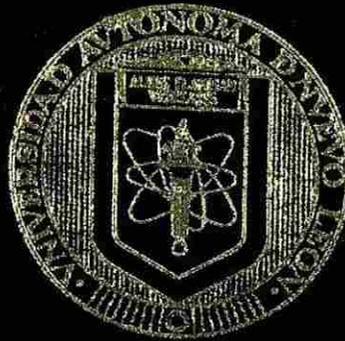


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



CONTRIBUCIONES A LA *ENGINEERING EDUCATION*
NACIONAL E INTERNACIONAL Y
ESTABLECIMIENTO DE ESTA DISCIPLINA EN MEXICO

Por

VICTOR MANUEL CAZARES RANGEL

Como requisito parcial para obtener el grado de

Doctor en Filosofía
con especialidad en Educación
- Ingeniería -

NOVIEMBRE DE 2006

CONTRIBUCIONES A LA INVESTIGACION
EDUCATIVA

INACCIONAL E INTERACCIONAL Y
MORFOLÓGICA

ESTADÍSTICA DE ESTA DISCIPLINA EN MEXICO

V.

M. C. R.

TD
Z7125
FFL
2006
.C378



1020154798



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

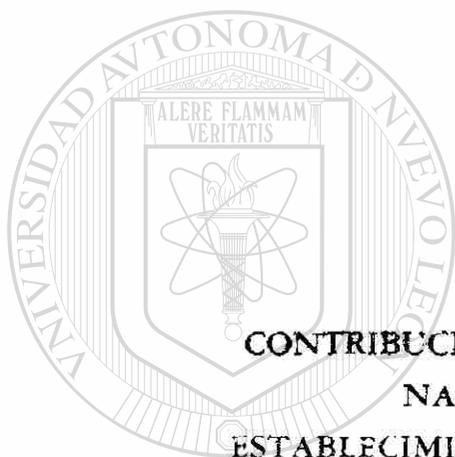


DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE FILOSOFIA Y LETRAS

DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO



CONTRIBUCIONES A LA *ENGINEERING EDUCATION*
NACIONAL E INTERNACIONAL Y
ESTABLECIMIENTO DE ESTA DISCIPLINA EN MEXICO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Por

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
VÍCTOR MANUEL CAZARES RANGEL

Como requisito parcial para obtener el grado de

Doctor en Filosofía
con especialidad en Educación
- Ingeniería -

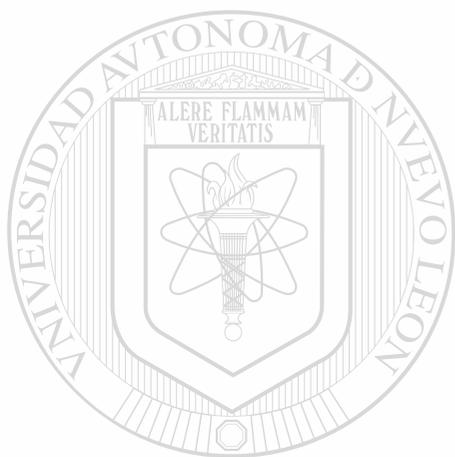
NOVIEMBRE DE 2006

TD
27125
FFL
2006
.C378



**FONDO
TESIS**

1021010



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE FILOSOFÍA Y LETRAS
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO



CONTRIBUCIONES A LA *ENGINEERING EDUCATION*
NACIONAL E INTERNACIONAL Y

ESTABLECIMIENTO DE ESTA DISCIPLINA EN MÉXICO

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Por

VÍCTOR MANUEL CÁZARES RANGEL

Como requisito parcial para obtener el Grado de

Doctor en Filosofía

con especialidad en Educación

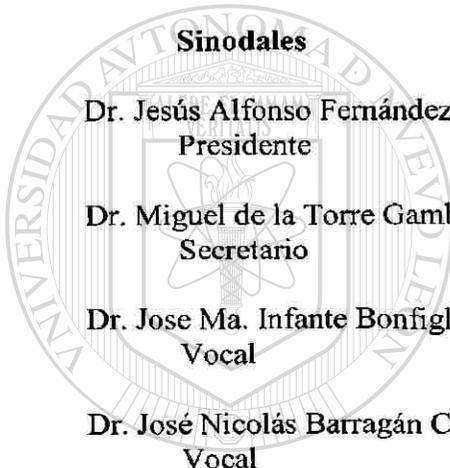
- Ingeniería -

Noviembre de 2006.

