego, realizado por ingenieros (A11.1).

El mundo de las Humanidades y el de la Ciencia han estado divididos desde hace mucho tiempo (A11.2). No obstante esas diferencias, también han existido ingenieros, científicos y médicos que se han adentrado en la filosofía y en la educación, sobretodo en las épocas del Renacimiento y del siglo de las luces. Sin embargo, a partir de la Revolución Industrial, se volvió a marcar una separación muy profunda entre las ciencias. Dicha separación hace que exista una falta de entendimiento entre ellas. El ingeniero que

sepa de educación puede servir, primero para unir; luego, como los ingenieros de hace siglos, saber también de humanidades (A11.2).

Saber de humanidades no va a hacer de un ingeniero un estudioso social; pero sí lo hará más integral a la sociedad y mejorará como persona y como profesionista. Es entonces que se nota que falta una integración, algo que una a la Ingeniería con la Educación; pero no la "educación de los pedagogos", sino una *Educación para la Ingeniería* (A11.3). Eso es lo que va a unir a esas disciplinas.

Los ingenieros son ajenos, casi por completo, a la parte de Educación (A11.4). En su ejercicio docente, algunos de ellos se preocupan por las áreas educativas de la ingeniería. Pero no cuentan con la preparación o la instrucción de esa naturaleza para poder llevar a bien sus propósitos. Los ingenieros desconocen de metodologías educativas que apliquen para ingeniería (A11.5), pues las metodologías que les hacen llegar los pedagogos no aplican para sus fines debido a que esos asesores pedagógicos no son ingenieros, por lo que no entienden las necesidades ni la complejidad de los temas de ingeniería (A11.6).

Existe una brecha que separa la Ingeniería y la Educación; pero que no es posible construir un puente entre ellas basándonos en Educación o Pedagogía puras (A11.7). Se debe construir a partir de un proceso que emerja desde la Ingeniería y que sea para ella misma. Entre los ingenieros-docentes que se preocupan por los aspectos educativos, se ha hecho notar que les interesa en sobremanera saber de EE y contar con especialistas de esa área que les puedan orientar en esas cuestiones (A11.8). Esto ha existido en todos los países; pero en el nuestro se ve más marcado porque aún no existe el área de Educación para la Ingeniería.

En los países que sí existe la EE, también existe esa fricción entre las dos áreas; sin embargo, se puede amortiguar más debido que al tener ya implementada la EE, se puede compensar esa fricción, aunque la presencia de especialistas de EE sea pequeña. Sin importar el número de especialistas de EE, el solo hecho de que exista en esos países la EE, ha disparado una nueva visión de la Educación desde la Ingeniería misma. Y se ha visto

que la EE puede tener presencia, operatividad e independencia de la Pedagogía pura. En esos países, los pedagogos y otros profesionistas se han percatado de ese movimiento ingenieril y, han visto que eso es lo que en realidad se requiere, una educación de ellos y para ellos. La ingeniería y la medicina, áreas muy competitivas, son las disciplinas que se han abocado a solucionar su problemática educativa por ellos, para ellos y con sus propios medios en otros países.

En México, a raíz de esta idea de introducir la EE, los ingenieros involucrados en los estudios, quienes siempre han estado enfrentados con los pedagogos por más de una década, han visto la solución de sus problemas educativos ya no en que la Pedagogía los entienda, sino que sea la EE la que los va a entender. Han visto la tangible mejora que se puede alcanzar con la EE y ya separarse de la Pedagogía pura como otros países lo han hecho. Pues continuar con esa fricción no los llevará mas que a lo que siempre ha sido el *status quo*: una necesidad educativa de la ingeniería que los pedagogos quieren resolver con métodos no aplicables para esta área (A11.9).

Los ingenieros sí desean resolver los problemas educativos, pero no con Educación pura y están convencidos que es mediante la EE lo que les va a solucionar sus problemas (A11.7, A11.10). Eso es uno de los motores que mueve este movimiento de EE en México; además del sentir general de ser punta de lanza para que el resto de las disciplinas también solucionen sus problemáticas particulares.

Según los ingenieros, enseñar en una profesión requiere en su gran mayoría de los conocimientos propios y profundos de dicha área. Sí se requiere del aspecto educativo, pero en menor proporción (A11.11). No obstante esta premisa, el aspecto educativo sí es importante porque es integrador y mejora sobremanera la transmisión de los conocimientos específicos de la disciplina. Por estas razones, se ha visualizado que el desarrollo de la EE debe de partir de buenos ingenieros que se quieran adentrar en la Educación, y de esa manera tomar lo que se requiera para la Ingeniería. Posteriormente a eso, de todo lo que se ha desarrollado de Educación para las áreas de Ingeniería, surgirá la EE. De ahí en adelante, los ingenieros que se interesen en metodologías, educación, etc. ya no estudiarán

Educación, sino Educación para la Ingeniería, pues el área de EE ya existirá (A11.12, A11.13).

12. Necesidad de tener especialistas de EE

Sería conveniente que algunos de los ingenieros-docentes tuvieran un Doctorado en Educación en o para la Ingeniería para poder entender muchas situaciones que actualmente o siempre han existido y conocemos; pero que nadie las resuelve (A12.1). Con estos especialistas sí se tendría el mismo lenguaje (A12.2). Este especialista sería primero que nada, ingeniero y con posgrado en ingeniería, para que tenga probada su capacidad técnica del área y que hable nuestro mismo idioma (A12.3). Después que tenga un doctorado en EE para que sea un investigador probado del área ingenieril.

El profesor de ingeniería, que es ingeniero y que al menos tiene una maestría en ingeniería, y que también tiene conocimientos de EE, sería un verdadero puente intelectual entre la ingeniería y las ciencias educativas. Y este puente sería no sólo entre la Ingeniería y la Educación, sino que sería un puente hacia todas las demás ciencias sociales a través de la Educación.

Contar con especialistas de EE también incrementaría la credibilidad de los análisis que se presentan acerca de lo educativo. Al ver un análisis estadístico como los que realizan los pedagogos, el ingeniero ve variables distintas a las cuales está acostumbrado a ver. Además, el ingeniero valora los análisis matemáticos cuando sabe que la persona que los hizo, así como el que se los presenta, es una persona que conoce a fondo el método matemático (A22.3). Es decir, eso le garantiza que la persona que expone pudo discernir acerca de la efectividad del método, de su certidumbre, etc. debido a que conoce sus raíces matemáticas o puede conocerlas debido a que tiene las credencias académicas del área (A23.13). Este tipo de análisis estadístico con fines educativos tendría mucho mayor valor para los ingenieros si procediera de un ingeniero, como sería el caso de un especialista en EE.

Los ingenieros se han manifestado que el área de la política educativa a nivel mundial en ingeniería es la misma: la que se diseña en las facultades de ingeniería (A12.4). Ellas son las que conocen del área, las que desarrollan, construyen y diseñan, controlan procesos, etc. Ellos conocen las necesidades de la sociedad local, nacional e internacional debido a que el contacto con académicos de otras partes del mundo ya no sólo se da en persona, sino por medios electrónicos (chat, foros, páginas de internet, video conferencias, etc.). Los contenidos del *nivel operativo* de la currícula de ingeniería proceden de las mismas facultades. Las políticas educativas a nivel universidad, asociaciones de universidades, políticas educativas gubernamentales, etc. son aterrizadas por las facultades de ingeniería en los puntos que las facultades requieran y coincidan con la no-afectación de la currícula.

Los ingenieros se han manifestado que en muchas ocasiones las políticas de las universidades, asociaciones de universidades (ANUIES, SACS, etc.), las dependencias gubernamentales (SEP, CONACYT, etc.), y de organizaciones internacionales (UNESCO, Banco Mundial, etc.) tienen sus ideologías en un lenguaje muy filosófico, muy epistemológico, muy del área de Humanidades (A12.5). Las cuestiones de la política y la filosofía educativa-ingenieril deben ser atendidas por los especialistas en EE, pues ellos son los que van a entender de esos asuntos (A12.6). Ese es uno de los puntos que los ingenieros consideran que también el especialista de EE puede cubrir, i.e. que sirva de puente intelectual entre los lenguajes de la Educación y la Ingeniería también en lo que respecta a las ideologías y a la epistemología. Y de igual manera se han hecho saber las opiniones que sea el ingeniero especialista en EE el que pueda aterrizar eso a las facultades de ingeniería, pero al ser ingeniero de carrera, eso crea la confianza de que la currícula ingenieril no va a ser mermada debido a las cuestiones humanísticas.

13. *Educación para la Ingeniería* de, desde y para los ingenieros

La EE debe ser un área, una disciplina que se encuentre dentro de las escuelas de ingeniería (A11.1, A13.1). Esta área debe tener presencia dentro de las escuelas de ingeniería al tener especialistas de ella, al tener un departamento dentro de la escuela, un

centro de EE, o por lo menos, que existan profesores que enseñen ingeniería pero que tengan un posgrado en esta disciplina.

El área de EE puede ser desarrollada dentro o fuera del recinto de la escuela de ingeniería. Por ejemplo, pudiera ser un área dentro de la Educación pero controlada, enseñada y orientada por ingenieros. Estos ingenieros también deben de ejercer en las escuelas de ingeniería para que exista el contacto ingenieril y de práctica docente del área de ingeniería. Pero de ninguna manera la EE debe depender de un centro de Educación pura (A13.2, A11.7); puede existir como un área bien definida dentro de un centro o escuela de Educación, pero que no sea regida por los pedagogos y que sean los ingenieros los que enseñen de esa área.

En la preparación de los especialistas de EE, deben de ser los ingenieros quienes controlen e impartan instrucción a los alumnos (A13.3). De cualquier forma, pudiera para ciertas asignaturas específicas tener docentes de otras áreas, siempre y cuando compartan la visión que los ingenieros tienen acerca de la formación de estos especialistas.

La gente de Ingeniería no es gente del área de Educación pura (A13.2). El ingeniero es un profesionista que sabe de ingeniería, i.e. de matemáticas, de procesos, de maquinaria, de física, etc. Él mismo es quien ha aprendido todos esos conocimientos (A13.4) y es el que ha visto su enseñanza, su aprendizaje, su aplicación y sus dificultades a lo largo de todo ese proceso. Es el ingeniero el que realmente puede entender la problemática de transmitir esos conocimientos (A13.4).

El ingeniero es el que conoce la problemática y la solución de la misma (A13.5). Comentan los participantes del estudio que los pedagogos enviados por los directivos de las universidades (A21.2, A24.4), han separado aún más la relación entre esas disciplinas debido a una actitud de dominio de todo lo relacionado con la Educación por parte de los pedagogos mismos, aunado a otras dos premisas que ellos mismos han presentado: piensan ellos que la ingeniería es un área sencilla y, que creen que la Pedagogía es quien dirige la educación de todas las áreas (A21.2, A24.4, A30.21).

Los ingenieros siempre han querido resolver esa problemática, pero los pedagogos con su actitud y nulo conocimiento de ingeniería se han encargado de que la separación de ambas áreas sea cada día mayor. Y es que se convierten en algo idéntico a lo que se menciona en Lave y Wenger (1991) en que las personas se pueden convertir en pedagogos autoritarios que ven a todas las personas como novatos que deben ser instruidos en vez de participantes en una comunidad que tiene su propia reproducción.

Los ingenieros se han percatado que la solución de los problemas educativos de la Ingeniería no está en la Educación ni en la Pedagogía, sino en la *Educación para la Ingeniería* (A13.6). Por años los ingenieros han enseñado sin conocimientos de Pedagogía, y de cualquier manera se han sacado adelante los problemas educativos que se han presentado (A13.7). Sin embargo, existen muchas deficiencias educativas dentro de la ingeniería y que siempre han estado presentes; otras que aparecen debido a los cambios sociales, cambios culturales, los cambios curriculares, las demandas de la industria, etc. Y a todos esos factores se les puede agregar las sugerencias realizadas por los pedagogos que han sido un "*overhead*", i.e. una carga adicional al trabajo docente ingenieril.

Las teorías de Educación no aplican en la Ingeniería (A8.3, A10.11, A13.8, A13.9, A19 etc.). Las teorías que funcionan en la Medicina, no aplican en la Ingeniería tampoco. El que funcionen las teorías educativas en esas áreas no significa que funcionan para la Ingeniería (A13.10). Los ingenieros muestreados mencionan que los ingenieros no van a aceptar que las soluciones vengan de gente que no sean ingenieros de carrera (A13.11). La EE debe ser hecha por los mismos ingenieros ya que la EE no puede ser diseñada ni ejercida o dirigida por pedagogos (A11.1, A12.7, A13.12, A13.13).

Como se ha comentado anteriormente, enseñar en una profesión es tener conocimiento y hacer un buen esfuerzo para tratar que les llegue a los alumnos (A11.11, A13.14). Los ingenieros comentan que ninguna persona que no sea ingeniero les va a enseñar ingeniería, menos la educación de la misma (A13.11, A13.12, A13.13, A21). Los ingenieros que quieran tener un posgrado en educación, que sea una educación para el área ingenieril. Es necesario para todos los ingenieros-docentes saber y conocer más del aspecto

educativo de la ingeniería; pero de la *Educación para la Ingeniería*, no de la Educación que predican los pedagogos.

La dificultad en tratar que desde la Pedagogía se tengan las soluciones de las demás áreas es tan inverosímil como que les digan a los médicos cómo operar quirúrgicamente o a los ingenieros cómo analizar un proceso o una maquinaria (A13.9). No hay entre los grandes pedagogos (Piaget, Vigotsky, etc.) alguno que haya tenido estudios de ingeniería, de medicina o de química. Comentan los participantes que todos los grandes pensadores de la Pedagogía no eran ingenieros. Y ninguno de esos gurús trató de enseñarles a los ingenieros cómo enseñar. Son los pedagogos contemporáneos los que han osado extender las teorías de sus gurús hacia las demás disciplinas, y ese ha sido el error de los discípulos de esos grandes pensadores (A20.15).

14. Concientización de los ingenieros acerca de la EE

Existe una situación que es necesaria resolver pues es de suma importancia para el arranque y desarrollo de la EE: la concientización de los ingenieros-docentes de la relevancia y necesidad de contar con esta área. Aunque los participantes en este estudio están convencidos, es a lo largo del proceso la forma en la cual se van concientizando los que de primera instancia desconocen el tema.

Comentan los participantes que se ha visto a lo largo de los años de experiencia, que los ingenieros-docentes se encuentran en una batalla y en un problema tratando de resolver la problemática educativa ingenieril, a la vez que se encuentran luchando en contra de metodologías que son forzados a utilizar debido a que las universidades en muchas de las ocasiones envían pedagogos a las escuelas o departamentos de ingeniería (A21.2, A24.4, A30.21) y, lo que sucede es que se marca una separación entre dos áreas no compatibles. Debido a este tipo de situaciones que se presentan, se puede decir que los ingenieros tratan de resolver su problemática sin hacer uso de las metodologías sugeridas por los pedagogos (A13.8, A13.15, etc.), y sin embargo, han visto que los conocimientos de educación que ellos les imparten en cursos o en maestría de esas áreas educativas, no aplican para la ingeniería (A8.3, A10.11, A13.8, A13.9, A19, A21.9, etc.).

Los ingenieros se han percatado de la necesidad de que exista un área educativa que les pueda ayudar a resolver la problemática (A9.13, A11.7, A13.4, A13.5, etc.). Dentro del desarrollo de la investigación, se han manifestado a favor de la EE como la opción correcta para enfrentar la problemática educativa ingenieril. Sin embargo, aún así, es necesaria una concientización entre aquellos, los pocos, que puedan tener una apatía contra la Educación, provocada por los pedagogos (A20, A21, A24, A25); por lo que se requiere hacer llegar a los docentes de ingeniería el concepto de lo que es EE debido a que muchos desconocen la existencia de esta disciplina y otros, desconocen el contenido de la misma.

Hay una necesidad latente de incorporar el área de la Educación a la Ingeniería. La parte del área de la Educación a los programas de Ingeniería es algo que los mismos ingenieros se han preocupado por lograr tener. Al hacer llegar a los docentes de ingeniería el concepto de lo que es la EE, es necesario mencionarles que la *Educación para la Ingeniería* en México ayudará a entender mejor al alumno, porque a veces se nos olvida que también fuimos alumnos. De igual manera, la EE concientizará a los ingenieros-docentes del humanismo de la Ingeniería, algo necesario como enfoque. Asimismo, hacerles saber que la EE no hace ingenieros *light*, sino que forma a los que ya son ingenieros en la educación del área misma.

Dentro del estudio, los docentes mencionaron que la EE no puede ser regida ni impartida por los pedagogos pues ellos no tienen la capacidad de abstracción que tienen los ingenieros (A14.1); y ellos mismos mencionan que los pedagogos, por carecer de las habilidades de ciencia dura, no estudiaron ingeniería (A27.5). De igual manera, los docentes comentan que para ellos sí les es posible estudiar otras áreas porque dominan lo que es duro, lo difícil; pero se cuestionan: ¿cuántos ingenieros están dispuestos a estudiar Educación? (A14.1) Y los que se quieran involucrar en estudiarla, que no estudien una educación general, sino con orientación a la Ingeniería (A13.6, A14.2, etc.).

15. Importancia y rol del maestro en la Ingeniería

Los elementos más importantes en una escuela de ingeniería son sus maestros. El maestro es el guía para solucionar dudas, orientar, y sobretodo, es él quien enseña los

conceptos, que el área de la ingeniería, el alumno no los puede aprender solos ya que son muy complicados (A15.1). La gran mayoría de los alumnos de ingeniería no pueden hacer sus análisis sin la ayuda del maestro, por lo menos en los temas recién vistos, en los temas complejos o donde la dificultad matemática es alta (A15.2). Requieren los alumnos de la guía del maestro para la solución de los circuitos, para el conocimiento de las leyes, etc. (A15.3).

Según los ingenieros, en las áreas de Humanidades no es tan indispensable tener la guía del maestro (A15.4), pues el alumno sólo con leer el libro puede aprender (A15.5), ya que no hay análisis matemático de por medio. Pero en el caso de Ingeniería sí se requiere del maestro para aprender. Es por esto que el maestro de ingeniería debe saber de Ingeniería y estar probado en la misma. Saber ingeniería es lo que le permite explicar (A15.6).

El maestro de ingeniería debe *saber* para poder explicar; ya que va a enseñar verdades que carecen de relativismo, no va a poder enseñar procesos, no va a ser capaz de enseñar algoritmos, etc. Y si lo sabe a medias, pues a medias lo enseña. El maestro de ingeniería debe ser capaz de impartir sus clases en vivo, i.e. sin "*playback*"(A15.7). El "*playback*" ocurre cuando el maestro usa para sus clases diapositivas o acetatos. Esto no es óptimo pues el alumno no vive en ese instante, i.e. en vivo, la explicación del proceso. Para enseñar, se debe hacer pasar el concepto por la mente, y hacerlo pasar por la mente del alumno. Porque si se usan filminas, pasó por la mente del maestro cuando se hizo la filmina, pero no vuelve a pasar cuando se explica (A15.7).