APROBACIÓN DE DOCTORADO

CONTRIBUCIONES A LA *ENGINEERING EDUCATION*
NACIONAL E INTERNACIONAL Y
ESTABLECIMIENTO DE ESTA DISCIPLINA EN MÉXICO

Director de Tesis: Dr. Jesús Alfonso Fernández Delgado



Sinodales

Dr. Jesús Alfonso Fernández Delgado
Presidente

Dr. Miguel de la Torre Gamboa
Secretario

Dr. Jose Ma. Infante Bonfiglio
Vocal

Dr. José Nicolás Barragán Codina
Vocal

Firma

Dr. Ernesto Rocha Ruiz
Vocal

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

M.C. Gabriela Adriana Elizondo Regalado
Subdirector de Posgrado de Filosofía y Letras

DEDICATORIAS



A Dios, el Doctor de doctores.

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

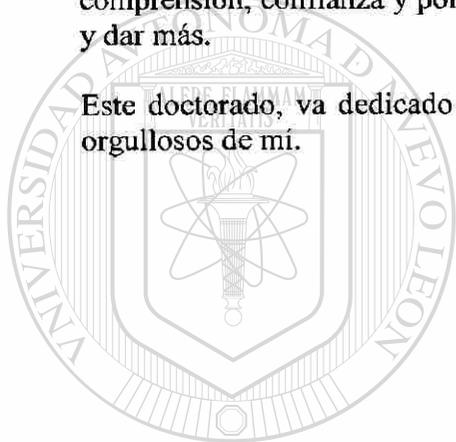
®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

A Dios, por amarme mucho y ser mi Padre, Guía y Maestro.

A mi madre Ma. Guadalupe y a mi padre Víctor Manuel, por su amor, cariño, apoyo, comprensión, confianza y porque desde niño siempre me han motivado e impulsado a saber y dar más.

Este doctorado, va dedicado en especial para ustedes tres, porque me aman y se sienten orgullosos de mí.



Su hijo,
Víctor Manuel

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

A mis hermanos, Joel, Raziel y Azael.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RECONOCIMIENTOS

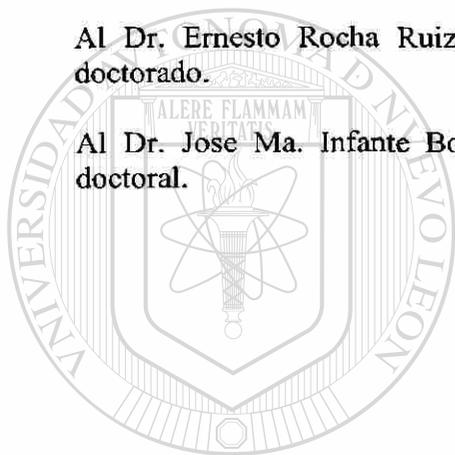
Al Dr. Jesús Alfonso Fernández Delgado, por su apoyo, confianza, valoración, defensa y dirección de esta tesis.

Al Dr. Miguel de la Torre Gamboa, por su apoyo, confianza, valoración, defensa y guía de esta tesis.

Al Dr. José Nicolás Barragán Codina, por recibirme y apoyarme desde el inicio de mis estudios doctorales, por su confianza, valoración y defensa de esta tesis.

Al Dr. Ernesto Rocha Ruiz, por su apertura, confianza y apoyo desde el inicio del doctorado.

Al Dr. Jose Ma. Infante Bonfiglio, por sus observaciones y sugerencias en esta tesis doctoral.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

RESUMEN

Los ingenieros son los responsables del análisis, diseño, implementación, desarrollo, operación, corrección y mantenimiento de la maquinaria y de los procesos en donde éstas actúan. Toda industria depende de ese recurso humano ingenieril para llevar a cabo las tareas que le permiten funcionar y producir. Es entonces, que el tipo de educación que se brinda a los futuros ingenieros es un tema de prioridad para la economía de las naciones.

Las escuelas de ingeniería, así como las de medicina y otras disciplinas muy específicas, transmiten sus conocimientos, teorías, prácticas y herramientas a sus alumnos mediante una enseñanza impartida por profesionistas egresados con el mismo *background*. Es de suma importancia que la enseñanza de la ingeniería resida en los ingenieros mismos, ya que ellos son los especialistas en su área de conocimiento y están permeados del ejercicio de la ingeniería en cualquiera de sus campos.