El docente de ingeniería puede usar filminas, pero sólo para trabajar sobre ellas (A15.8); y jamás hacerse dependiente de ellas porque ya no se preocuparía por preparar la clase, sino que confiaría en las filminas (A15.9). De igual manera, tampoco se debe hacer dependiente de la tecnología. La tecnología ayuda a explicar mejor algunas cosas, agiliza algunas cosas; pero el conocimiento, el *insight*, la asimilación, no se puede dar tan rápido (A15.10).

El maestro, al no hacer *playback* y explicar la solución, la demostración, etc. hace una *vivencia de razonamiento*. Eso es lo que sí enseña, lo que hace aprender. Lo que nada, ni nadie, ni la tecnología ofrece y que no podrá suplir, es la *vivencia de razonamiento* que desarrolla el profesor y permite que si el alumno pregunta una duda, le respondan con creces (A15.11). Esa *vivencia de razonamiento* cuando la vive el maestro, la reproduce también en ese instante el alumno, y así aprende (A15.12). La capacidad de razonamiento y el hacer en cada clase una *vivencia de razonamiento*, eso es lo que hace al maestro (A15.13).

Nunca va a dejar de haber maestros; así decían cuando salió la imprenta: "Ya no va a haber necesidad de ir a la universidad a que nos expliquen, todo está en los libros". Ahora, se dice lo mismo con la Internet, pero no se puede suplir lo que no es reemplazable (A15.14). Además, recuerden que los autodidactas son "garbanzos de a libra" (A15.15). Según los entrevistados, el 99.99% de las personas necesitan del maestro en la gran mayoría de su aprender.

16. Perfil de ingreso del especialista en EE

El perfil de ingreso que se desea tenga el especialista de EE es muy importante para poder desarrollar dicha disciplina en México. Los requisitos mínimos de ingreso deseados a un programa de EE son: que sea ingeniero y que tenga maestría en el área de ingeniería (A16.1, A16.3, A16.7), que sea ingeniero y que tenga maestría en el área en la cual da clases (A16.2), que tenga licenciatura y maestría, ambas en la misma área en la cual trabaja (A16.10, A16.9); pues debe de haber sido ingeniero-docente antes de ingresar al programa de EE. De esta manera, podrá haber visto en su ejercicio profesional la problemática ingenieril educativa, haber enfrentado las situaciones de la ingeniería y de su educación. También podrá haber comprendido muchas cuestiones involucradas en la docencia y en la ingeniería. Asimismo, habrá de haber ya tratado técnicas propias y otras sugeridas para enfrentar la problemática. Además, debe demostrar la capacidad técnica y de abstracción (A16.3); i.e. que su capacidad de análisis en su época de estudiante y durante su labor docente y/o de investigación haya sido probada. Así, se garantizará la profundidad de las

clases que imparte y que el aspecto educativo que aprenderá no afectará su desempeño técnico, sino que lo mejorará.

En lo que respecta a su *background* académico, debe haber sido un estudiante que haya tenido muy buenas calificaciones (A16.4). Porque haber sido un buen estudiante implica que tiene disciplina, capacidad de abstracción, que le gusta investigar, desarrollar y que tiene creatividad; y todo esto, implica que también le gusta el ambiente académico (A16.5).

Es muy importante que sepa de Ingeniería, antes de Educación. Es importante que sus conocimientos y competencias ingenieriles sean sólidas para que las continúe aplicando en sus clases, durante y después del estudio doctoral. Es importante que el candidato a ingresar sepa de antemano que él no va a dejar de ser un docente de ingeniería, que va a ser un docente de ingeniería con una preparación también del área de Educación aplicada a nuestra área. Es crucial que la Educación no le haga perder la Ingeniería porque se espera que él continúe siendo profesor de ingeniería.

El ingeniero aspirante debe tener un "cariño" a la enseñanza (A16.6), a la educación, un "eros" pero sin descuidar la ingeniería. Debe dominar la ingeniería, que la viva, para que pueda explicarla. El saber del área ingenieril permite explicarla; la Educación le va a ayudar, lo va a concientizar.

17. Perfil de egreso del especialista en EE

El perfil de egreso del especialista en EE es primordial para el desarrollo de esta disciplina en México. Se desea que sea una persona que esté formada en el área de educación; pero de la ingeniería (A17.1). Ser un especialista capaz de analizar de manera más concreta (A17.2), profunda y hasta filosófica ambas áreas (Educación e Ingeniería). Va a ser un egresado que tenga conocimientos de Ciencia e Ingeniería y que también tiene conocimientos de Educación.

Va a ser un especialista en conocimientos educativos aplicados para y desde la ingeniería misma. Va a conocer de filosofía y epistemología ingenieril, filosofía educativa general, de humanismo, de metodologías y estrategias, de tecnología, y de educación; pero sobretodo, sabrá que la ingeniería y la educación convergen en un mismo punto, en un mismo objetivo, en la *Educación para la Ingeniería.*

Es muy importante que no olvide que primero es ingeniero y luego es docente. Y que una vez que egrese seguirá siendo docente de Ingeniería. Es crucial que la Educación no le haga perder la Ingeniería, pues el egresado deberá continuar siendo docente de ingeniería pero con una formación y visión diferentes, "más educativas" sin dejar de ser fuerte en la ingeniería dura.

Recordemos que el egresado va a continuar siendo profesor de Ingeniería por lo que sabe del área de Ingeniería, no por lo que sepa de Educación. La Educación le va a facilitar enseñar, comprender al alumno y explicar; pero debe saber de ingeniería primero (A17.3). La cuestión de la Educación lo va a concientizar en el "qué" y en el "cómo" explicar; pero él seguirá explicando Ingeniería. Al saber de ingeniería y además de educación, va a poder entender mejor a los alumnos, "medirse" sin afectar el rigor ingenieril, va a ser mejor docente, pues dominará la Ingeniería y sabe de Educación (A17.4).

18. Campo de trabajo del especialista en EE

Contar con un posgrado en EE para continuar con el establecimiento de esta disciplina en México sería una buena oportunidad para formar docentes con nivel doctoral para incorporarse en los puestos académicos docentes y en los de investigación. Este posgrado sería ideal para los docentes de ingeniería que ya tienen maestría en el área de ingeniería (A18.1).

El egresado podrá, como se pretende, continuar siendo docente de ingeniería (A17.3). Un docente con una formación más profunda para poder comprender los procesos educativos que suceden en el área (A17.2). Además, podrá desempeñarse en certificación de programas de materias, en diseño de programas de estudio, etc. (A17.5). Se podrá

desempeñar también como investigador dentro del área educativa ingenieril o dentro del área de la ingeniería pura; pues antes de haber ingresado al programa de *Educación para la Ingeniería* ya debió haber sido docente-investigador. Con la formación doctoral y con su ejercicio continuo de la ingeniería, será un valor agregado para cualquier línea de investigación, ya sea de ingeniería pura o de educación ingenieril. También, el egresado podrá tener una valía adicional para aquellos que van a dirigir, dirigen, administran o coordinan la Ingeniería (A18.2, A18.3).

19. La Pedagogía no aplica para la Ingeniería

Existen muchas razones por las cuales se puede mencionar que la Pedagogía no aplica para la Ingeniería. Como se ha venido presentando con el estudio, hay una brecha entre los pedagogos y los ingenieros; y se puede decir que con los resultados obtenidos se reafirmaron dichas cuestiones.

Las Ciencias de la Educación y la Pedagogía tratan de teorías generales para cualquier área; por lo tanto no aplican para la Ingeniería (A19.1). Al ser para ámbitos generales o bien, que sus teorías son de ellos y para ellos solamente, se crea un concepto que es distinto al del ambiente profesional y educativo de los ingenieros. La Pedagogía es un área que se dedica al estudio de la Educación solamente (A19.2); por lo tanto sus teorías que son predicadas, son concebidas y puestas en práctica para sus propios fines; sin embargo, no son concebidas para un problema o una situación en específico y, no están diseñadas con o para conocimientos que no sean del área de Educación. Por esta razón, los ingenieros comentan que los pensamientos e ideas de los pedagogos, debido a que solo saben de Educación, no aplican a la Ingeniería (A19.3).

Los ingenieros por sí solos han tratado de desarrollar su aspecto educativo de la mejor manera que han podido. Los ingenieros conocen mucho de su área, de matemáticas, de física, etc. No obstante, reconocen que carecen de una preparación para poder ejercer su trabajo docente de una mejor forma. Se carece de una formación en educación; y la que les es proporcionada, no aplica (A19.4). Cuando los pedagogos son enviados por los

dirigentes de las universidades (A21.2, A24.4), comienza una lucha y ocurre un choque de culturas y de conocimientos.

Los ingenieros comentan que los pedagogos no conocen de Matemáticas ni de Ingeniería, y por ende, saben que las ideas de los pedagogos no aplican para cuestiones complejas como lo es la Ingeniería, pues ellos no conocen esa complejidad (A19.5). Cuando los pedagogos llegan para explicarles sus teorías a los ingenieros, sólo les dan simples ideas que ellos creen se pueden aplicar para la ingeniería (A19.6); pero esas cuestiones no funcionan en ella.

Uno de los puntos que más molesta a los ingenieros es el hecho de que los pedagogos hayan osado llevar conceptos tan profundos de ciencia, y tomarlos a la ligera para tratar de tener un vocabulario de las áreas de Ciencia Exacta (A19.7). Los ingenieros ven que se usan muy superficialmente esos conceptos, como si fuesen usadas por los pedagogos con el único de fin de verse con un vocabulario más extenso. Los ingenieros entrevistados también manifestaron que el extender esos conceptos tan profundos hacia cuestiones para las cuales no fueron diseñados, no es correcto si no se conoce y se comprende el concepto en su forma original. Tales casos son las teorías de la relatividad, la del caos, el principio de incertidumbre, etc. Y todas esas teorías y conceptos profundos no es que no se puedan aplicar a las Humanidades, sino que en algunas ocasiones lo aplican mal o lo usan sin saber o comprender el concepto.

20. Los pedagogos no entienden ni saben de Ingeniería

En este apartado podemos ver una realidad, mas como varias cuestiones que mencionan los ingenieros de manera dura y tajante, se pudiera pensar que se está tratando de una agresión. Los ingenieros comentan la realidad que es: Los pedagogos por sólo saber de Educación, no entienden de ingeniería, ni saben de ella (A20.1). Ese es el problema básico, pues los pedagogos no hablan el mismo idioma de los ingenieros (A20.4). He aquí que se presenta un problema de "lenguaje".

Debido a que los pedagogos no estudiaron Ingeniería y es muy poco probable que un pedagogo se oriente a estudiar una de estas áreas (A27.2, A27.3), los pedagogos no pueden conocer, ni siquiera de manera superficial el contenido de la Ingeniería. Al no tener una idea real de lo que implica estudiar y ejercer la Ingeniería, los pedagogos no pueden realizar un juicio o inclusive una opinión acerca de la Ingeniería en general (A20.5).

Un ejemplo por medio del cual los pedagogos no conocen la magnitud de la complejidad de la Ingeniería es que desconocen las matemáticas que estudian los profesionales de las ingenierías duras y las de aplicación: Fourier, Laplace, Ecuaciones Diferenciales, etc. (A20.6). Al no entender los conceptos de Matemáticas que se usan en Ingeniería (A20.7), carecen de la "gramática básica" en la cual descansa el lenguaje ingenieril. Es esa "gramática" la que también da una idea a lo que se enfrenta el ingeniero. Y al no conocer ese "lenguaje", los pedagogos no tienen una idea exacta de lo complicado que es la Ingeniería (A20.8). Es entonces que al no contar los pedagogos con una referencia, no se percatan de la magnitud de la problemática. Sus ideas, sugerencias y recomendaciones son vistas por los ingenieros como pequeñas y muy generales. Dichas recomendaciones se encuentran muy distantes de la realidad ingenieril debido a que no saben lo que implica ser ingeniero.

La Ingeniería como ciencia exacta, exige y siempre va a tener análisis y resultados precisos, numéricos y tangibles. Las Humanidades son relativas en sus análisis y en sus resultados. Los ingenieros consideran a todas las Humanidades como "pseudo-ciencias" (A20.12) debido a que todas las cuestiones que tratan son relativas y no las pueden concretizar en algo tangible, que eso es lo real, lo valioso y respetado en esos círculos.

Todos los cursos de Pedagogía que los ingenieros han tomado son calificados por ellos mismos como cursos carentes de aplicabilidad en el área de la Ingeniería (A21.9). Inclusive, se han hecho comentarios por parte de los ingenieros que los cursos que han recibido son cursos en los cuales no tienen aplicación o llanamente no aprendieron nada.

21. Los pedagogos creen saber de todo

Un problema que se ha presentado en los encuentros donde los pedagogos intentan imponer sus soluciones a los ingenieros, es la "sabetodología". El pedagogo refleja ese tipo de actitud, que es muy marcada, ante un cuerpo académico donde lo valioso es el conocimiento de la ciencia exacta. En esas reuniones, los ingenieros han externado su problemática y sus soluciones presentadas mientras que los pedagogos debaten todos los puntos porque creen que sólo ellos saben enseñar (A21.1).

Ha sido ampliamente descrito por los ingenieros que cuando los pedagogos los asesoran, ellos creen tener el control de las cuestiones de la Ingeniería (A21.2, A24.4), cuestiones que no entienden, pero es esa actitud la que ha hecho (y se ha manifestado en repetidas ocasiones) que "choquen" con los ingenieros. La percepción que se tiene es que los pedagogos creen que la ingeniería es un área sencilla (que ellos no conocen) pero que con sólo el hecho de ser pedagogos pueden opinar, cambiar y quitar (A21.3). Comentan los ingenieros que les dicen tan simples las cosas que "parece ser que existiera una solución expedita, como si tuvieran una varita mágica para enseñar" (A21.4, A24.8). Enseñar y educar, no es una tarca sencilla; menos aún si se desconoce el área. Educar es un arte y los mismos ingenieros han reconocido que Educar en Ingeniería es un arte ejercido por científicos.

Algo que causa mucha molestia entre los ingenieros es el hecho de que los pedagogos usen conceptos muy del área de Física y que lo plasmen en los libros de Humanidades (A21.5). Esto mismo se ha comentado en otra de las categorías, pero lo plasman también en ésta. La molestia la causan al utilizar términos físicos (como el de incertidumbre de Heisenberg, etc.) cuando desconocen su raíz física. Y ese desconocimiento del concepto físico en esencia, es lo que provoca que se use dicho concepto en las Humanidades; pero lo usan mal, pues no comprenden la teoría física.

Los encuestados comentan que el pedagogo sabe de Pedagogía y sabe enseñarla; pero no sabe de ingeniería, menos decirles a los ingenieros cómo enseñar algo que desconoce (A21.6). Los ingenieros piensan que el campo de acción de la Pedagogía es

muy bueno, siempre y cuando se enfoque hacia los ámbitos que no requieren de conocimientos específicos. La Pedagogía, con sus teorías de aprendizaje deben estar hacia toda la educación pre-universitaria, y que el pedagogo pueda cubrir los contenidos del nivel de educación donde imparta clases. Pues existe una gran diferencia entre enseñar a un estudiante de secundaria que enseñarle a un ingeniero (A21.7).

Y los ingenieros han manifestado *vox populi* que al tener los pedagogos esa actitud de "sabetodología", al no ser compatibles sus técnicas y teorías con las diferentes disciplinas, etc. se van orillando a que los especialistas que tienen contacto con los pedagogos los vayan rechazando. Y aquí de nuevo se puede ver que los pedagogos se convierten en algo idéntico a lo que se menciona en Lave y Wenger (1991) en que las personas se pueden convertir en pedagogos autoritarios que ven a todas las personas como novatos que deben ser instruidos en vez de participantes en una comunidad que tiene su propia reproducción.

22. Rechazo hacia los que no tienen las mismas credenciales académicas

Signos propios de una cultura son características muy pronunciadas que se arraigan. En la cultura ingenieril, la veracidad radica en la capacidad de contar con una demostración. Y para efectos de aprender de alguien, requieren que les demuestre que es un individuo dentro de la disciplina de la Ingeniería. Los ingenieros que tienen posgrado en la misma área que estudiaron y, que han demostrado que sus credenciales académicas están respaldadas por su desempeño docente e investigativo, así como en la habilidad y capacidad técnica de proyectos implementados, hacen que se presente una credibilidad, una confianza en lo que se dice.

Los ingenieros no aceptan que ninguna persona que no tenga las mismas credenciales académicas les diga cómo hacer las cosas. No reciben sugerencias ni ideas de los pedagogos porque ellos no les pueden decir cómo enseñar, cómo educar ingenieros (A22.1), por la sencilla razón de que ellos no pertenecen a esa cultura. Dentro de la cultura ingenieril, los que no saben de matemáticas, de diseño, de maquinaria, no son recibidos para enseñar metodologías que no son para ingeniería.

Existe un gran rechazo hacia las Humanidades porque los individuos de ésta creen que la ingeniería es fácil. Creen que no importa saber de Física, de Matemáticas, de Ingeniería. Creen que todo es cuestión de métodos y de saber dónde está la información (A22.2).

Se ha hecho manifiesto que los ingenieros marcan que nadie que no sea ingeniero les va a enseñar algo. Si alguien de ingeniería, sabe de educación, entonces lo escucharán. Pero esa persona debe ser ingeniero de carrera y con posgrado en la misma área de la ingeniería. A una persona así, sí le creen; pues es alguien que sabe lo que ellos saben, i.e. conoce lo que es ser ingeniero. Ingeniería para los ingenieros; la Educación que imparten los ingenieros es de ellos; por lo tanto, la *Educación para la Ingeniería* es de ellos también (A22.7).

23. La Pedagogía es subjetiva, la Ingeniería es objetiva

Una de las cosas que se pueden presumir por parte de la Ingeniería es que los resultados son siempre exactos, independientemente de la opinión de las personas, del país donde se desarrollen, etc. En cualquier parte del mundo, la misma ecuación o la misma máquina aunque esté en distintas naciones, va a tener el mismo comportamiento. Y eso ocurre debido a que se encuentran basados en ciencia exacta, en matemáticas, en física, en variables reales. No es cuestión de estar de acuerdo o no con lo que dijo cierto autor; sino en demostrarlo y en que funcione.

En ingeniería, las cosas no son las que dictan las emociones, sino lo que en realidad es (A23.1). En cualquier parte del mundo, si el resultado es 5V, es y será 5V; no hay lugar para ambigüedades (A23.2). En las Humanidades, sí hay lugar para relatividades, para ambigüedades, para tener opiniones, para "alucinar" y hacer suposiciones, hacer cosas que no requieran estar sustentadas con hechos, sino sólo con ideas y letras (A23.3). En la Ingeniería no hay lugar para deliberar sólo con ideas, porque es ciencia exacta, con soluciones únicas y modelables matemática y/o físicamente (A23.4). La Ingeniería sí produce cosas tangibles y soluciona problemas. Las cosas ocurren con hechos, no con

retórica ni con discursos sin hechos (A23.5). Lo que no se sustenta en hechos, siempre ha sido y seguirá siendo especulativo.

Lo subjetivo tiene emotividad. La emotividad es parte del ser humano; pero no con emotividad se van a resolver los problemas ingenieriles (A23.6); con emotividad no se van a fabricar los productos, etc. Hay que ser objetivos y que no seamos regidos solamente por la estética o por la subjetividad, sino que sea siempre por la funcionalidad, por no salirnos de los presupuestos, por servir a la sociedad; pero siempre con los pies en la tierra. Esa es la racionalidad del ingeniero (A23.9). La ingeniería es un arte, pero es un arte objetivo (A23.10).

Los aspectos humanísticos no hacen al ingeniero. El ingeniero se hace con los aspectos objetivos, los fundamentales, los científicos (A23.11). Claro, es importante tener humanismo, que a lo mejor carece la Ingeniería de él, pero el proceso de la adquisición del humanismo es gradual. Lo que sí es un hecho es que aunque existan deficiencias en la parte humanista de la Ingeniería, las cosas se han hecho, se han producido; las máquinas, la tecnología han cambiado el mundo; pero sí se hay una conciencia que dicta que se pueden hacer todas las cosas anteriores con un toque humano.

Para hacer un plan de estudios de Ingeniería, lo primero y lo que más debe de tener el plan, es lo científico, los conocimientos fundamentales, los de ingeniería. Luego, lo que se pueda de humanidades (A23.12). Y si no se puede mucho de humanismo, el profesor de ingeniería ya concientizado por los especialistas de EE, podrá enseñar ese humanismo implícitamente en sus clases de ingeniería. Sería un currículum oculto humanista dentro de la ciencia dura.

Viendo la misma literatura pedagógica, uno no encuentra estudios pedagógicos que sean analíticos, estadísticos, con rigor y conocimiento de causa. Habrá sólo unos cuantos artículos (A23.13); pero es sabido que las deficiencias al aplicar un método estadístico o matemático se incrementan cuando el aplicador no tiene el *background* que lo garanticen o lo sustente.

24. Problemas sentidos contra los pedagogos

Los ingenieros han experimentado contacto académico con los pedagogos desde que las universidades han tratado de mejorar los sistemas educativos y de enseñanza. Sin embargo, se han hecho presentes problemas y fricciones con los pedagogos pues ellos están muy alejados de la Ingeniería (A24.1). El choque es muy grande y hasta les es difícil trabajar con los pedagogos pues están encerrados solamente en el área de Educación y por ende, sus ideas y pensamientos no aplican a la Ingeniería (A24.2). Al ser los ingenieros asesorados por los pedagogos, es cuando se da el choque debido a las situaciones anteriores.

Existe un descontento entre los docentes de ingeniería porque les envían a los pedagogos para que les expliquen teorías que para ellos no funcionan y sienten que sus directivos –que no son ingenieros– quieren que los docentes de ingeniería les hagan caso a los pedagogos (A21.2, A24.4).

La opinión global es que los pedagogos creen saber de Ingeniería, aunque no sean ellos ingenieros, y que algunos de ellos piensan que la Ingeniería es un área sencilla donde pueden aplicar sus teorías (A24.5). Aunque los pedagogos crean conocer la solución a los problemas de la Ingeniería, la realidad es que la solución recae 100% en los ingenieros.

Como mencionan los encuestados, el pedagogo podrá saber muchos métodos; pero desconoce de un área en específico fuera de la Pedagogía. Eso es exactamente lo que lo imposibilita al querer cambiar la educación de las demás disciplinas.

25. Problemas relacionados con las metodologías que los pedagogos quieren aplicar en Ingeniería

Explicar algo que se desconoce es complicado y es contraproducente. Cuando los pedagogos quieren aplicar sus teorías en un área que no es la Pedagogía, existen y existirán siempre controversias. Los ingenieros opinan que el hecho de que no sepan de Ingeniería ni de Matemáticas, hace que no se puedan imaginar los problemas que se enfrentan para

explicar un tema y explicarle al alumno el porqué de usar una señal senoidal, o una *impulsional*, una cuadrada, etc. (A25.2).

Las metodologías de los pedagogos han sido diseñadas para solucionar cuestiones educativas propias de la Pedagogía; pero no de la Ingeniería. El hecho de que sean los pedagogos expertos en Educación, los hace creer que saben lo que la *Educación para la Ingeniería* necesita (A24.11, A25.4). La realidad es que la educación de los ingenieros, la educación para la ingeniería sólo a los ingenieros les compete.

Una de las metodologías que ahora se han predicado por parte de los pedagogos y es sacada a colación por los entrevistados es que "como todo está cambiando muy rápido, ya no vale la pena aprender los conocimientos; sino aprender solamente las metodologías, aprender solamente dónde está la información" (A25.5). También comentan los ingenieros que uno de los argumentos que mencionan los pedagogos es: "no vale la pena perder el tiempo en aprender algo que vamos a olvidarlo o no lo vamos a usar, o que va a cambiar mañana...no 'compres' conocimientos, mejor 'compra' métodos" (A25.6).

Justificarse solamente en que el conocimiento es demasiado como para sólo saber dónde buscarlo es una salida fácil para que los futuros egresados cada día estén menos preparados. A nadie lo van a contratar por saber métodos; sino por lo que *sabe*, por lo que sabe hacer (A25.7). A nadie le van a pagar en una empresa por estar "capacitándose" en vez de estar solucionando un problema; porque esa persona debió haber aprendido ese conocimiento en la universidad. Nadie va a pagar a alguien por aprender en el instante (A25.8).

Es mucha la información, es cierto, pero en las ingenierías duras y en las de aplicación, así como en la Medicina, es necesario y fundamental tener los conocimientos. Es bueno también saber dónde buscar; pero así nunca egresará de ingeniero. No es esa la manera en la cual se forma un ingeniero. Los humanistas o los pedagogos que eso predican, lo externan quizás porque no requieren saber los contenidos entonces. Los ingenieros y los médicos sí requieren del contenido, del conocimiento para analizarlo,

aprenderlo, comprenderlo, asimilarlo. Como mencionaron los entrevistados (A25.9): Ningún médico o un ingeniero va a hacer caso a "sólo saber metodologías". Si eso hiciera, sería un fraude porque el día que tenga que operar o que truene una máquina, no va a saber qué hacer. Y el tiempo que debió haberlo dedicado para aprender, pues se perdió, se desechó, no se utilizó para en verdad aprender y desarrollar su conocimiento.

26. Los pedagogos no pueden enseñar Ingeniería

Según los muestreados, es de conocimiento global que un pedagogo nunca se va a hacer ingeniero (A26.1, A27.2, A27.3, A27.7, A27.8, A27.9, A27.10, A27.11). Los pedagogos desconocen del diseño de máquinas, de Fourier, de Laplace, etc. (A26.1). Ellos, al no ser ingenieros, jamás van a hablar el idioma de la Ingeniería (A26.2). Si el pedagogo no es ingeniero, no tiene porqué inmiscuirse en la *Educación para la Ingeniería* (A26.4). Los ingenieros no discutimos la Pedagogía en su aplicación pre-universitaria (A21.7), y eso es lo que esperamos de ellos, que si no saben de Ingeniería, ¿por qué la insistencia de negarse a aceptar que la EE es la "educación de la Ingeniería"?

Todos los maestros de ingeniería somos ingenieros y no licenciados en educación o en pedagogía (A26.5). La Ingeniería para los ingenieros; la Pedagogía no puede adquirir un área como propia. Y se siente la Pedagogía como si fuese la única que puede estar a cargo de la Educación en cualquiera de sus ramas. Los ingenieros se han percatado (A26.6) cómo los pedagogos en varias universidades del país han, por el sólo hecho de que saben de Educación, desarrollado los planes de estudio de carreras de ingeniería. ¿Cómo es posible que sean ellos los que hacen los planes de estudio? ¿Qué saben ellos de ingeniería? ¿Qué saben ellos de requisitos de las materias? ¿Acaso saben ellos qué es lo que se necesita y en qué orden se debe impartir? (A26.6). No es que se desee un monopolio, pero el currículum de una carrera de ingeniería sólo les debe competer a los ingenieros.

Interrogantes como las anteriores siempre han existido y que cada vez más marcadas se presentan en esta época donde han surgido nuevas carreras del área de ingeniería; pero que en su seno, no fueron diseñadas por los ingenieros; sino que fueron los pedagogos que por tendencias, gusto, "*feeling*" o "*expertise*" crearon. También ahora que

se están cambiando los planes de estudio, los pedagogos juntan lo que antes se daba en dos o tres materias, en una sola (A26.7). Piensan los pedagogos que aumentando el número de horas se puede solucionar. Y cuando mantienen constante el número de horas, piensan que con sólo decirles dónde buscar la información se va a aprender el contenido de la materia. En cualquiera de los dos casos va a decrementarse el *nivel* de la clase. Los temas ni siquiera se van a poder explicar, va a ser todo superficial; no van a aprender ni entender, por el simple hecho de que no se puede hacer una reducción de dicha magnitud.

27. Un ingeniero sí puede saber de Educación; pero un pedagogo no puede saber de Ingeniería.

Los ingenieros mencionan que a un pedagogo nunca se le podrá convertir en ingeniero (A26.1, A27.2, A27.3, A27.7, A27.8, A27.9, A27.10, A27.11). Un ingeniero sabe de diseño de máquinas, de Fourier, de Laplace, etc., es decir, ya sabe de Ingeniería. Si se desea que sepa de Educación, va a ser más sencillo pues ya conoce lo difícil. Pero para un pedagogo que desconoce los conceptos de Ingeniería, que no sabe a lo que se enfrentan los ingenieros, etc. no es posible que esa "conversión" ocurra.

Es el *status quo* dentro de las universidades que cualquier ingeniero que sea considerado como bueno o competente, aunque no sea comunicativo, puede enseñar ingeniería (A27.2). Ese ingeniero se puede adentrar a los procesos educativos, previo conocimiento de su *background* y competencia ingenieril.

La Ingeniería, como es mucho más compleja que la Educación, le permite al ingeniero ahondarse en otras áreas igual de complejas (A27.4). Como es comentado por los muestreados, la Ingeniería es una disciplina más complicada que las Humanidades, debido a que requiere de características de abstracción en las personas, características que son diferentes por naturaleza.

Los ingenieros sí pueden estudiar otras cosas porque dominan lo duro, lo difícil; siempre y cuando se quieran profundizar en esas áreas (A27.5). Pero aunque sean capaces de adentrarse en dichas áreas, es necesario que exista ese "gusto" hacia esa área y además,

que exista una aplicabilidad. Por estas razones, a algunos de los ingenieros sí les interesa el aspecto educativo; pero el de la Ingeniería (A27.6). El ingeniero no desea llevar una educación general o de otra área, le interesa la de la EE; el ingeniero no desea llevar la filosofía que llevan las humanidades; pero sí le interesa la filosofía educativa-ingenieril.

Definitivamente un ingeniero puede saber de educación y de filosofía, pero no va a saber la misma "cantidad" de aquellos que estudiaron esas áreas; pero es sabido que esos temas no son del interés de los ingenieros debido a que para ellos lo que sí les es de interés, son temas que traten aspectos relacionados con la Educación y la Ingeniería y la filosofía de la misma (A27.8). Y esos tópicos les interesan conocerlos a profundidad; profundidad mayor incluso a la que una persona de Humanidades, debido a que son temas orientados o aplicados en la Ingeniería.

El hecho de que los ingenieros sean capaces de adentrarse en la Educación y que los pedagogos o los humanistas no puedan en la Ingeniería (A26.1, A27.2, A27.3, A27.7, A27.8, A27.9, A27.10, A27.11), ha creado un cierto sentido de frustración entre los humanistas, un tipo de celo profesional. Así es como han surgido críticas por parte de los pedagogos cuestionando el nivel que el ingeniero tiene de Humanidades. Sin embargo, en voz de los ingenieros mismos, nunca se van a poder medir o comparar los pedagogos con el nivel de preparación de ellos, inclusive en el ámbito de la *Educación para la Ingeniería*, porque la Educación que les interesa es la que aplica para la Ingeniería, no la de ellos (A27.9).

Otro factor por el cual les es muy difícil para la gente de Humanidades comprender a los ingenieros es que la Ingeniería es más de hechos y no de emociones (A27.10). Eso no hace a los ingenieros ajenos a las emociones o ajenos a entender los procesos humanísticos, pero el mundo en el cual se desempeñan es de una realidad tangible y por ello tienden a ver las cosas de esa manera. Con la EE, el ingeniero podrá aplicar más cuestiones "humanas" al mundo real y tangible en el que vive; pero ese mundo muy físico no puede ser cambiado pues así es su naturaleza. Lo que se desea es que sea un mundo tangible, físico, duro, pero

con un toque más humano. Pero el pedagogo es humanista, más emocional, él nunca podría entrar a ese mundo.

28. Rigor ingenieril en la Educación de los Ingenieros

El nivel de la Ingeniería (refiriéndose al nivel de exigencia y complejidad) no debe disminuir (A28.1, A28.2), pues las situaciones que la Ingeniería enfrenta no podrían ser resueltas. La complejidad de la ingeniería es alta en comparación con la gran mayoría de las disciplinas (A28.3); pero es esa complejidad la necesaria para poder solucionar las cuestiones físicas y poder desarrollar maquinaria y procesos que satisfagan nuestras necesidades.

El rigor ingenieril tiene que ver con la "friega" que ve el alumno. Desde el punto de vista del maestro, es necesario poner esa "friega" en sus clases. Pero esa "friega", esa exigencia no se siente si al alumno le gusta la ingeniería y, sobretodo, es necesaria para su formación ingenieril (A28.4, A28.5). Pues la "friega" no es castigo, es una exigencia propia de la ingeniería que le pide al ingeniero un esfuerzo mental y físico, una disciplina para poder aprender ingeniería. Y es el rigor ingenieril lo que garantiza que el ingeniero egresado tenga las habilidades, conocimientos y destrezas que le permitan hacer su función de forma correcta. También, es el rigor ingenieril lo que permite que no egresen ingenieros "*light*" (A28.6).

El docente necesita exigirle al alumno que haga las cosas, presionarlo para que desarrolle y aprenda, que tenga orden y disciplina (A28.7, A28.8). Sin ese rigor, no hay desarrollo, no hay ingeniería, nunca se podrá desarrollar y ser en realidad un país competitivo (A28.9). El análisis que se hace en la Ingeniería debe ser riguroso, y si es posible, trascender del análisis hacia la fase de diseño (A28.10).

En base al rigor ingenieril que el alumno va captando en sus clases, es la manera en la cual en cierta forma va seleccionando a lo que se va a dedicar después (A28.11). Hay países como China, Japón, India y Alemania que se han distinguido por su desempeño en la

ingeniería. Curiosamente, esos países se sienten orgullosos de la friega, de lo duro, del rigor, de la exigencia en los programas de ingeniería (A28.12).

29. Rigor ingenieril en general

El rigor ingenieril también aplica para el rigor, la precisión, la exactitud de los modelos que se usan en las clases (A29.1). La rigurosidad de los modelos debe ser, como se comentó en el Capítulo III, no simplista; i.e. debe estar lo más apegado posible a la realidad; que considere variables y factores como los efectos secundarios, materiales, temperatura, etc. (A29.2). Los modelos que se enseñan, que son analizados y demostrados, etc. deben tener características reales (A29.3). Por ejemplo, en el caso de las resistencias, pues que sean de máximo 1% de tolerancia; que el ruido electromagnético sea tomado en cuenta, los problemas de "tierras"; y para el caso de las capacitancias, que se consideren las físicas y las implícitas, al tiempo que el material del capacitor sea también considerado.

De igual manera se puede hablar del rigor ingenieril en los cálculos matemáticos (A29.4). Esto implica tener precisión de varios dígitos, así como que se respeten los teoremas y que no se usen aproximaciones reduccionistas (A29.5). Así mismo, el rigor ingenieril se debe aplicar a las herramientas matemáticas (A29.6). Todo se debe aplicar a la realidad, sin violar las leyes matemáticas o físicas, sin simplificar (A29.7); porque es muy fácil simplificar para resolver problemas teóricos, pero eso no funciona en la vida real.

El rigor ingenieril también aplica para la seguridad con la cual se diseñan o construyen los equipos (A29.8). Debe de existir un rigor muy marcado para el diseño y construcción de maquinaria para que estén probadas, que sean seguras y que correspondan con el ambiente de operación en el cual van a ser utilizadas. Y siempre, que se respeten las normas establecidas, así como tener ese sentido de responsabilidad y de seguridad tan necesario en la ingeniería y en la industria.

30. Factores que afectan el rigor ingenieril

Existen muchos factores que impiden aplicar de manera correcta el rigor ingenieril tan necesario para los ingenieros. Las limitantes "humanísticas" impiden exigirles a los alumnos en todos los aspectos concernientes a su trabajo dentro y fuera del aula. Impide aplicar la tan necesaria y benéfica "mano dura" (A30.1). La "mano dura" no es un régimen, es una necesidad, una exigencia, una inflexibilidad en lo que se pide, una parte del rigor ingenieril. Porque si no existiera eso, no se crearía la responsabilidad y la seriedad necesarias en el ingeniero que va a ser responsable de la construcción de casas, puentes, autos, motores, controladores, reactores, etc. No es posible caer en "sentimentalismos" en algo tan delicado como lo es la ingeniería.

La falta de autoridad es también considerada por los ingenieros como uno de los factores en contra (A30.2). La falta de autoridad puede presentarse debido a que los profesores pueden hacerse flexos con la intención de cumplir con una política de evaluación del profesorado. Puede ocurrir cuando el profesor no cuenta con el apoyo de sus superiores y entonces busca evitarse problemas (A30.3). También puede perder autoridad por las tendencias "humanísticas" que predican que todo lo que se dice como "duro" o que "exige", atenta contra lo humano. La falta de autoridad se puede dar también debido a que hay una política directiva que busca darle más facilidades o beneficios al estudiante a costa de que no aprenda lo que requiere (A30.4).

La falta de poner disciplina es también un problema que se quiere evitar (A30.5). Y no solamente se está hablando de la disciplina y orden dentro del aula o del laboratorio, sino que también se habla de tener disciplina para hacer los trabajos y proyectos, tener disciplina para invertirle más tiempo, más esfuerzo, mayor dedicación. Ese tipo de disciplina es la que se requiere poner en práctica en los alumnos. La disciplina ingenieril es la que va a ser parte importante para que el futuro ingeniero pueda "aplicarse" cuando sea necesario y solucionar las cuestiones y problemas a los que se enfrente. Es no pasar detalles, pues todo lo que se hace exige precisión; es disciplinarlos para tomar responsabilidades y seriedad de todo aquello que se construye o que se construirá.