Siendo la ingeniería un área exacta, compleja, con áreas sólidas y con áreas dinámicas, la educación que debe ser proporcionada requiere de una alta tecnicidad y dominio del conocimiento. Ese perfil de especialización, de ciencia exacta, con el que cuentan los docentes de ingeniería requiere, además, de otras características tales como contar con habilidades, destrezas y competencias por parte del docente, así como conocimientos de educación que puedan ser aplicados a la ingeniería; conocimientos vistos desde la percepción de la ingeniería misma.

En algunas universidades de otros países, se ha visto en el pasado la problemática expuesta y se abocaron a resolverla. Para ello, se tuvo que crear un área, una disciplina nueva, que tomara lo necesario de la Educación, lo adaptara o cambiara, y que siendo ingenieros de carrera, crearan lo necesario para hacer que la ingeniería no fuera afectada en su solidez, sino que mejorara. En México, hasta el día de hoy, la resistencia que se ha sentido y documentado hasta ahora, muestra que existe una gran separación entre esas dos áreas: la Educación y la Ingeniería.

En esta investigación de orden *exploratorio-descriptivo* se expone la importancia de la ingeniería, de la educación de la misma y de la necesidad que se ha visto y se ve en otros países y en el nuestro. Primeramente, se exponen las acciones y soluciones que se han propuesto y realizado en algunos países extranjeros y la manera en la cual ellos ubican la problemática. De igual manera, se comentan los aspectos de los obstáculos en común que se presentan en la situación nacional.

Posteriormente se analizan las teorías educativas-filosóficas en las cuales se sustenta el discurso que funciona como fundamentación para exponer la necesidad y la importancia de la presencia de esta área ingenieril-educativa. En esta justificación, se continúa con el forjamiento de esta nueva disciplina en México según la problemática nacional sin perder el soporte educativo-filosófico-ingenieril.

Para poder enfrentar un problema de tales dimensiones, era necesario comprender lo complicado de éste; por lo que se propone para estos fines una metodología acorde a la complejidad y magnitud de la problemática, siendo la teoría de la deconstrucción del conocimiento, de la complejidad, del caos, las distintas ideologías y políticas educativas, así como la sociología de la educación, las seleccionadas para enfrentar un problema de esta envergadura y así, comprender y resolver la situación compleja de la Ingeniería y su educación. La perspectiva que tienen estas teorías contemporáneas, consideramos, es la más adecuada ya que permiten la apertura intelectual para enfrentar esa serie de situaciones complejas.

Teniendo los justificantes de literatura y acciones extranjeras, así como un sustento educativo-filosófico-ingenieril, el conocimiento de la problemática nacional y la comprensión de la situación por medio de estas teorías contemporáneas de la complejidad y el caos, se parte a aplicar estrategias de investigación para posteriormente analizarlas estadísticamente y así, concluir la justificación de la necesidad inminente de esta área de la Educación para la Ingeniería en México.

ÍNDICE

DEDICATORIAS.....	i
RECONOCIMIENTOS.....	iv
RESUMEN.....	v
ÍNDICE.....	vii
Lista de Figuras.....	xii

CAPÍTULO I

NATURALEZA y DIMENSIÓN del ESTUDIO

Problemática.....	1
Introducción.....	1
Antecedentes.....	1
Enfoque.....	2
Declaración del problema.....	3
Preguntas subordinadas.....	5
Objetivos específicos.....	5
Relevancia del Estudio.....	6
Propósito de la investigación.....	6
Importancia y justificación del estudio.....	6
Supuestos básicos.....	8
Limitantes.....	9
Delimitaciones.....	10
Definición de términos.....	11
Ingeniería.....	11
Engineering Education.....	12
Otros términos.....	13

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Introducción.....	14
Cultura Ingenieril.....	17
Idiosincracia.....	17
Cultura.....	19
Educación para la Ingeniería.....	21
Necesidad de la Educación para la Ingeniería.....	21
Educación para la Ingeniería con una visión nacional.....	21
Importancia de la Educación para la Ingeniería.....	22
Compromisos educativos de la Ingeniería.....	26
Modos de educación ingenieril.....	26
La experiencia como factor de aprendizaje en la Educación para la Ingeniería.....	28
Educación en la era Postmoderna.....	30
Performatividad Cognitiva.....	30
Integradores, Especialistas y Expertos.....	31
Educación e Investigación.....	33