El rigor ingenieril también se afecta si los estudiantes no sienten la presión de que pueden reprobar si no cumplen con sus obligaciones (A30.4). Y eso se presenta porque existe ahora una "relatividad en las calificaciones"; relatividad que no debe ser. Falta exigirles a los alumnos para que sientan esa presión de que reprobar sí es un hecho factible y hace falta llevarlo a cabo. Y no caer en sentimentalismos por los cientos de excusas que pueden poner. Se debe hacer que maduren y acepten que reprobaron y no aprobarlos al caer en sus múltiples excusas, pues se harán mal ingenieros al querer ver lo del siguiente semestre cuando no pudieron con el actual. Se necesita que no se aprueben a los alumnos pensando en que luego se corregirán.

La profundidad de la clase es una de las cuestiones que más se ven afectadas por la falta de rigor ingenieril. Si el rigor ingenieril baja, también lo hará la profundidad (A30.6). Y se ha visto que ya no se puede establecer el nivel, la profundidad y la complejidad de la clase de la manera que debe ser y que el profesor sabe que debe ser. Esto se presenta por presiones de encuestas, por las actitudes de los alumnos, por presión de los directivos, o por decisiones o sugerencias de los pedagogos que "dirigen" la currícula (A30.3).

Decrementar la presión, el rigor, la complejidad, la profundidad, etc. provoca un relajamiento, un bajo nivel (A30.6). Ese bajo nivel es el que va a hacer que las casas se caigan, las máquinas no operen, etc. No se puede permitir que esos factores estén a merced de gente que tolera demasiado o que no es ingeniero, porque llegará el día que los frutos de esas ideas que están afectando la ingeniería, sucedan; y ahí es cuando se darán cuenta de esos errores.

Y claro que un factor muy fuerte se debe a que los pedagogos no-ingenieros tienen actualmente mucha injerencia en el diseño de la currícula ingenieril y de las demás áreas también (A26.6, A26.7, A30.14). Por desgracia, hay directivos que no son ingenieros y creen que ellos tienen la solución (A24.4, A37.1). Y si desde arriba la manera en la cual la educación se va a impartir está mal, pues el rigor ingenieril también se ve afectado. El "modernismo" (no se refiere a la etapa del modernismo) que los pedagogos mencionan que "todo está cambiando, todo cambia" es una de las ideologías que está afectando y no sólo a

la ingeniería sino a todas las áreas. No se puede aceptar cualquier cambio y tampoco cambios superficiales; eso sería tener un "modernismo líquido" (A30.7).

Todos los cambios superficiales, *light*, cambios del "déjalos hacer lo que quieran, esto es la moda, todo lo que es extracurricular es bueno, de nada sirve estudiar mas que conocer las metodologías, etc." son malos para las disciplinas, son dañinos para el conocimiento. Por desgracia, se está permeando esta ideología hasta en las esferas más "sesudas", las más conservadoras, las que dirigen las universidades (A30.8). Y claro que estas ideologías superficiales son bien vistas por los jóvenes, por los alumnos, porque les conviene; pero ellos no saben lo que requieren o van a requerir. Tampoco lo saben los pedagogos cuando hablamos de ingeniería (A30.9).

Ya aparece el término de "*modelos cambiantes*" en las universidades. Los modelos no pueden ser cambiantes, se necesitan referencias absolutas, sólidas (A30.10). Si las universidades continúan así, van a hacerse "deformativas" (A30.11). "Vender" la idea a los alumnos de que ir a la universidad es ir a un "*resort*" donde van a hacer muchas actividades de recreación, extracurriculares y además, obtener un título profesional (A30.12), es algo muy creativo mercadotecniamente hablando; pero esa no es una educación integral porque no se va a aprender nada.

Las actividades fundamentales de la universidad, las que requiere el alumno, han sido sustituidas por las actividades "accesorias" (A30.17), pues se ha abusado de las actividades extracurriculares. Las distracciones desmedidas de los estudiantes afectan el rigor ingenieril (A30.18); y es que las distracciones están dentro de la misma universidad disfrazadas con el nombre de actividades extracurriculares; propagadas y alentadas por la universidad haciendo un "activismo desaforado" de estar en decenas de actividades y sólo cumplir académicamente con ir a la clase (A30.19). El asunto es que los alumnos le están dando el mismo peso a las actividades fundamentales que a las actividades accesorias y, lo peor de todo, es que así se les está haciendo creer que esa es la realidad correcta (A30.20).

Peor aún, los directivos, influidos por los pedagogos, le están dando el mismo peso a todas las cosas y no definen claramente las prioridades. Y desgraciadamente, es el mensaje que se lleva y se le vende al alumno, y el alumno cree que está en su derecho de que con el poco tiempo que le dedica a las clases, debe de aprobar las materias (A30.21). Recordemos que lo más importante es el conocimiento, y por desgracia, se le da el mismo valor, el mismo peso, a todo; porque todo lo están promoviendo por igual.

Los pedagogos o los que hacen los planes de estudio (por no decir que sólo son ellos), por desgracia, piensan de la anterior manera, i.e. aligeran todo y lo ponen en los planes de estudio (A30.14). Si se juntan dos o tres personas (los encuestados dicen que normalmente son pedagogos o personas bajo su influencia) y agregan materias, ideologías, paradigmas porque es la moda o la tendencia educativa, etc. sin saber lo que se requiere de verdad (A30.15), van a ser guiados por gente que no sabe de ingeniería; por gente que no debe y no puede tomar decisiones sin conocimiento de causa. Y por eso vemos que se quiere indirectamente provocar un colapso por dirigir mal las universidades, todo en aras de las tendencias y de hacerles caso a los que no saben; pero es lo que proponen los pedagogos.

Ya todo se encuentra basado en una "*filosofía volátil*". Dicen los pedagogos: "nada es cierto", "nada es absoluto". Pues si así fuese, el conocimiento científico sería nada (A30.16). No habría nada que poder desarrollar porque se carecería de lo cierto, de lo verídico, de lo certero para poder construir un puente, hacer productos, etc. Esas pseudo-filosofías no van a llevar a nada bueno, pues no alientan al desarrollo ni al conocimiento; sino al conformismo, al pasatiempo, al "no aprender".

El estudiante cree que va a aprender más en un *simposium* que en la clase (A30.22). Cuando eso es en realidad una actividad complementaria que no debe sustituir la importancia y el peso de la clase porque es en esta última donde se imparten los conceptos y es el aprobar la totalidad de las clases lo que va a hacer que se gradúe y aprenda; no el hecho de asistir a un simposium o congresos.

Los pedagogos que toman decisiones en las universidades han también afectado el rigor ingenieril pues han cambiado el currículum de los programas de ingeniería al "juntar" dos o tres materias en una sola (A30.23). Y esto lo hacen porque desconocen del contenido de las materias, del tiempo que se toma en asimilar dicho conocimiento y de la complejidad que tiene el material. Además, los pedagogos también agregan materias de Humanidades dentro a los planes de estudios y "quitan" materias de ingeniería (A30.24). Pero es innecesario "aprender" humanidades mediante cursos. Lo que se debe aprender de Humanidades debe aprenderse en el contenido de las materias de ingeniería al ser impartidas por los especialistas de EE.

Sin el rigor ingenieril, un ingeniero se convierte en un asistente administrativo muy organizado que entiende algunos conceptos de ingeniería (A30.27); situación que es dañina para el ingeniero el que no pueda hacer su trabajo porque le falta conocimiento. Si fuera un administrador y lo hiciera porque no hay trabajo, mas que en esa área, o porque él quiere trabajar en eso, estaría bien; pero el asunto es que se puede vislumbrar que el individuo podría estar en el subempleo por la falta de conocimientos.

Ante la falta de rigor ingenieril, de "friega", de exigencia, de complejidad, se hacen los ingenieros *light* (A30.28). Las limitantes de la exigencia y de la autoridad hacen que se caiga el rigor ingenieril. Todos los factores aquí mencionados hacen que el rigor ingenieril caiga por los suelos y es una preocupación latente y expresada *verbatim* por los ingenieros. Si se continúa permitiendo esas cuestiones o se continúa permitiendo que los pedagogos en el poder sigan haciéndolo, ya nadie va a hacer ingeniería y, si así ocurriera, los ingenieros se tendrían que dedicar a otra cosa.

31. Complejidad, nivel y profundidad de la ingeniería

La Ingeniería es una disciplina reconocida por la complejidad de sus conceptos (A31.2). La complejidad se puede constatar por las cuestiones que maneja, construye, desarrolla y repara la Ingeniería. No obstante la complejidad que tiene, puede haber personas que no entiendan lo complejo que es el ámbito ingenieril. Por este motivo, para

poder entender esa complejidad con conocimiento de causa se requiere de muchos conceptos matemáticos, físicos y técnicos, i.e. ser ingeniero (A31.3).

Como las ideas que rigen las universidades provienen en su mayoría de los pedagogos, éstas hacen que las actividades complejas como lo es la Ingeniería se pueda percibir como algo no tan complicado. Es la actitud que predican los pedagogos una actitud simplista al creer que con sus ideas y métodos solucionan la complejidad de todas las áreas (A31.4).

Pero si baja el nivel de las clases, si baja la complejidad en aras del simplismo, el futuro ingeniero no va a saber nada (A31.5); no va a poder desempeñarse de manera correcta y plena en sus actividades. Para poder atacar lo complicado, lo complejo, se necesita que el contenido de las materias se vea a profundidad; esa es la manera más correcta (A31.6). Pero últimamente los cambios curriculares propuestos por los pedagogos han hecho, como en el caso de querer juntar dos o tres materias en una sola, que el nivel de la clase baje y que no se vaya a profundizar en los contenidos (A31.6).

Si no se tiene complejidad, no se podrá resolver nada (A31.8). Si no hay profundidad, nunca será posible analizar; sólo se llevaría a cabo la implementación, pero no se tendrá el conocimiento del porqué suceden las cosas y por ende, no se lograría llegar a la etapa de diseño (A31.9). Todo lo que es profundidad y nivel de la Ingeniería está directamente relacionado con el rigor ingenieril, la disciplina, la exigencia, la cultura ingenieril, etc. No se puede vivir en un ambiente complicado y complejo sin tener las variables propias para vivir en él.

32. Conocimiento de la problemática ingenieril

Los ingenieros son los únicos que conocen la problemática ingenieril debido a que todos saben lo que enseñan, saben dónde batallan los alumnos (A32.1) y, fueron también ellos mismos alumnos de ingeniería. ¿Quién mejor que los ingenieros para saber en dónde se presentan las dificultades de la educación de los ingenieros? Si ellos son los que

estudiaron eso, son los que vieron a sus maestros; actualmente son ingenieros y también son ellos mismos los que enseñan ingeniería (A32.2).

Es el clamor general de los docentes de ingeniería el defender su disciplina; porque es innecesario que alguien vaya a aplicar encuestas para detectar cuál es el problema cuando no se requiere eso, pues ellos lo conocen. Al ellos conocer de primera mano la problemática, no falta mas que preguntarles de manera directa. Y son los mismos ingenieros los que quieren que aquellos de su cultura que hayan estudiado EE, sean quienes les ayuden a resolver la problemática en conjunto con el resto del claustro académico de la escuela de ingeniería.

De igual manera, también sienten que los pedagogos les invaden su espacio cuando les sugieren cómo impartir una clase. ¿Cómo una persona quiere explicar de Transformadores si no ha llevado Electricidad y Magnetismo? ¿Cómo resuelves un circuito que requiere de ecuaciones diferenciales, si no las sabes? (A32.3, A32.4) Detalles como los anteriores son los que han marcado esa pauta en los ingenieros-docentes.

Los ingenieros-docentes son fuente primaria para conocer la problemática. Saben que los alumnos tienen dificultades al solucionar un circuito porque les faltan herramientas matemáticas o dominio de las mismas (A32.5). Saben que las materias que ya fueron cursadas pudieron haber fallado en cumplir con los temas que necesitan en los cursos actuales de ingeniería (A32.6) y, precisamente por estas características, se debe de enseñar o aprender (según sea el caso) porque esos conocimientos se requerirán para las clases futuras.

Asimismo, existe una manifestación de los ingenieros para que los métodos que se usan en otras disciplinas no se apliquen de manera directa en ingeniería. Por ejemplo, si en Leyes se usa mucho el método de casos, éste no se debe usar en ingeniería porque su efectividad es muy baja; crearía ingenieros débiles porque no conocerían el cómo y el porqué funcionan los dispositivos.

33. Primero soy ingeniero antes que educador

Se ha mencionado en la literatura extranjera, que de manera abierta los ingenieros-docentes se consideran primero ingenieros antes que educadores. Pruebas hay muchas, entre ellas abiertamente David Conner (2003) mencionó: "*I am not especially enamored with the term engineering educator...I view myself as an engineer who just happens to be practicing my chosen profession in a university environment. Therefore, I am an engineer who teaches!*" Y esa misma frase salió a relucir en varias ocasiones en los foros de discusión: "Yo soy un ingeniero que enseña" o "yo no soy educador, soy un ingeniero que enseña" o "Yo soy un ingeniero que trabaja en el ambiente académico" (A33.1). Es entonces que la manera de pensar de los ingenieros-docentes en otros países es la misma a la presente en México, inclusive en estar en contra de ser etiquetados como pedagogos o educadores.

Para el ingeniero, su objetivo es ser un buen ingeniero primeramente, para poder luego enseñar y educar en la Ingeniería. Ser un buen ingeniero, hace en consecuencia ser un buen profesor de ingeniería. Y el objetivo de ellos es ser buenos ingenieros, buenos investigadores y tener conocimiento (A33.2). La docencia se ve como la actividad que les permite a los ingenieros ejercer en la formación de los ingenieros, y es una manera de contribuir al crecimiento y desarrollo de la nación y de la sociedad.

Para poder trabajar y poder lograr los objetivos de formar a las futuras generaciones de ingenieros, se requiere tener docentes de ingeniería que sepan de ingeniería; eso es lo más importante, no de metodologías, porque con metodologías no se hace ingeniería (A33.3). Las metodologías sirven para aquel maestro que es buen ingeniero y le gusta enseñar y que desea sus alumnos aprendan de mejor manera.

La docencia es algo considerado como muy importante para formar buenos ingenieros; pero los temas del área de Educación son considerados como complementarios, en comparación con la importancia o relevancia de los temas de Ingeniería. No obstante, sí aceptan que se mejoraría mucho contar con la EE, pues sería una educación de ingenieros y para ingenieros.

Contrario a los pedagogos, el objetivo de los ingenieros nunca ha sido transmitir solamente las metodologías educativas, sino los conocimientos de ingeniería; y es un hecho que está de manifiesto un rechazo en contra de las metodologías educativas, las humanidades y los pedagogos. Inclusive, hacen la advertencia a este autor: "Tú y todos nosotros, primero que nada, somos ingenieros. Luego de ser ingenieros, somos educadores que transmitimos esos conocimientos que sabemos" (A33.4).

34. Importancia del conocimiento y no de la metodología

Según los encuestados, para los pedagogos ya no importan los conocimientos sino los métodos para llegar a ellos. Esa política que les ha sido expresada por los pedagogos por años a los ingenieros ha sido también uno de los puntos más criticados. "¿Quién va a contratar a alguien que no sabe acerca de algo y que le van a pagar para que aprenda? Porque lo único que aprendió en la universidad fueron los métodos y no sabe nada" (A34.1). Esto lo comentaron en numerosas ocasiones los participantes en los muestreos. Todos están de acuerdo que se requiere aprender conocimientos para que puedan servir, ejercer su profesión, trabajar, tener conocimiento y habilidades, i.e. tener con qué defenderse en la vida (A34.2).

Conocer todos los métodos pero no saber nada en especial, nada en concreto, equivale a saber nada (A34.3). Esa es la premisa y el hecho que se tiene entre los docentes de ingeniería. Los conocimientos, el saber, es la motivación del ingeniero (A34.5). Nadie se motiva sólo con metodologías, tiene que adquirir algo; en este caso, adquirir conocimiento (A34.6). La motivación o el interés para el futuro profesionista radica en adquirir ese conocimiento que le garantice que está razonablemente preparado para ejercer la profesión (A34.7). Esa motivación es proporcionada por el conocer, el razonar, el saber y el poder hacer algo (A34.8).

Y la lucha radica en que los pedagogos continúan comentando que no es tan importante el conocimiento, sino sólo la metodología. Los pedagogos suelen predicar que es tanto el conocimiento y a veces es tan complicado, que mencionan que el alumno no se sacrifique por entender una *teoría*. Piensan que con saber cómo estudiar y cómo buscar en

la biblioteca o en la Internet, podrán aprender cuando lo necesiten. Sin embargo, un alumno que sea víctima de esta política pedagógica, nunca va a entender esa *teoría* que encuentra en la biblioteca o en la Internet simple y llanamente porque nunca tuvo conocimientos de nada (A34.9).

El sólo hecho de predicar eso, da temor en que se adopte esta filosofía conformista y sin fundamento que menciona que sólo con saber dónde está la información y los métodos es suficiente. Si un médico les hiciera caso a los pedagogos, i.e. si no adquiriera los conocimientos y la práctica dentro de su estancia en la facultad de medicina, el día que opere, no va a saber cómo ni qué hacer, porque sólo tuvo "métodos" (A34.10).

Si aceptáramos puros métodos, los ingenieros egresarían "*light*", sin saber nada (A34.11). No podrían conocer cómo enfrentar los problemas, los procesos. Es sabido que si hay algo que se desconoce, pues hay que buscarlo para poder estudiarlo. Y si hay algo nuevo, pues hay que aprenderlo. Pero si no se sabe de ingeniería, ni siquiera se sabrá qué ir a buscar; menos cómo resolver algo con la información que encontramos, si es que la llegamos a encontrar. La ingeniería no se aprende en una búsqueda que ocurre en unos instantes, en unos días. Se requieren de nueve o diez semestres para tener el conocimiento ingenieril. Y a eso, se le agrega el ejercicio de la profesión que también genera conocimiento.

Dicen los pedagogos: "No importa que no se puedan cubrir los temas, mientras haya método, con eso la harán (los alumnos)". ¡Claro que no! El egresado no va a saber nada o lo sabrá *light*, superficial. Cuando trabaje, nadie le va a pagar el tiempo para que "se prepare" lo que debió haber aprendido en la universidad (A34.12). Debido a las ideas que se están infiltrando por parte de los pedagogos que dirigen o que recomiendan a los que dirigen las universidades, el peso que le estamos dando a la importancia del conocimiento está decreciendo cada vez más.

35. Conocimiento ingenieril

Es importante hacer mención que para poder educar en Ingeniería, lo más importante es el conocimiento ingenieril, i.e. de ciencia y de tecnología; antes que los conceptos de Educación (A35.1). Esto es de suma importancia debido a que el conocimiento ingenieril es lo que va a formar a los ingenieros. Y de esa misma forma, se requiere que los maestros de ingeniería estén primero formados como ingenieros, y luego en Educación. Y eso, va a depender de su interés en formarse en el área educativa de la ingeniería, poco o mucho, pero sí requiere algo, pues va a fungir como ingeniero-docente. Y claro que hay ingenieros que no les interesará adentrarse poco o mucho en lo educativo, pero siempre habrá los que sí les interesa, y más habrá cuando ya haya especialistas en EE.

El objetivo de la ingeniería nunca ha sido transmitir las metodologías educativas, sino los conocimientos de la ingeniería misma (A35.2). Lo primordial, lo primero que debe de estar colocado es el conocimiento de ingeniería, los proyectos de investigación, la práctica ingenieril; eso es el núcleo, la base de la ingeniería. Las metodologías y los procedimientos educativos quedan en segundo término (A35.3). El conocimiento ingenieril es primero pues es lo que va a aprender el alumno; sin embargo, si es posible tener conocimiento educativo de ingeniería, se pudiera transmitir más fácilmente ese conocimiento, ese saber ingenieril. Pero el conocimiento educativo no va a ser transmitido a los alumnos, es para uso solamente para los docentes de ingeniería.

Y es tal la importancia y la relevancia del conocimiento ingenieril, pues es lo que hace la diferencia entre ser ingeniero y otro tipo de profesionista (A35.4). Es cierto que hay carreras de ingeniería que no están orientadas a los procesos, a los dispositivos; pero todos los ingenieros son distintos del resto de las carreras.

La preocupación de los docentes de ingeniería por que el conocimiento ingenieril continúe, y que no se pierda o se superficialice, pues eso es lo que va a requerir el egresado, eso es lo que requiere la industria, eso es lo que requiere la maquinaria, eso es lo que requiere el país, eso es lo que necesita el ingeniero para poder hacer ingeniería, para poder

trabajar; recordemos que es la cantidad y la calidad del conocimiento lo que puede limitar a una persona al momento de buscar un trabajo o al aspirar a un tipo de trabajo (A35.5).

En vez de hacer las cosas más sencillas, como el pensar en hacer más fáciles las ingenierías, es un error. El conocimiento ingenieril y el rigor ingenieril en algunos países de oriente (China, Japón e India) se encuentran perfectamente establecidos. Y es ese conocimiento, es esa friega, la que hace que esas personas egresen de la licenciatura con conocimientos equivalentes a nuestros egresados de maestría. Ellos no tienen títulos *light* (A35.6).

36. "Eros" por la Ingeniería y la educación de la misma

Entre los docentes de ingeniería existe un gusto por ser ingenieros y un gusto por enseñar, por educar, por formar (A36.1). Como mencionan los entrevistados: "la esencia de la existencia de nosotros como profesionistas es ser ingenieros. Esa es nuestra motivación, la ingeniería, la esencia de nuestra existencia; profesionalmente hablando" (A36.2). Es ese gusto, ese cariño, ese "eros" hacia la ingeniería, hacia la docencia, hacia el querer transmitir conocimientos y experiencia, etc., lo que hace a los humanos trascender como personas. El ser útil a la nación y a la sociedad preparando a las futuras generaciones es lo que llena a los docentes de ingeniería; todo eso es lo que mueve a los docentes de ingeniería.

Y todos los ingenieros que están en docencia es porque les gusta, porque quieren hacerlo. Sirven y cumplen una función social esencial y trascendental. Y los muestreados comentan que después de haber seguido este tipo de ideas que promueven la ingeniería y la educación de la misma, se puede enfocar este "eros" a todos los que les gusta enseñar, pues les gustaría saber más, empaparse más de EE (A11.8, A36.3).

Este "eros" es una pasión, y hay que despertarla en los estudiantes (A36.5), es decir, que les guste la ingeniería. Así, esta pasión va a hacer que la "friega", lo duro de la ingeniería, el rigor, sea aceptado como algo que es necesario en la ingeniería y que se sepa que así se requiere (A36.6). Y es ese "eros", esa pasión lo que mueve y hace la ingeniería.

Ese cariño, esa actitud es algo que el maestro necesita despertar en los alumnos. De esta manera, podrán asimilar, querer y saber que el rigor ingenieril es el componente eje de la Ingeniería.

Y todos los docentes quieren, sienten, saben y aprueban el rigor ingenieril; pero desgraciadamente algunos profesores están perdiendo el cariño a la enseñanza. En ocasiones esto se presenta por la burocracia, los sueldos, las limitantes o la actitud de los alumnos (A36.7). A veces los directivos o el sistema en general se quieren inmiscuir con los maestros hasta el borde, y eso les hace perder ese "*feeling*", esa libertad (A36.8); les merma el "eros". Lamentablemente, se presenta de manera frecuente debido a que muchos de los que dirigen las universidades son pedagogos o son directivos aconsejados por pedagogos (A21.2, A24.4).

37. Un profesionista no-ingeniero no puede entender el rigor ingenieril

Hay quejas muy generalizadas contra los pedagogos y los directivos que no son ingenieros, simplemente porque ellos no pueden opinar de cuestiones que no conocen. No pueden entender algo que no conocen (en el caso de los contenidos ingenieriles) (A37.1). El rigor ingenieril no es sólo un concepto que aquí estamos definiendo por primera vez de manera formal. Es algo que siempre ha existido, que ahora se está poniendo de manera formal; pero que se conoce y se aprende al vivirlo, cuando se educa en ingeniería.

Nadie puede entender algo que no vive o vivió, algo que no sintió, que no pudo experimentar (A37.2). Por esas razones, un profesionista no-ingeniero no ayudaría en la práctica docente de los ingenieros, sólo por el hecho que no sabe de ingeniería. Y así como no pueden entender el rigor ingenieril, así tampoco pueden entender el resto de los conceptos de la ingeniería (A37.3).

38. Un ingeniero es quien mejor me puede ayudar en mi práctica docente

Es sabido que un profesionista no-ingeniero no sería de ayuda en la práctica docente ingenieril (A37.5, A38.1). Un especialista en pedagogía no es capaz de comprender ni de

entender a los ingenieros. Y los ingenieros también han manifestado que "no quieren a los pedagogos" y han expuesto las "*n*" cosas por las cuales "no los quieren" (A38.3).

Un ingeniero, aunque no sepa de educación es el que más puede ayudar a los demás ingenieros en su práctica docente; claro, suponiendo que es un buen ingeniero (A38.4). Un ingeniero, que es competitivo académicamente o que haya trabajado fuera de la academia (sin perder los conocimientos matemáticos) puede ser considerado un buen ingeniero (A38.5).

Para algunos de los participantes de la muestra que son o han sido directores de facultades o departamentos de ingeniería, consideran que un buen ingeniero es aquel que haya sido un muy buen estudiante; inclusive mejor aún que el que trabajó fuera de la academia. Comentan que para muchas cosas, sobretodo las de diseño y las de investigación, se requiere gente de la academia; pero gente que sepa, que conozca, que sean conocidos por su capacidad (A38.6). La gente de la academia se puede adentrar más que los que trabajan en la industria. Es que aquí en México casi toda la investigación se hace en la academia; y aún en los E.U.A., mucha de la investigación se realiza en la academia. La investigación se debe hacer en la academia y exportarla hacia la industria. Así debe ocurrir con los desarrollos que hace la ingeniería.

También hay algunas cosas en donde se necesita gente que haya estado o esté afuera de la academia; pero un buen académico que esté involucrado en la implementación, en ir al laboratorio, etc. es mejor que los de afuera (A38.6). Pero de cualquier manera, si es académico, híbrido o no académico, el asunto es que lo conveniente es que sea ingeniero la persona que se involucre en la mejora de la práctica docente ingenieril (A38.7, A38.8).

A lo largo de los años, mencionando por lo menos los últimos diez, los pedagogos son los que han proporcionado instrucción a los ingenieros; una instrucción que no ha funcionado, no ha servido dentro de la Ingeniería, y sí ha ocasionado problemas en la comprensión, ha producido un "*overhead*", una redundancia, una irrelevancia, una no-aplicabilidad, incluso una superficialidad. Además, en las sesiones de instrucción, los

ingenieros han manifestado que es muy tedioso para ellos hablar con un asesor pedagógico, pues como no son ingenieros, se habla un idioma que ni unos ni otros comparten. Y la actitud de los pedagogos es todavía un factor más detonante, pues como trabajan para llevar a cabo una idea de un pedagogo –idea autorizada por los directivos universitarios– se sienten que "tienen la sartén por el mango". Los ingenieros se han manifestado con la frase: "¡Cómo me hubiera gustado tener como asesor pedagógico a un ingeniero!" (A38.9).

39. Lo más importante es *saber*

Para los ingenieros lo más importante es *saber*, antes que explicar (A39.1). Existe una teoría ingenieril que dice que aquel que *sabe* bien las cosas, puede explicarlas mejor (A39.2). En la cultura ingenieril los grandes maestros son los que *saben*, aunque no enseñen, aunque no den clases, sólo porque *saben* (A39.3). Y eso se puede ver en algunas universidades (sobretodo en Europa) donde hay maestros que están en las universidades por el mero hecho de que *saben*, por lo que ya ha hecho, publicado, por su capacidad técnica, por lo que ha asesorado, etc. aunque no dé clases.

Para los ingenieros, el que alguien sea muy bueno como profesionista y como docente es porque *sabe*; y si además sabe cómo explicar, pues qué perfecta combinación. Pero primero tiene que *saber* y dominar la ingeniería (A39.4). En algunas universidades, el alumno va a estudiar ahí sólo porque en ella trabaja el maestro X. El alumno espera algún día que le dé clases, o por lo menos, participar en una pequeña parte de un proyecto de investigación del profesor. Y a lo mejor ni da clases el profesor; pero él está ahí porque *sabe*, porque merece ser profesor porque *sabe* mucho. También puede ser que el alumno asista a esa universidad porque sabe que el autor de los libros de texto, de los *papers*, el árbitro, etc., ahí imparte clases (A39.5). Todo profesor que *sabe*, puede explicar bien (A39.6).

40. Preocupación por enseñar cada día mejor y por el aprendizaje de mis alumnos

Algunos de los ingenieros docentes se preocupan por enseñar mejor; pero "no les quita el sueño" (desconocer las metodologías) (A40.1), pues ellos hacen su mejor esfuerzo

en su trabajo y además, las metodologías que les han proporcionado los pedagogos no han funcionado de manera correcta. Sin embargo, como maestros que son, se preocupan por transmitir sus conocimientos y educar a sus alumnos. Estos mismos docentes manifestaron que de existir los especialistas en EE, se pudiera educar con una perspectiva educativa-ingenieril.

Todos los docentes tienen como meta que los alumnos aprendan, que razonen (A40.2), que analicen, que diseñen, que implementen, que puedan hacer su trabajo, que sean educados en la disciplina de la Ingeniería, que egresen siendo buenos ingenieros y claro que con un sentido social.

Una de las razones más importantes que les interesa y preocupa a los docentes de ingeniería es el razonamiento del alumno y, que los contenidos y el conocimiento ingenieril prevalezcan (A40.4, A40.5). Los maestros no deben hacer "*playback*", deben de generar una *vivencia de razonamiento* (A40.6); pero el maestro debe ser valorado por los demás y auto-valorado también. Pues el esfuerzo es enorme y en ocasiones se puede caer en una desesperación por distintas causas (ya referenciadas anteriormente) tales como las presiones de los pedagogos apoyados por los directivos, las políticas educativas, las políticas institucionales, las evaluaciones de los alumnos, las evaluaciones del maestro, los alumnos que no tienen esa entrega o que tienen dificultades para aprender, aún y cuando el maestro se "desvive" por que ellos aprendan, etc.

Los ingenieros, también se preocupan al punto que algunos se cuestionan si su desempeño docente, su labor trascendental en la formación de los ingenieros del futuro es correcta cuando hay tantos obstáculos (A40.8). Incluso, algunos se han cuestionado si un buen libro puede suplir a un buen maestro (A40.9). Pero ellos mismos solucionan esos dilemas, es decir, empiezan a crear una conciencia común, una filosofía y llegan a conclusiones como que ni el libro ni la Internet podrán suplir al docente, al ser humano, al maestro, al que hace las vivencias de razonamiento.

Los ingenieros se preocupan por sus alumnos para que aprendan, para que no egresen "*light*", por que sean buenos ingenieros (A40.10). A los docentes de ingeniería les preocupa que quieran juntar materias que no se pueden juntar, que se decremente el nivel y que se pierda la profundidad en los contenidos (A40.11). Les preocupa que el "*insight*" (A40.12) de la ingeniería se pueda ver afectado, así como el rigor ingenieril se descuide.

Resumen

Se ha visto mediante el estudio de campo que la situación que se había presentado de manera teórica es verificada como una situación tangible y presente. La situación es verídica y existente ya que las respuestas y la participación de los ingenieros fue enorme, dando resultados aún más marcados de los que se pudieran haber esperado. La situación que se dio en los grupos de discusión y en las entrevistas reflejó que la problemática tiene una ruptura muy marcada entre la Ingeniería y la Pedagogía; así como se puede decir lo mismo de la Ingeniería con el resto de las Humanidades.

Esta ruptura ha sido ocasionada en su mayoría, según los ingenieros, por la actitud de los pedagogos que han tenido contacto con los ingenieros cuando han tratado en repetidas y múltiples ocasiones de mostrarles (no sólo a ellos, sino a cualquiera de otra disciplina distinta a la Pedagogía) que sólo los pedagogos son los que saben cómo enseñar. Pero los ingenieros (así como los profesionales de otras áreas) se han cuestionado cómo los pedagogos quieren hacer esa distinción, esa idea de quererles enseñar a enseñar algo que ellos desconocen.

Esa situación es la que ha predominado por años y es esa misma la que ha marcado la separación de las disciplinas en mayor proporción. Esto ocurre porque el ingeniero normalmente no está interesado en ir y querer convencer al pedagogo de lo que es la ingeniería; cuando el pedagogo sí lo ha hecho y lo continúa haciendo para con los ingenieros.

La problemática está presente no sólo en México, sino que también ha estado y está en muchos otros países. Aquellas naciones que se han percatado de estas situaciones son las que se han abocado no sólo a concientizar al ingeniero, sino que también han concientizado al pedagogo. El individuo que va a funcionar como puente intelectual, el puente de conocimientos entre las áreas de la Ingeniería y la Pedagogía se ha visto que no puede ser un pedagogo, sino que debe ser un ingeniero, por razones de la complejidad de la Ingeniería. No obstante, es meritorio resaltar que se requiere que el cuerpo de pedagogos esté conciente de esta situación y así, de esta manera, evitar que se agrave la ruptura y el distanciamiento que existe entre las dos disciplinas.

De igual manera, también es meritorio resaltar en este punto de la tesis, que dentro de la necesidad de contar con el establecimiento de la EE como área, como una disciplina híbrida, mas a la vez independiente, cuya justificación teórica filosófica-educativa-ingenieril, en conjunto con las ideas de este autor, se ha venido realizando a lo largo de los Capítulos I y II; y que su verificación mediante el estudio de campo se ha dado en el Capítulo V. Podemos mencionar que lo mencionado en el Capítulo V presenta también un conflicto cultural por las situaciones que a los ingenieros les ha tocado vivir. Según mi punto de vista, con la justificación teórica y de experiencias extranjeras, uno se percata de la urgencia de satisfacer esta necesidad. No obstante, el estudio de campo arroja cuestiones muy particulares y que poco se documentan (aunque sí existen artículos que las tratan) como lo son los problemas actitudinales y choques culturales entre los humanistas y los ingenieros. Y eso es algo que debe ser apreciado, algo que debe ser considerado, pues obtener esa información no es muy común, y se hace una alerta para que se conozca, por quienes hayan o estén en contacto con los ingenieros, mediten y vean la manera en la cual los ingenieros piensan, lo que valoran, lo que creen.

Es este choque una situación presente y que su exposición en el presente trabajo es una señal que mandan los ingenieros acerca de su sentir. Aunque se puede llegar a pensar que los ingenieros ven en el pedagogo "un fantasma" culpable de todos los males, no debemos verlo de esa manera; sino que es uno de los muchos factores presentes, y que para el caso muestreado, es uno de los que tiene mayor peso. Aunque se pudiera decir que la

gran mayoría de los participantes trabajan o estudiaron en el ITESM, cabe recordar que varios de ellos estudiaron, trabajaron o trabajan en otra universidad tal y como se presenta en el Capítulo IV.

Lo importante, es que a lo largo de la tesis se han presentado múltiples cuestiones que justifican la necesidad de crear el área de la EE, tanto teóricas, prácticas y propias del autor. Incluso el estudio de campo amplió en otros rubros las razones y el sentir del sector ingenieril-docente hacia una problemática común. Y aunque se puede pensar que los ingenieros quieren culpar a una especie de "fantasma" representado en el pedagogo, la realidad es que todos han y desean continuar con el ejercicio de la ingeniería, su enseñanza y aprendizaje como el objetivo más importante en su desarrollo profesional. Y todos los factores presentados en esta tesis (incluyendo el "fantasma pedagógico") hacen que sea notoria la necesidad de crear expertos en EE.

Así que se han visto decenas de justificaciones, incluso el "sentir" en varios puntos, reclamos, sugerencias o exigencias que han emergido, para concluir de manera justificada el establecimiento de la EE.

CAPÍTULO VI
CONCLUSIONES y CONTRIBUCIONES

Resumen de Contribuciones

En esta tesis se ha venido exponiendo una problemática y una necesidad; ambas, vistas por el autor al ejercer la ingeniería y la actividad docente. A lo largo de este trabajo, se han expresado los pensamientos e ideas del autor, así como se ha investigado y recabado información en la bibliografía extranjera acerca de la EE, misma que se ha expuesto en los distintos apartados de la tesis. De igual manera, se ha incursionado en teorías filosóficas, educativas e ingenieriles y, se ha venido construyendo una visión integral entre ellas, sustentada en ideas contemporáneas así como en teorías matemáticas que son aplicadas a la vida social, educativa y científica, tales como la de la complejidad y la del caos, pues éstas últimas se manifiestan dentro de las múltiples acciones de la ingeniería.

Las justificantes para establecer la EE como un área, como una disciplina, han sido presentadas a lo largo de esta investigación y son sustentadas también en el estudio que se hace teniendo como participantes a distintos expertos docentes de ingeniería. La presencia de estos expertos corroboró ideas de este autor y también proporcionó nuevas a este trabajo de investigación. Se puede comentar que la aportación teórica y experimental de la presente investigación es más que suficiente para demostrar, sin lugar a dudas, la necesidad de crear o establecer la EE en el país. A partir de algunos comentarios obtenidos por expertos, así como de las opiniones de los participantes de la muestra, se puede ver que esta investigación contribuye a dar voz a la cultura y gremio ingenieril al mostrar su problemática, su sentir, sus ideas y también al dar testimonio de que es deseo común tener el derecho de educar de la manera que es necesaria para la ingeniería.