Globalización del conocimiento	35
Riesgos y efectos de la globalización posmoderna.....	36
Educación ingenieril	38
Educar en Ingeniería	38
La construcción del nuevo sistema escolar ingenieril	39
Investigación.....	42
Paradigma de la cultura ingenieril	43
Discursos de la Ingeniería y Educación.....	44
Los métodos de la educación y la ingeniería	44
Los métodos de la ciencia y la ingeniería	45
El conflicto entre Ingeniería y Educación: Crítica contra la ciencia exacta	46
El conflicto entre Ingeniería y Educación: Crítica contra las ciencias sociales.....	46
Resistencias entre la Educación y la Ingeniería.....	47
La construcción de una nueva área: surgimiento de la Educación para la Ingeniería en México	49
La resistencia al cambio.....	51
Fundamentación Epistemológica.....	53
La necesidad del pensamiento complejo	53
Sistemas, Integración, Interdisciplinariedad y Transdisciplinariedad	55
Surgimiento de la Teoría del Caos.....	56
Fundamentación físico-matemática de la teoría del caos	57
Visión científica-ingeneril de la teoría del caos	59
La Complejidad y el Caos en la Ingeniería.....	61
Extensión de la teoría del caos hacia el ámbito educativo-ingeneril	63
La deconstrucción del conocimiento	65

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

El Método	68
Metodología de la Investigación.....	68
Definición de los métodos cualitativos usados en esta investigación.....	69
Análisis de contenido.....	69
Observación	69
Consulta a expertos.....	70
Investigación-acción	70
Focus Groups	70
Aplicación de la Metodología.....	71

CAPÍTULO IV

ESTUDIO de CAMPO

Preliminares	75
Objetivos.....	75
Técnicas y teorías aplicadas.....	75
El Estudio.....	76
Población	76
Representatividad de la muestra de Ingeniería	77
Número de muestreados.....	77

Background de los participantes	77
Universidades de los cuales son egresados los participantes de la muestra	79
Experiencia docente de la muestra.....	79
Grados académicos de la muestra.....	79
Experiencia laboral de la muestra.....	80
Locación de la muestra	80
Áreas de expertise de la muestra.....	82
Aplicación de la teoría del caos y de la complejidad en el estudio de campo	83
Determinación de las variables y los conceptos para interconectar la Educación y la Ingeniería	86
Parámetros del Estudio	86
Concentrado del Estudio de Campo.....	88
Confiabilidad de la Muestra.....	88
Frecuencia de los Parámetros del Estudio	89

CAPÍTULO V ANÁLISIS de DATOS

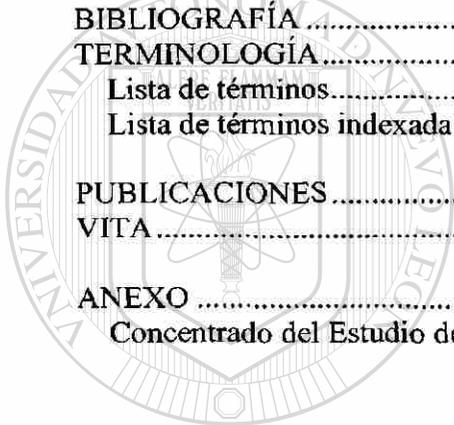
Introducción	91
Análisis de los Parámetros del Estudio.....	92
1. Definición de Ingeniería	93
2. Importancia de la ingeniería para los países	93
3. Importancia de las ingenierías duras.....	94
4. Definición de EE.....	95
5. Poco apoyo para los programas de ingeniería	96
6. Objetivos de la EE	96
7. Definición y características del docente de ingeniería.....	97
8. Situación actual de la Educación para la Ingeniería	99
9. Presencia nula de EE en México.....	100
10. Necesidad de contar con una educación para un área en específico.....	101
11. Necesidad de contar con el área de <i>Educación para la Ingeniería</i>	104
12. Necesidad de tener especialistas de EE	107
13. <i>Educación para la Ingeniería</i> de, desde y para los ingenieros.....	108
14. Concientización de los ingenieros acerca de la EE.....	111
15. Importancia y rol del maestro en la Ingeniería	112
16. Perfil de ingreso del especialista en EE	114
17. Perfil de egreso del especialista en EE	115
18. Campo de trabajo del especialista en EE.....	116
19. La Pedagogía no aplica para la Ingeniería.....	117
20. Los pedagogos no entienden ni saben de Ingeniería.....	118
21. Los pedagogos creen saber de todo	120
22. Rechazo hacia los que no tienen las mismas credenciales académicas	121
23. La Pedagogía es subjetiva, la Ingeniería es objetiva	122
24. Problemas sentidos contra los pedagogos.....	124
25. Problemas relacionados con las metodologías que los pedagogos quieren aplicar en Ingeniería	124
26. Los pedagogos no pueden enseñar Ingeniería	126