El hecho de que haya ingenieros que en el futuro se involucren en la Educación, continuará dando voz de su necesidad y deseo de ser ellos los que solucionen su

problemática, primero aprendiendo lo que se requiera de la Educación, luego adaptándolo a la ingeniería y finalmente al ejercer la EE como área ya consumada.

A lo largo de esta tesis se pueden ver los distintos resultados que se obtienen de todas índoles. En esta investigación se han expuesto teorías del autor por sí solas, algunas otras que han sido reafirmadas según la bibliografía, otras han sido amparadas con los planteamientos que arroja el estudio de campo. El *estudio de campo* por sí solo también desarrolla conceptos nuevos y originales que son voz viva de un grupo social que se ha percatado de los problemas existentes y de la solución que requieren: la EE, un área que va más allá de la enseñanza, un área que abarca todos los aspectos de la educación relacionada con la ingeniería.

Una contribución de esta tesis es el *análisis de los distintos parámetros* obtenidos en el estudio de campo y que se hace en el Capítulo V. En dicho capítulo se presentan las ideas obtenidas de la muestra, de una manera más profunda y desarrollada de los ítems que aparecen en el Concentrado del Estudio de Campo. El análisis que hace este autor de los Parámetros, combinado con la referencia hacia los ítems del Anexo, proporciona un conocimiento profundo de ámbitos que pueden por sí mismos ser temas de estudio de tesis futuras, pues tratan situaciones ideológicas, técnicas, político-educativas, sociales, culturales, ingenieriles, pedagógicas, etc. de la comunidad estudiada.

Es aportación de esta tesis definir las *Líneas de Investigación de la EE*, producto del pensamiento y análisis de este autor. Estas líneas de investigación también servirán para guiar los estudios de la EE en el país; asimismo dichas líneas de investigación aportan material nuevo y relevante a las líneas de la EE a nivel internacional. De igual manera, los programas de maestría y doctorado que en esta tesis el autor define, también contribuyen al Establecimiento de la EE en México, así como aportan conocimientos nuevos a los programas ya existentes a nivel internacional.

Asimismo, es contribución de esta tesis la *fundamentación epistemológica* que se desarrolla en el Capítulo II, ya que los conceptos filosófico-educativo-ingenieriles

construyen un marco teórico y epistemológico que fundamenta a la EE no sólo para su establecimiento nacional, sino también aporta conocimiento para el sustento de esta disciplina a nivel mundial. Además, el uso de las teorías posmodernas de la deconstrucción del conocimiento, complejidad y del caos para visualizar, analizar, comprender y enfrentar la problemática técnica, educativa y social ingenieril, son particularidades que se realizan en esta tesis.

Aplicación de la Teoría del Caos y de la Complejidad

En esta tesis se muestra que la teoría del caos y de la complejidad pueden ser aplicadas para visualizar lo complejo, complicado, delicado y sensible de los procesos que existen y se desarrollan en la ingeniería y en la educación de la misma. De igual manera, se puede decir que tener una visión de esta magnitud hace posible entender la problemática no sólo ingenieril sino también la educativa-ingenieril; y hace pensar en la aplicación de estas teorías para resolver los problemas de dichas índoles, haciendo una aplicación social de dichas teorías matemáticas. Es sorprendente darse cuenta que el orden intrínseco del caos es un orden bien establecido que sale a relucir, si no se perturba el caos mismo; es decir, que no se involucren cuestiones o suposiciones del investigador. Asimismo, la aplicación de la teoría de la complejidad permite tener una visión más grande de las soluciones al relacionar todos los aspectos que pueden estar involucrados en la solución de la problemática, y no caer en reduccionismos, versiones simplistas o en acotamientos de las variables involucradas.

Logros en la generación de conocimiento

Como se indicó en el Capítulo II, el *rigor ingenieril* es uno de los factores claves descritos para la formación de un ingeniero. El rigor ingenieril, aunque se vea como un hecho obvio, no se había considerado como el concepto que es, hasta que se definió por parte del autor a los participantes de la muestra. Los cuales asintieron que el rigor ingenieril era algo que sabían que existía, pero no conocían esa nomenclatura, no se los habían mostrado como un concepto o como término, aunque sabían de su presencia. Ellos mismos enriquecieron, como lo hicieron con todas las demás categorías, la definición del

rigor ingenieril. Esta es una prueba más de lo que se está haciendo, se están plasmando conceptos que existen dentro de la cultura ingenieril pero que carecen de nomenclatura formal y estandarizada. Falta aún aterrizar esas ideas, enriquecerlas y acrecentarlas como se ha hecho mediante la participación de ellos mismos en foros y grupos de discusión. Muchas de las ideas que este autor tenía conceptualizadas están emergiendo también en los participantes, están siendo aceptadas y están siendo co-construidas en su definición y en su aplicación. La unión de todos estos procesos está creando la *Educación para la Ingeniería* en México.

En el futuro, así surgirán los conceptos e ideas, producto del trabajo vivo con alumnos y compañeros docentes. Los conceptos que se tienen, crecerán; los conceptos que se les sugieren, se analizarán; y los conceptos que se vayan construyendo, surgirán.

El nuevo perfil del ingeniero

Los ingenieros egresan con mucha de la cultura (por no decir toda) proveniente de sus maestros y del ambiente en el cual se desenvuelven. En la actualidad, lo importante sería hacer que emergiera un nuevo tipo de ingeniero: el ingeniero-persona. Este tipo de persona seguiría siendo un ingeniero con los conocimientos, habilidades, destrezas, competencias y rigor propios de la ingeniería; pero además contaría con una conciencia humana. Esta conciencia humana le permitiría interactuar con las personas de las demás disciplinas ajenas a la ingeniería; le permitiría trabajar en diversas situaciones con personas de distintas áreas; le permitiría saber que sus funciones como ingeniero procuran un bienestar social. Y ese bienestar también exige no perder de vista los conceptos ingenieriles.

Perder los conceptos ingenieriles sería catastrófico para los ingenieros, pues no pudieran cumplir con la labor para la cual se han preparado y los han formado en las escuelas de ingeniería. Tampoco podemos permitir que se pierda el rigor ingenieril, pues la exactitud, la solución de las situaciones, etc. no se pudieran concretar sin este rigor.

Los ingenieros-persona serían en verdad los egresados de lo que una universidad pretende formar. Serían ingenieros con conocimientos universales (en la medida de lo posible) para poder interactuar, trabajar, aportar, construir, solucionar y hacer lo que se espera de un egresado universitario.

Dejaremos de referirnos al "ingeniero-persona" como ese concepto que queremos tener en el futuro, sino que sólo nos referiremos en adelante como "ingeniero". El ingeniero será aquel que sea formado de la manera antes explicada. Pero no se consolidará ese egresado si sus maestros no tienen como objetivo formar a ese tipo de persona, a ese tipo de profesionista. Es pues que se demanda de una concientización primeramente de los docentes de ingeniería para poder llegar a tener ese objctivo en común.

La Ingeniería tiene una cultura propia, con muchos aspectos comunes entre todas sus áreas y también con algunos distintos entre ellas. De cualquier manera, como menciona Mercer (2001) la pertenencia a una comunidad (*en este caso la ingenieril*), a una cultura, está definida por los conocimientos y por sus actividades compartidas. Esto nos habla de que los ingenieros como grupo social no piensan en función del lugar geográfico donde trabajan, i.e. que no se concretan a una universidad o a una ciudad en específico, sino que son miembros de esa comunidad por lo que son, por lo que saben y por lo que hacen.

El nuevo docente de ingeniería

Actualmente el ingeniero que se desarrolla dentro del ambiente académico busca proporcionar el conocimiento y la experiencia propia hacia sus estudiantes. Sin embargo, es en la era posmoderna donde el *saber*-por-saber, la hiper-especialización técnica, el parcelamiento del conocimiento, el rechazo hacia las humanidades, el dominio de los contenidos, etc. hacen que el ingeniero busque transmitir esas mismas ideas.

Cuando el ingeniero-docente se concreta exclusivamente a realizar la transmisión del conocimiento a manera de conceptos (teóricos o prácticos), se desempeña solamente como un instructor. El docente que funge como maestro es aquel que transmite el

conocimiento; pero con contenido y, que es capaz de transmitir su experiencia, sus valores, etc.

Aunque las políticas de las universidades locales, nacionales e internacionales son dinámicas, los alumnos son y seguirán siendo educados por los maestros. Es entonces que son los maestros quienes ejercerán la educación en cada aula. Ellos mismos son los que mencionan que el proceso de integración que muchas universidades tratan de proporcionar mediante cursos, no debe ser realizado de esa manera, sino que esos factores se enseñen de forma implícita dentro de cada curso. Pero un docente de ingeniería, en general, no puede enseñar esos aspectos para realizar la integración, pues aún no los conoce. Es decir, un ingeniero-docente que no cuente con una preparación curricular en el área de la Educación para la Ingeniería, carece de muchos de los conocimientos educativos, filosóficos y epistemológicos orientados hacia la ingeniería misma que le permitan llevar a cabo esta integración que hará, no un ingeniero sin contenido o sin conocimiento; sino todo lo contrario, formará al verdadero ingeniero universitario.

Este ingeniero universitario es aquel que sabe de contenido, que tiene conocimientos, habilidades, destrezas; y que de una manera integral es humanista capaz de interactuar con personas de otras disciplinas; todo lo anterior basado en la filosofía del *saber* universal; pues ese es el verdadero propósito de la educación universitaria en lo que a la formación de ingenieros se refiere; y no solamente preparar ingenieros con *saber* tecnológico.

Cultura de los ingenieros

En esta tesis se aporta también el sentir, las opiniones objetivas y subjetivas de la muestra de expertos; mismas que permiten tener acceso a la cultura y prácticas sociales de los ingenieros, sobretodo para el lector que pertenece a otra área del conocimiento. Contar con esa información saca a relucir muchos aspectos que existen en la comunidad ingenieril y que son expuestos en este estudio al ser plasmados en papel, i.e. dejan de ser "ideas que se tienen acerca de lo que piensan los ingenieros", así como también dejan de ser "secreto a voces" para aquellos que conocen o que se cuestionan cómo actúa esta comunidad.

En el desarrollo y análisis que se hace en cada uno de los Parámetros del Capítulo V, así como en los ítems del Concentrado del Estudio de Campo presentado en el Anexo, se observa la problemática ingenieril, la relación actual de la ingeniería con las humanidades, la cultura y sociedad ingenieril, las opiniones acerca de la Educación, de la EE, de la Ingeniería, etc. Se presentan aspectos muy enriquecedores que hacen ver la tecnicidad, lo educativo, la socialización, el pensar, la comunicación, la camaradería, etc. de los ingenieros. Todo esto es una aportación cultural y social que se hace en esta tesis.

Fricciones que se observan en el estudio de campo

En México, se ha percibido un rechazo muy pronunciado por parte de los ingenieros para recibir asesoría de los especialistas de la educación, al paso que algunos profesionales de la educación se han manifestado, como se ha sentido, en contra de extender y liberar la Pedagogía o la Educación hacia los especialistas de un área en específico; en este caso, de la Ingeniería.

Los ingenieros han proclamado en este estudio de campo para ellos mismos sus ideales acerca de lo que no les agrada de la actitud de los pedagogos y de la manera en la cual estos últimos piensan que sus metodologías aplican para las demás áreas.

El enfrentamiento cultural e ideológico que existe entre los ingenieros y los pedagogos queda documentado en el estudio de campo. Aunque no se puede generalizar completamente, sí muestra la percepción que existe y que está presente en muchas personas de ciencia exacta y la recíproca en las humanidades. Los datos de este estudio de campo proporcionan más tópicos de investigación propios de la ingeniería, situaciones que puedan ser utilizadas para congeniar las disciplinas, ayudar a la integración y cooperación, aprender más a profundidad de todos los tópicos, mejorar el conocimiento ingenieril, social, cultural, académico, ideológico, etc. de los representantes de estas disciplinas.

Vías para establecer de manera formal la EE

Se ha realizado el presente estudio doctoral para sustentar la problemática presente, vivida y sentida, objetiva y subjetiva, que se tiene en la actualidad. La manera en la cual se empezó con este proceso de establecimiento de la EE ha sido mediante el desarrollo del presente trabajo y el involucramiento de expertos del área ingenieril en el estudio de campo. Uno de los resultados que esto trajo es precisamente el hecho de que los mismos participantes se percataron de algo que este autor suponía se iban a dar cuenta: que percibieran la necesidad de contar con un área que se abocara a la solución de estas cuestiones educativo-ingenieriles. Y de ninguna manera los participantes fueron guiados hacia ese punto, sino que las ideas y el análisis fueron llevando a que emergieran conceptos y que ellos los compartieran. Así, el autor pudo sustentar sus propias ideas al contar con el aval de estos participantes que llegaron a la misma visión. Asimismo, las múltiples ideas y conceptos que emergieron fueron producto tangible de la participación de los involucrados en la muestra. Es de esta manera en la cual se dio la primera concientización de los ingenieros-docentes.

Este autor, se adentró en la Educación para tomar de ella lo necesario y contribuir a la Ingeniería y a la Educación misma. Pues es un hecho que estos resultados que se están obteniendo benefician a ambas disciplinas. De igual manera, otras personas también se pudieran adentrar en la Educación para posteriormente contribuir al área de la Ingeniería, como ha sido planteado por el autor y por los participantes del estudio. Sería todavía más simple si ya existiera un área dentro de la escuela o centro de Educación; y así, contar con una especialidad en eso que los ingenieros buscan: una especialidad en EE.

Así como se ha comentado acerca de la importancia de contar con una educación para una disciplina en específico, se hace extensiva esa premisa para tener una educación para la ingeniería. Esta Educación para la Ingeniería debe tener su propia percepción, un tipo de análisis para la ingeniería; pero desde luego, realizado por ingenieros (A11.1).

Situación actual de los posgrados en Educación

Es lamentable que en México no haya una especialización de educación aplicada directamente a la ingeniería (A9.3). Actualmente en el país no hay ni maestría ni doctorados que enfoquen la Educación hacia la Ingeniería (A9.4). Para fines de tener una visión de *Educación en la Ingeniería* o *Educación de la Ingeniería* o *Educación para la Ingeniería*, en lugar de estudiar una Maestría en Educación, se pudiera estudiar una Maestría en Educación para la Ingeniería.

Para el caso de los programas de maestría, se visualizan tres escenarios. El primer escenario es donde las universidades cuenten con maestros egresados de una maestría de EE impartiendo clases a nivel licenciatura en las escuelas de Ingeniería. El segundo escenario es donde haya universidades que requieran maestros con maestría del área técnica-ingenieril; y un tercer escenario donde se requiera al maestro contar con ambos programas de maestría.

Este autor ve la necesidad de contar con una maestría y un doctorado en EE. De igual manera, este autor no recomienda que se tenga un programa de licenciatura en EE como ocurre en algunos países, pues el conocimiento y rigor ingenieril se vería severamente afectado. Lo recomendable, es que sean programas de posgrado.

La relación de los centros de investigación y las facultades mediante la EE

La EE debe ser un área, una disciplina que se encuentre dentro de las escuelas de ingeniería (A11.1, A13.1). Esta área para ser ejercida debe tener presencia dentro de las escuelas de ingeniería al tener especialistas de ella, al tener un departamento dentro de la escuela, un centro de EE en la facultad o en la universidad; o por lo menos, que existan profesores que enseñen ingeniería pero que tengan un posgrado en esta disciplina (EE).

Pero la formación de los especialistas en EE debe ser desarrollada híbridamente, dentro y fuera del recinto de ingeniería. Por ejemplo, pudiera ser un área dentro de la Educación; pero controlada, enseñada y orientada por ingenieros. Estos ingenieros también deben ejercer en las escuelas de ingeniería para que exista el contacto ingenieril y de

práctica docente dentro del área ingenieril. Pero como mencionan los participantes del estudio (A11.7, A13.2): de ninguna manera la EE debe depender solamente de un centro de Educación. Viendo lo anterior, sugiero que la EE puede existir como un área bien definida dentro de un centro o escuela de Educación; pero que no sea regida en sus cátedras por pedagogos, sino que sean los ingenieros los que enseñen en esa área.

En la preparación de los especialistas de EE, deben de ser los ingenieros quienes controlen e impartan instrucción a los alumnos (A13.3). De cualquier forma, se pudiera para ciertas asignaturas específicas, tener docentes de otras áreas, siempre y cuando compartan la visión que los ingenieros tienen acerca de la formación de estos especialistas.

Basándonos en los resultados que se obtienen a partir del estudio de campo y que son mencionados en los párrafos anteriores, se puede decir que la EE debe ser un área que surja por parte de los ingenieros. Esos ingenieros interesados en la educación de la ingeniería pueden practicar esta disciplina dentro de sus escuelas, desde los centros de EE, desde los centros de educación comunes para la universidad o desde las escuelas de educación. Esto último, siempre y cuando, sean ingenieros los que enseñen EE en los centros de educación; aunque como se ha comentado anteriormente, también pudiera haber docentes de otras disciplinas que estén comprometidos con la EE.

Los centros de EE (o donde se enseñe la EE) podrían radicar dentro o fuera de las facultades de ingeniería; pero en el caso de que estuvieran fuera, deberán tener relación con la(s) facultad(es) de ingeniería y con las escuelas de educación. En el caso de que la EE radicara en un centro de Educación, deberá tener su propio espacio, un área exclusiva para la ingeniería. En ellos, los ingenieros-docentes convivirían con los *educólogos* de las demás áreas (incluidas las propias de la Educación pura). Pero en todos los casos antes mencionados, se requiere que los ingenieros que se involucren en la EE sean buenos ingenieros y que continúen ejerciendo dentro de las escuelas de ingeniería.

Sería difícil, que al inicio del establecimiento de la EE, los ingenieros que se adentraran en educación estén ubicados en un centro de EE; pero no es difícil imaginar que

los ingenieros se encuentren trabajando en los centros de Ciencias de la Educación investigando las cuestiones educativo-ingenieriles y que los implementaran en las facultades de ingeniería. Si ya hubiese un centro de EE, no necesariamente éste pudiera estar dentro de las facultades de ingeniería, sino afuera de ellas y que atendiera no sólo a un tipo de ingeniería, sino a todas en general. Pero sin importar el escenario que se tenga, lo valioso y lo que debe perdurar es que la relación entre la escuela de ingeniería y la escuela de ciencias de la educación debe estar conectada por estos especialistas que fungirán como puentes intelectuales.

Es propósito del área de EE investigar para generar conocimiento *ingenieril* y *educativo*; y así, lograr un incremento en el *conocimiento*. Al contar con centros dedicados a la EE (en cualquiera de los escenarios antes descritos), los objetivos que persigue la EE serán respaldados por los mismos centros de investigación que se abocarán a realizar lo necesario para dichas tareas.

Coordinación de los posgrados en EE con otras facultades

El recinto de los programas de posgrado (maestría y doctorado) puede ser una facultad sede o un centro de educación o de investigación. Las materias del posgrado pueden ser impartidas en dicho recinto o en varios recintos académicos. Si se requiriera, se pueden llevar materias que se impartan en una facultad afín al programa de posgrado; de la manera que ocurre con los programas de maestría en enseñanza de las Matemáticas, Física, Biología y Química, que llevan materias impartidas en las facultades propias de esas especialidades en conjunto con la facultad eje de dichos programas (en el caso de la UANL, es la Facultad de Filosofía y Letras). Asimismo, dentro de la escuela o centro sede donde estén los programas de EE, se pueden invitar a maestros de esas facultades a que esas materias, si son requeridas, sean impartidas en dicho recinto.

Líneas de investigación de la EE

Una aportación de este autor es definir las líneas de investigación de la EE. Dichas definiciones establecen los puntos a seguir a nivel nacional y contribuyen a las líneas de la EE a nivel internacional. Se definen y clasifican en cuatro áreas. Estas líneas de investigación son producto de haber analizado por años las necesidades y la problemática y son producto que se refleja en esta tesis doctoral. Estas líneas aplican independientemente si existe o no un estudio de posgrado orientado hacia la EE (en cualquier país); es decir, las líneas de investigación son las áreas de estudio de la EE como disciplina.

En el caso de que existiera un programa doctoral en EE, las líneas de investigación de la EE se aplican de manera independiente a la fase (1 a 4) en la que se encuentre el establecimiento del programa doctoral. Las líneas de investigación también aplican para una maestría en EE, independientemente a la fase en la que se encuentre (A - D).

Las líneas de investigación que este autor define son:

Gestión Educativa. Esta es el área operativa de la EE. Se encargaría de la enseñanza de la Ingeniería, de la gestión escolar, gestión curricular y académica. Se dividiría de la siguiente manera:

Gestión metodológica

Cubriría la aplicación y el desarrollo de técnicas, métodos de enseñanza y aprendizaje para ser utilizados en algún tema, alguna materia(s) o programa(s) de ingeniería. Pudiera también estudiar la efectividad del aprendizaje y las innovaciones didácticas que se requieran en las clases teóricas, laboratorios, proyectos, tesis, etc.

Gestión curricular

Se encargaría de la currícula de los programas, i.e. se adentraría en la formación de las materias que requieren los programas analíticos de ingeniería, del contenido de

las materias; también del orden y/o seriación de las asignaturas dentro de un programa, la determinación de las clases teóricas y de laboratorio que se cursan, etc.

Gestión escolar

Pudiera abarcar algunos de los siguientes ámbitos: interactuar con las facultades o departamentos que cuentan con materias y/o programas de ingeniería similares. Realizar la labor administrativa de los programas de ingeniería. Trataría con los trámites de equivalencias y revalidaciones de materias de distintos programas de la misma universidad o de universidades locales, nacionales y extranjeras; políticas de la SEP, cumplimiento de normas educativas universitarias y de asociaciones de acreditación nacionales e internacionales, etc.

Humanista. Esta es el área del conocimiento filosófico, cognitivo e ideológico de la EE. La formarían como se presenta a continuación:

Filosófica

Se ahondaría en la epistemología de la ingeniería; i.e. la naturaleza filosófica del conocimiento ingenieril, las razones del porqué ese conocimiento existe, su fundamentación, su extensión y su validación. Puede estudiar las razones de cómo se da el desarrollo del ingeniero y del estudiante, la aplicación social de la ingeniería, la antropología ingenieril y la etnografía de la cultura ingenieril; además de estudiar la filosofía de la ingeniería, así como de las ideologías de la escuela de ingeniería, de la universidad, etc. Puede estudiar el *saber*, actual y pasado, respecto a las necesidades socio-tecnológicas de las épocas modernas y posmodernas, que permitan entender, aplicar y generar teorías filosóficas ingenieriles.

Ideológica-Organizacional

Promueve el entendimiento, desarrollo y/o puesta en práctica de las políticas, normativas e ideologías de la misma universidad, así como de las organizaciones y

asociaciones gubernamentales o de acreditaciones (locales, nacionales o internacionales) dentro de la escuela de ingeniería. Trata con las disposiciones de las organizaciones que lideran la educación, así como también de aquellas que hacen especificaciones acerca de lo esperado para la EE a nivel mundial y nacional (e.g. Banco Mundial, UNESCO). Es la responsable de llevar a términos ingenieriles las teorías y tendencias educativas internacionales, nacionales y locales hacia el seno de la escuela de ingeniería, así como de ver por la compaginación con las necesidades actuales de la sociedad y de la industria.

Cognitiva

Es la que va a involucrarse con las vertientes que aportan al desarrollo cognitivo, i.e. tratar con las distintas ideologías y teorías que explican los conceptos educativos del *conocimiento*, los procesos de enseñanza y aprendizaje, la psicología ingenieril, la psicología educativa y la *comunicación del conocimiento*. Puede adentrarse en el comportamiento social y la interacción de los ingenieros, además de estudiar el impacto social y psicológico que se tiene en el estudiante, en los maestros y en el trabajo de los ingenieros. Puede estudiar los procesos psico-cognitivos, las teorías de la comunicación del conocimiento, del aprendizaje individual y colectivo, el "*apprenticeship*", la identidad ingenieril (individual y colectiva), etc. Esta área puede generar teorías cognitivas y educativas ingenieriles.

Tecnológica Ingenieril. Es el área de la EE que se adentra en la realización de proyectos o procesos ingenieriles que involucren aspectos de análisis, cálculo, desarrollo o simulación, sin perder de vista el aspecto educativo. Se divide en dos apartados:

Tecnología Ingenieril de Desarrollo

Puede presentarse en las tesis que conllevan maquinaria o procesos de producción en las cuales haya que realizar una implementación, hacer mejoras u optimizaciones a un proceso. Se puede hacer un proyecto de tesis de ingeniería, en el cual los aspectos técnicos que se generan, el *insight*, el *conocimiento* que se genera en la

tesis sea puesto por escrito detalladamente llevando a cabo un análisis profundo de los conceptos y resultados que se encuentran con una explicación didáctica y educativa; y no solamente de los resultados finales o conclusiones, sino del conocimiento que se genera a lo largo del proceso de desarrollo de la tesis.

Tecnología Ingenieril de Análisis

Desarrolla análisis de ciencia exacta profundo (matemático e ingenieril) y lo combina con el manejo de programas matemáticos, simuladores de circuitos, simuladores de estructuras, etc. que nos llevan a un mejor entendimiento y aportación de conocimiento en los complejos conceptos ingenieriles. En esta área se pueden también desarrollar aplicaciones de software para simular y/o calcular procesos o variables involucradas en los procesos ingenieriles.

Esta subespecialidad de la EE, con sus dos divisiones, permitirá a los ingenieros-docentes que se adentren en la EE orientar el conocimiento educativo hacia áreas de análisis y de implementación de la ingeniería; por lo que resulta una formación óptima para el estudiante que busca maquinaria o análisis, temas propios del investigador de ingeniería, pero con sustento y orientación hacia objetivos educativo-ingenieriles.

Tecnológica Educativa. Área que desarrolla herramientas de software y/o hardware para los procesos educativos del aula, del laboratorio y de la industria, ya sean presenciales o a distancia. Debe implementar, modificar, mejorar, administrar o desarrollar las plataformas de educación a distancia, del control a distancia de máquinas, PLCs, redes, etc. Se divide en tres ramas:

Aplicación

Se enfoca hacia el desarrollo de aplicaciones de hardware o software que faciliten la enseñanza y el aprendizaje. En esta área se desarrollan herramientas (software/hardware) para los procesos educativos, didácticos o demostrativos que se realizan en el aula, en el laboratorio y en la industria.

Infraestructura

Es en esta área donde se diseñan las plantas físicas equipadas de los recintos de enseñanza, así como se construyen, ensamblan o adaptan los laboratorios, aulas, etc. De igual forma es la que desarrolla o integra el software y el hardware que hará que estas aulas y laboratorios operen, así como las herramientas que usarán los alumnos. De esta manera, todo el conocimiento acerca de la construcción, puesta en marcha, operación y adaptaciones de equipos y de software que se realicen queda cubierto. El conocimiento que se adquiere mediante todo el proceso, desde el nacimiento hasta la puesta en práctica, pasando por la operación, mantenimiento y evolución del proyecto es desarrollado, documentado y analizado. Dentro de esta área se encuentra también la construcción de aulas y laboratorios para clases presenciales o a distancia, la implementación del software y hardware para realizar las prácticas de laboratorio, así como el desarrollo o ejecución de las mismas prácticas.

Tecnologías Emergentes

Se aboca a utilizar, modificar, adaptar, administrar y/o construir dispositivos o aplicaciones que permitan la evolución y la innovación educativa a lo largo del tiempo. Ejemplos de ellos son las herramientas de software o hardware que sirven de plataformas tecnológicas para los procesos de Educación a Distancia, Teleconferencia, Teleingeniería, Control a Distancia, Teleinformática, Redes, etc. Esta es la que trata con la elaboración o uso de los protocolos, la creación de aplicaciones en línea, usando distintas plataformas que emerjan, dependiendo del grado de avance tecnológico de la época.

Posgrados de la disciplina de EE

Como parte del establecimiento de la EE, se pueden agregar estudios formales de posgrado (maestría y doctorado) que sustenten el discurso de esta disciplina. El programa de maestría sería un programa orientado hacia la concientización del docente de ingeniería en el área de la EE, edificaría el conocimiento del área educativa-ingenieril, se dirigiría a la ejecución e implementación de diseños ingenieril-educativos y complementar la formación

ingenieril de la cual se es nativo. El programa de maestría en EE debe de ser de concientización, estudio y experimentación hacia temas de solución inmediatos mediante un proyecto-tesis con duración de dos (2) años.

El doctorado buscaría profundizar en aquellos que ya estén conscientes de esta área, aquellos que ya están permeados y que desean ser investigadores, pensadores y diseñadores de soluciones fundamentadas ingenieril, filosófica y tecnológicamente. Se puede pensar en que el doctorado sea algo profundo, de investigación, estudio, experimentación, análisis, reflexión e implementación, con una tesis desarrollada a lo largo de cuatro (4) años.

Programa de Maestría en EE

Este autor conceptualiza cuatro fases (A - D) mediante las cuales se puede adentrar en la EE vía el establecimiento de un programa de maestría. El programa de maestría y sus fases fue pensado por este autor y, su necesidad es reforzada cuando los expertos de la muestra lo avalan. Los participantes sugieren que un ingeniero de carrera pueda cursar una maestría en educación aplicada hacia la ingeniería (A12.12, A12.13), misma que considero se pudiera cursar antes o después de que se haya obtenido una maestría en ingeniería.

Un programa de maestría en EE será de utilidad al ingeniero-docente que imparte clases en licenciatura. En caso de que un ingeniero de carrera que se desempeñe o aspire a estar en la docencia, la maestría en EE le daría una visión, una ideología y conocimientos para involucrarse en cualquiera de las líneas de investigación de la EE propuestas en esta tesis doctoral y, estaría estudiando un programa afín al trabajo que desempeña (o que desempeñaría) y le serviría para su crecimiento profesional. Para el caso del maestro que ya cuenta con una maestría ingenieril, y que desea saber acerca de la educación de su disciplina, estudiar una maestría en EE le ayudaría a su carrera y se pudiera involucrar en la filosofía y conocimientos de esta área que lo sumergirían en un proceso híbrido que es posible combinarlo con su área técnica ya que existen dentro de las líneas de investigación de la EE, ramas que le permitirían hacerlo.

Algunos países cuentan con maestrías en EE (E.U.A., Australia, Finlandia, Alemania, Suecia, Cuba, Filipinas, etc.); contar con estos especialistas, pudiera incrementar la presencia de esta disciplina en las facultades de ingeniería e iniciar la concientización del claustro ingenieril, que a la postre iniciaría la solución de la problemática de la ingeniería. Los programas de ingeniería de pregrado se verían beneficiados de manera directa cuando el ingeniero que les imparta clases pueda tener un posgrado del área ingenieril con un entendimiento filosófico del área.

El programa de maestría en EE abrirá nuevos horizontes a aquellos docentes de ingeniería que tengan interés en cursar un programa de una disciplina que les servirá para su desempeño docente, así como para su crecimiento profesional. Es una opción que erradica los diplomados o cursos fallidos que reciben los ingenieros y, que los prepararía en un área propia de ellos. Es una maestría que puede ser cursada como primera opción para los futuros docentes de ingeniería, y como opción de formación y adquisición de conocimiento continuo para los docentes de las facultades de ingeniería.

La evolución de las fases del desarrollo del programa de maestría se expone a continuación. En la Fase A, se pudiera tener una formación similar a la existente en las maestrías en enseñanza de las ciencias (Biología, Física, Matemáticas) que en la UANL se imparten con escuela sede en la Facultad de Filosofía y Letras y en conjunto con otras facultades. En este punto, se puede decir que se tendría una maestría en enseñanza o una maestría en educación (dependiendo el contenido del programa) con una orientación hacia la EE. La Fase A tendría como profesores a los egresados de cualquiera de las *Fases* del programa doctoral en EE, en conjunto con otros doctores que compartan la visión del área, impartan cátedra en el programa de maestría. En cada una de las siguientes fases, la idea es que los egresados de las Fases del programa doctoral ocupen esos espacios, pues serían los conocedores del área, sin olvidar que se fomenta el involucramiento de docentes que deseen colaborar y que estén orientados hacia la EE.

La Fase B consiste en incluir en la maestría, proyectos-tesis con una orientación hacia las líneas de investigación de la EE que se definen en la presente tesis doctoral. Aquí se puede decir que se tiene una maestría en educación con acentuación en EE.

La Fase C consiste en contar con un núcleo epistemológico ya consolidado y tener cursos propios de él. En esta fase, se tiene una maestría en educación con especialidad en EE.

La Fase D consiste en tener ya en la maestría el involucramiento total en las líneas de investigación de la EE en las tesis, contar con un núcleo epistemológico y además, tener materias propias de la EE. Es esta fase ya se tiene de manera completa la maestría en EE. .

Dependiendo de la fase en la que se encuentre el programa de maestría, se pudiera pensar en que evolucione de una maestría de área específica, hacia una maestría en ciencias. Como se verá al analizar la creación del programa doctoral, la creación de la maestría se ve más inmediata, por lo menos en las *Fases A y B*.

Perfil de ingreso al programa de maestría

El aspirante debe demostrar la capacidad técnica y de abstracción (A16.3); i.e. que su capacidad de análisis en su época de estudiante haya sido probada. En lo que respecta a su desempeño académico, debe haber sido un estudiante que haya tenido muy buenas calificaciones (A16.4). Porque haber sido un buen estudiante implica que tiene disciplina, capacidad de abstracción, que le gusta investigar, desarrollar y que tiene creatividad; y todo esto, implica que también le gusta el ambiente académico (A16.5) ya sea porque está en docencia o en administración escolar.

Los requisitos de ingreso al programa de maestría en EE (en cualquiera de sus fases), serían que el aspirante sea egresado de un programa de pregrado en ingeniería (licenciatura). No se requiere experiencia dentro de una escuela de ingeniería; sin embargo, se recomienda que el aspirante a ingresar al programa, tenga en su plan de vida profesional la intención de trabajar dentro de alguna facultad de ingeniería, en alguna área que esté

ligada con alguna de las líneas de investigación de la EE, ya que al estudiar la maestría se le involucrará en alguna facultad de ingeniería. De igual manera, personal que ya labora en un área educativa (por ejemplo, los asistentes de docencia que son ingenieros titulados) y que requiere tener el grado de maestría, tendría una opción más en cuanto a programas relacionados curricularmente con la ingeniería. El aspirante a ingresar al programa de maestría, pudiera también ser aquel que ya se encuentra laborando en un área (docente o administrativa escolar) dentro de un plantel de ingeniería. El aspirante podría ingresar directamente de la licenciatura o bien, teniendo ya otros estudios de posgrado.

Como puede haber aspirantes que provengan directamente de licenciatura, sería conveniente que para garantizar su capacidad técnica y de abstracción, se ponderen por individual (no sólo el promedio final de la carrera) las calificaciones obtenidas en las materias "duras" del programa de ingeniería de pregrado cursado, i.e. que se vea que las calificaciones obtenidas en las materias duras "cruciales" que involucran conocimiento matemático, físico y rigor ingenieril sean altas.

Requisitos del programa de maestría

El programa de maestría debe tener una duración mínima de dos (2) años. Dicho programa deberá buscar que los aspirantes a ingresar tengan capacidad técnica-científica-ingenieril, así como la apertura y/o el interés para adentrarse en la EE. El programa los involucrará en una tesis con duración de al menos dos años. Es recomendable que se pida a los aspirantes haber estado involucrados en clases de laboratorios y proyectos durante sus estudios de licenciatura, durante el estudio de otra maestría (si la tuvo) y que mientras estudian su maestría en EE, se encuentren impartiendo algunas clases o estén involucrados en actividades, dentro de algún recinto académico, afines a la línea de investigación que cursan.

Perfil de egreso del programa de maestría

El egresado de la maestría podrá participar en la cátedra ingenieril de materias de licenciatura y/o maestría. Será un profesional del área de la EE. El egresado podrá

desempeñarse en sus labores docentes ingenieriles dependiendo de la línea de investigación de la EE (incluyendo la administración escolar) que haya seleccionado. Al contar con una maestría que le permite congeniar el área técnica y la educativa, su *performance* tenderá a ser óptimo ya que podrá tener conocimientos técnico-ingenieriles y educativo-ingenieriles fundamentados en una filosofía propia de la disciplina.

Las variadas líneas de investigación le permitirán al ingeniero, que la labor que desempeñe en la facultad sea mejorada, o bien, le ayudará a adentrarse en otras nuevas asignaciones dentro de su plantel ingenieril. El impacto que los alumnos tendrán será de relevante ya que su maestro tendrá conocimientos, herramientas, competencias, experiencia y perfil que los involucrará a ellos en una nueva vivencia del *saber* ingenieril.

Programa de Doctorado en EE

La creación de un programa doctoral sería también una manera formal para contribuir en la preparación de los especialistas de EE y así continuar con el establecimiento de esta área. Debido a que la maestría tiene un propósito distinto al del doctorado en EE, deben de existir materias distintas en el programa de maestría y el doctoral. Este autor plantea cuatro fases (1 - 4) mediante las cuales se puede adentrar en la EE vía el establecimiento de un programa doctoral:

La Fase 1 fue pensada por este autor desde antes del inicio de la investigación, así como también fue sugerida por los participantes durante el estudio de campo (A9.1, A10.3, A12.1). La Fase 1 consiste en que los ingenieros-docentes realicen un doctorado en educación para tomar lo necesario de la Educación y aplicarlo a la Ingeniería. El asesor de tesis tiene que ser un especialista en educación que esté receptivo, sea cercano o pertenezca a la cultura ingenieril; y que con su conocimiento, ideas y *expertise* dirija, enriquezca y lleve a buen término el proceso de investigación. De igual manera, es necesario contar con sinodales que tengan una apertura hacia un área híbrida y que contribuyan con sus ideas y conocimientos interdisciplinarios a la causa de la tesis doctoral. El doctorante tiene que ser ingeniero, con maestría de ingeniería y que esté involucrado en la docencia del área. El doctorante requiere orientar toda la investigación hacia el área de EE para así lograr una

especialidad en dicha área. En el caso de este autor, esta fase ya está concluida. La Fase 1 se puede continuar aplicando con otros futuros ingenieros que se quieran adentrar en ella para seguir construyendo la EE en México. Las fases siguientes a la Fase 1 son ideas propias de este autor para la creación de un programa doctoral en EE.

La Fase 2 consiste en tener a la EE como una línea de investigación dentro del Ph.D. en Educación que actualmente se imparte en la UANL. En esta fase, el ingeniero-docente posgraduado en ingeniería que se adentre en la Educación, puede ser guiado en su tesis por los ingenieros que tienen maestría en ingeniería y que cuentan ya con un doctorado en educación orientado hacia EE (i.e. los egresados de la Fase 1). Las clases que se imparten en el doctorado siguen siendo las indicadas en el plan doctoral vigente. Las líneas de investigación son las indicadas en este Capítulo VI.

La Fase 3 consiste en tener a la EE como una especialidad dentro del Ph.D. en Educación actual. Se tendría que cumplir con lo indicado en la Fase 2 en lo referente al asesor de tesis. En lo que respecta a las materias, se continuarían llevando la mayoría de las materias del programa en educación; pero cambiando algunas de ellas por materias que traten temas filosófico-educativo-ingenieriles para ir formando un núcleo epistemológico que selle al egresado. Donde al menos las materias que tratan con estos aspectos sean impartidas por ingenieros-docentes ya egresados de las fases anteriores. El bloque epistemológico pudiera tratar de materias de ideología y filosofía educativa ya aplicadas a la ingeniería. Se pudieran también incluir materias que toquen temas específicos de la EE. En esta fase se continúa cursando las materias propias del Ph.D. en Educación.

La Fase 4 es ya contar con un doctorado en EE por sí mismo. Donde se cumple lo establecido en las Fases 2 y 3 en lo que respecta al asesor de tesis y en llevar algunas materias que conformen un núcleo epistemológico-ingenieril. En esta fase, se agregan materias propias del área de educativa-ingenieril, formando éstas un segundo bloque de materias (además de la tesis). Este segundo bloque puede tener materias que correspondan a las necesarias para la rama de la EE que el alumno está estudiando o ser fijas de manera genérica. Tentativamente, se visualizan tres bloques que formen el programa doctoral; las

materias en dichos bloques ya se verían en un futuro, así como su orden, contenidos, y la conformación oficial de cada uno de los bloques. Uno de esos bloques (el tercero) debe ser de materias propias del programa doctoral en Educación para que se construya, desde su inicio, la integración que se está buscando entre las dos áreas, las dos culturas, y entre los distintos miembros de ellas.

Perfil de ingreso al programa doctoral

En lo que respecta a su desempeño académico, debe haber sido un estudiante que haya tenido muy buenas calificaciones (A16.4). Porque haber sido un buen estudiante implica que tiene disciplina, capacidad de abstracción, que le gusta investigar, desarrollar y que tiene creatividad; y todo esto, implica que también le gusta el ambiente académico (A16.5).

Es importante que sus conocimientos y competencias ingenieriles sean sólidos para que las continúe aplicando en sus clases, durante y después del estudio doctoral. Es importante que el candidato a ingresar sepa de antemano que él no va a dejar de ser un docente de ingeniería, sino que va a ser un docente de ingeniería con una preparación también del área de educación; pero aplicada a la ingeniería. El ingeniero aspirante debe tener un "cariño" a la enseñanza (A16.6), a la educación, un "eros" pero sin descuidar la ingeniería. Debe dominar la ingeniería, que la viva, para que pueda explicarla. El saber del área ingenieril permite explicarla; la educación le va a ayudar a explicarla y lo va a concientizar.

Además, debe demostrar la capacidad técnica y de abstracción (A16.3); i.e. que su capacidad de análisis en su época de estudiante y durante su labor docente y/o de investigación haya sido probada. Así, se garantizará la profundidad de las clases que imparte y que el aspecto educativo que aprenderá no afectará su desempeño técnico, sino que lo mejorará.

El perfil de ingreso que se desea tenga el especialista de EE es muy importante para poder desarrollar dicha disciplina en México. Los requisitos mínimos de ingreso deseados

a un programa de EE son: que sea ingeniero con maestría en ingeniería (A16.1, A16.2, A16.3, A16.7, A16.8, A16.9).

Se pueden presentar dos casos con respecto al *background* de los aspirantes al programa doctoral. El Caso 1 es donde el ingeniero tiene su licenciatura y maestría, ambas en el área de ingeniería en la cual da clases (A16.8, A16.9). De esta manera, podrá haber visto en su estudio y después en el ejercicio profesional la problemática ingenieril educativa, haber enfrentado las situaciones de la ingeniería y de su educación en la misma área de *expertise* en la cual es especialista. También podrá haber comprendido muchas cuestiones involucradas en la docencia y en la ingeniería. Asimismo, habrá de haber ya tratado técnicas propias y otras sugeridas para enfrentar la problemática.

Como se ha visto, los participantes de la muestra hacen ver su interés en que el egresado del doctorado en EE sea ingeniero con licenciatura y maestría en el área en la cual trabaja, i.e. en la cual imparte clases. Esto implica que la licenciatura y la maestría sean de la misma área (por ejemplo, que ambas sean de Ingeniería Eléctrica). Esto les garantiza su lenguaje técnico, propio de ciertas especialidades de la ingeniería, sobretodo en aquellas donde la ingeniería dura, la matemática y/o la física se encuentran presentes. Contar con una maestría de la misma área que estudiaron en licenciatura, les permitiría a ellos involucrarse en los proyectos de implementación más a fondo pues son especialistas de un área técnica de la ingeniería. Esta opción es la ideal que propone la muestra.

El Caso 2 también es mencionado por la muestra, en la cual los ingenieros deben contar con una licenciatura y maestría en ingeniería (A16.1, A16.3, A16.7), y que no es necesario que ambas sean de la misma área, sólo implica que sean de ingeniería. En este caso donde el área de la carrera de ingeniería y la maestría de ingeniería no son iguales, pueden caber los ingenieros que tienen maestría en el área donde imparten clases (A16.2), i.e. que el profesor (ingeniero) imparte clases en la rama en la cual estudió la maestría y que ésta es distinta a su carrera. Siguiendo con esto, se puede ver el proceso inverso, donde el docente es ingeniero y tiene maestría de ingeniería, pero imparte clases en el área en la cual estudió la licenciatura.

Se puede presentar también el caso cuando un ingeniero egrese de la maestría en EE y decida continuar con el doctorado en EE, pero que no cuenta con una maestría en ingeniería. En esta situación, para cumplir con las expectativas que los participantes de la muestra solicitan para ingresar al doctorado, el aspirante tendría que estudiar primero una maestría en ingeniería (A16.1, A16.2, A16.3, A16.8, A16.9).

Requisitos del programa doctoral

Se recomienda que la duración mínima del programa doctoral sea de cuatro (4) años, que el alumno cuente ya con una licenciatura y maestría en ingeniería. Debe tener experiencia docente en el nivel de licenciatura de al menos cinco (5) años después de haber concluido el nivel de maestría (en EE o en alguna ingeniería). Es recomendable que el programa pida a sus aspirantes el que hayan estado involucrados en investigación, clases de laboratorios, proyectos, etc. y que se encuentren impartiendo algunas clases durante el estudio doctoral. Se recomienda que el número de materias, la manera de impartir cátedra y la visión integral del actual Ph.D. en Educación sean heredadas al nuevo programa.

Perfil de egreso del doctorado

El perfil de egreso del especialista en EE es primordial para el desarrollo de esta disciplina en México. Se desea que sea una persona que esté formada en el área de educación; pero de la ingeniería (A17.1). Que sea un especialista capaz de analizar de manera más concreta (A17.2), profunda y hasta filosófica ambas áreas (Educación e Ingeniería). Va a ser un egresado que tenga conocimientos de Ciencia e Ingeniería y que también tiene conocimientos de educación.

El egresado será un <u>especialista</u> en conocimientos educativos aplicados, para y desde la ingeniería misma. Va a conocer de filosofía y epistemología ingenieril, filosofía educativa general, de humanismo, de metodologías y estrategias, de tecnología, y de educación; pero sobretodo, sabrá que la ingeniería y la educación convergen en un mismo punto, en un mismo objetivo, en la *Educación para la Ingeniería.*

Es muy importante que no olvide que es y debe continuar siendo ingeniero. El egresado se será un docente de ingeniería, diestro en el área técnico-científica; pero además con una formación y visión diferentes, "más educativo" sin dejar de ser fuerte en la ingeniería.

Recordemos lo indicado por los participantes del estudio de campo: el egresado va a continuar siendo profesor de Ingeniería por lo que *sabe* del área de Ingeniería. La Educación le va a facilitar enseñar, comprender al alumno y explicar; pero debe *saber* de ingeniería primero (A17.3). La Educación lo va a concientizar en el "qué" y en el "cómo" explicar; pero él seguirá explicando Ingeniería. Al saber de ingeniería y además de educación, va a poder entender mejor a los alumnos, "medirse" sin afectar el rigor ingenieril, va a ser mejor docente, pues dominará la Ingeniería y sabrá de Educación (A17.4).

El egresado del doctorado que tiene maestría y licenciatura ingenieriles de la misma área, podrá desempeñarse en la docencia e investigación del área de ingeniería de pregrado, maestría y doctorado, pues su formación ingenieril ya es sólida pues cumple con la especialidad técnica y reúne las características ideales fijadas por la muestra de aquel que ingresó al doctorado en EE. De igual manera podrá enseñar e investigar en el área de EE en maestría y doctorado (Caso 1). El egresado del doctorado que tiene maestría y licenciaturas ingenieriles de distintas áreas (caso también expresado por la muestra) podrá estar involucrado en la docencia e investigación ingenieril de pregrado y maestría y, en el de doctorado ingenieril si cumple con los requisitos técnicos. De igual manera estará en la enseñanza e investigación de la EE en maestría y doctorado (Caso 2).

El especialista egresado tendrá las credenciales académicas que requiere la comunidad ingenieril y tendrá la validez que exigen los humanistas. El doctor en EE podrá contribuir en las escuelas de Ingeniería y en las de Educación por su preparación bipartita e integral.

Sería recomendable que dentro de las facultades de ingeniería se incorporen este tipo de especialistas en un área docente, administrativa y/o de investigación, para que la ingeniería que hagan, tenga como bases el conocimiento y la visión de la EE.

La visión de los ingenieros en la Educación también da un "*plus*" debido a que su forma de pensar es menos subjetiva. Tienen una mentalidad más estructurada, más científica, más técnica, más algorítmica de razonar, entender y solucionar las cuestiones. La Educación para la Ingeniería generará ingenieros-docentes con una formación integral, completa y filosófica, que en el futuro educará de manera integral. Los docentes, al ser ya ingenieros, educan acerca de los conocimientos ingenieriles; pero ahora, con la preparación integral, el *saber* técnico-ingenieril puede ir hacia niveles más altos, a niveles que se encuentren por arriba del conocimiento para la aplicación y de los conocimientos científicos, al nivel de un *saber* interconectado con todos los ámbitos del *conocimiento*.

Este tipo de visión no mermará el *saber* ni la rigurosidad ingenieril, sino al contrario, permitirá un mayor conocimiento, integración e interacción con las demás disciplinas. Este tipo de educación de la ingeniería permitirá acercarnos al verdadero conocimiento que se debe predicar en la universidad. Enriquecerá en sobremanera el nivel de pregrado y de igual manera al posgrado de las áreas de la ingeniería. El egresado del doctorado podrá participar en la cátedra de pregrado, maestría y doctorado.

Pero el enfoque hacia el pregrado es muy importante pues es éste donde se forma al verdadero ingeniero, es éste el que marca la vida, es éste el que prepara a la persona para sus futuros desempeños profesionales; y claro que es éste el que hace de primera instancia al ingeniero. La importancia del pregrado en la ingeniería ocurre además porque la mayoría de las personas estudiarán hasta este nivel académico, independientemente de que continúen su educación o actualización; pero la realidad ha indicado e indica, que la gran mayoría de los trabajos requieren de buenos ingenieros, y que con los conocimientos que obtienen durante sus estudios de licenciatura pueden y deben sacar adelante el diseño, la operatividad y el mantenimiento de las plantas. Además, dentro de los estudios de la licenciatura, el futuro ingeniero recibe preparación en varios campos afines a su área, y es

ampliamente sabido, que un buen ingeniero que domine esos conceptos que aprende durante su estancia universitaria, tendrá mayores herramientas para enfrentar la vida. Es muy importante subrayar que los conocimientos que tenga que aplicar el ingeniero deben estar bien dominados para poder salir adelante incluso en situaciones altamente demandantes.

Aportación hacia la Sociedad del Conocimiento

Existe una situación clave marcada por la problemática extraordinaria y desorbitante del conocimiento del *conocimiento* y su paradoja intrínseca que consiste en la necesidad de que el operador del *conocimiento* debe convertirse al mismo tiempo en objeto de *conocimiento*. Paradoja que consideramos una de las principales para elucidar el futuro de la *sociedad del conocimiento* (Morin, 2003). Es entonces que las personas involucradas en el proceso educativo-ingenieril (los docentes de ingeniería) deben de ser ellos mismos los involucrados en el cambio y ser, a la vez, el objeto de estudio para que se pueda, en verdad, transformar los procesos educativos e ingenieriles, de docencia y de investigación, para poder vivir y convivir en una verdadera sociedad del conocimiento.

En algunos países, no sólo se ha adoptado, en menor o mayor proporción, un cambio, una transformación al incorporar disciplinas como la Educación para la Ingeniería. Sin embargo, es notorio saber que existen ya trabajos y establecimientos, no solamente del área, sino como es que también se han creado institutos o comités de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) en otros países, para elucidar y enfrentar estos problemas, porque en palabras de Morin: "ninguna disciplina instituida permite elucidar este tipo de interacciones". La pregunta aquí que viene sería: ¿la educación, la ciencia y la ingeniería estarán conscientes de que es necesaria una transformación?

Es importante resaltar que para poder enfrentarse a los problemas, no debemos de pensar como si fuésemos computadores que siguen un programa, sino que debemos de seguir una estrategia. Pues una estrategia, como dice Morin (2003), se despliega en las situaciones aleatorias, ante los obstáculos y la diversidad, para alcanzar sus fines. El programa sólo puede tolerar una dosis débil y superficial de errores en su funcionamiento.

La estrategia puede sacar provecho a sus errores; mientras que el programa necesita el control y la vigilancia computante. Si aplicamos estrategias basadas con los nuevos "rompe-paradigmas", podremos alcanzar objetivos inalcanzables con las teorías que conocemos como "lógicas". Esto contribuirá para que la sociedad del conocimiento surja.

Es primordial saber que los primeros pasos se encuentran en:

- Aceptar que esto es un proceso que nace para satisfacer necesidades.
- Que se van a encontrar resistencias y cuestiones en contra, pues todo cambio, aunque sea positivo, tiene que enfrentarlas.
- Convencerse que el nacimiento es imparable, pues es necesario y meritorio
- Que la única constante en la era posmoderna es el cambio

La sociedad del conocimiento no sólo exige grandes cambios en las estructuras, pues si no se dieran esos, no sería entonces una sociedad del conocimiento, seguiría siendo una sociedad de la era moderna. Y esos cambios requieren de "cambios" en la manera en la cual se piensa, desarrolla y se planea la educación. No es posible ingresar a una era del conocimiento sólo con el hecho de ser declarado o de que sea la idea que se tiene. Al igual que en la era industrial, la de sistemas, la de la informática y la de la calidad aparecieron, su incorporación venía acompañada de revoluciones en la manera de pensar, de actuar, de trabajar, etc. Es entonces que una revolución dentro de la posmodernidad es la creación de las sociedades del conocimiento, y una parte de ese movimiento tiene que venir desde adentro, aunque se puedan presentar obstáculos, la finalidad es lograr la contribución al establecimiento de esta nueva sociedad.

Una sociedad del conocimiento no puede alienar una necesidad, una petición, un requerimiento académico y social, pues lo que se busca es en realidad de que haya en verdad conocimiento vivo, multi, inter y transdisciplinario que pueda ser formado por la unión física, mental y social de personas capaces de contribuir a la generación de ese conocimiento, a la solución de problemas, al desarrollo de aplicaciones, a la investigación con logros tangibles, etc., i.e. a factores que eleven el nivel de vida de la sociedad. De esta

manera se llegará a una verdadera sociedad del conocimiento que esté ligada a la infraestructura industrial y que se refleje en el bienestar de las personas.

Visión a futuro

Debido a que los ingenieros tienen una presencia tangible en la sociedad ya que se encuentran laborando en muy distintas áreas donde se requiere en alguna medida de las habilidades y/o conocimientos de la Ingeniería, aunado a que con el tiempo se llevará a cabo la consolidación de la EE como disciplina, se puede vislumbrar que va a llegar el día en el cual la EE y las demás disciplinas denominadas "educaciones para las" aporten conceptos y conocimientos educativos nuevos a los ya existentes del área de la Educación.

Asimismo, también pudiera suceder que, como se está construyendo la EE, conceptos existentes en la Pedagogía surjan también en la Ingeniería, aunque tengan nomenclaturas distintas. Sin embargo, incluso la distinta nomenclatura estaría justificada, pues el término con el cual se le nombre a esos conceptos tendrá una relación, un significado, una afinidad más óptima para el grupo socio-cultural que los va a usar.

De igual manera, se puede contemplar que al contar con la EE, las distintas facultades podrán tener una convivencia social y académica más estándar, más integral y podrán realizarse actividades multi, inter y transdisciplinarias de manera más sencilla, pues se tendrán especialistas que actuarán como puentes intelectuales entre ellas. Asimismo, la educación que proporcionarán estas *personas* (nótese el término humanista) será cada vez de mayor impacto, pues sus alumnos verán en sus clases y en su vivir, la universalidad del conocimiento que toda universidad busca.