27. Un ingeniero sí puede saber de Educación; pero un pedagogo no puede saber de Ingeniería.....	127
28. Rigor ingenieril en la Educación de los Ingenieros.....	129
29. Rigor ingenieril en general.....	130
30. Factores que afectan el rigor ingenieril.....	131
31. Complejidad, nivel y profundidad de la ingeniería.....	135
32. Conocimiento de la problemática ingenieril.....	136
33. Primero soy ingeniero antes que educador.....	138
34. Importancia del conocimiento y no de la metodología.....	139
35. Conocimiento ingenieril.....	141
36. “Eros” por la Ingeniería y la educación de la misma.....	142
37. Un profesionista no-ingeniero no puede entender el rigor ingenieril.....	143
38. Un ingeniero es quien mejor me puede ayudar en mi práctica docente.....	143
39. Lo más importante es <i>saber</i>	145
40. Preocupación por enseñar cada día mejor y por el aprendizaje de mis alumnos..	145
Resumen.....	147

CAPÍTULO VI CONCLUSIONES y CONTRIBUCIONES

Resumen de Contribuciones.....	150
Aplicación de la Teoría del Caos y de la Complejidad.....	152
Logros en la generación de conocimiento.....	152
El nuevo perfil del ingeniero.....	153
El nuevo docente de ingeniería.....	154
Cultura de los ingenieros.....	155
Fricciones que se observan en el estudio de campo.....	156
Vías para establecer de manera formal la EE.....	157
Situación actual de los posgrados en Educación.....	158
La relación de los centros de investigación y las facultades mediante la EE.....	158
Coordinación de los posgrados en EE con otras facultades.....	160
Líneas de investigación de la EE.....	161
Gestión Educativa.....	161
Gestión metodológica.....	161
Gestión curricular.....	161
Gestión escolar.....	162
Humanista.....	162
Filosófica.....	162
Ideológica-Organizacional.....	162
Cognitiva.....	163
Tecnológica Ingenieril.....	163
Tecnología Ingenieril de Desarrollo.....	163
Tecnología Ingenieril de Análisis.....	164
Tecnológica Educativa.....	164
Aplicación.....	164
Infraestructura.....	165
Tecnologías Emergentes.....	165

Posgrados de la disciplina de EE	165
Programa de Maestría en EE	166
Perfil de ingreso al programa de maestría	168
Requisitos del programa de maestría	169
Perfil de egreso del programa de maestría	169
Programa de Doctorado en EE.....	170
Perfil de ingreso al programa doctoral.....	172
Requisitos del programa doctoral	174
Perfil de egreso del doctorado	174
Aportación hacia la Sociedad del Conocimiento	177
Visión a futuro	179
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	180
Acerca de las referencias bibliográficas	182
BIBLIOGRAFÍA	183
TERMINOLOGÍA.....	184
Lista de términos.....	184
Lista de términos indexada	186
PUBLICACIONES	188
VITA	189
ANEXO	190
Concentrado del Estudio de Campo.....	190



UANL

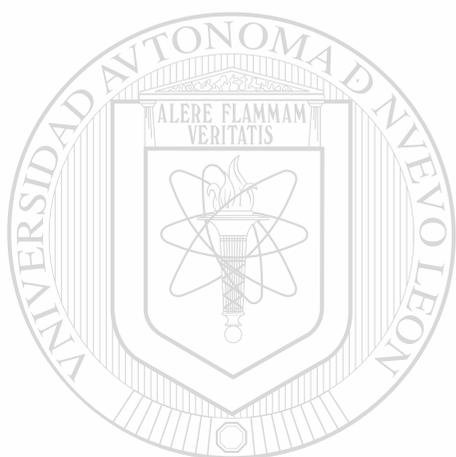
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Lista de Figuras

Fig. 1. Background de los participantes.....	78
Fig. 2. Grados académicos.....	80
Fig. 3. Centros de trabajo.....	81
Fig. 4. Distribución de los participantes del ITESM	81



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CAPÍTULO I

NATURALEZA y DIMENSIÓN del ESTUDIO

Problemática

Introducción

Antecedentes

La responsabilidad de hacer que la industria funcione, se mantenga, se desarrolle, mejore y evolucione, recae en el personal del área técnica; de la cual sus líderes, sus pensantes, sus diseñadores, desarrolladores, implementadores y supervisores son los ingenieros. En los países desarrollados, la *Educación para la Ingeniería* –conocida internacionalmente como *Engineering Education (EE)*– nace para ser la base que les permitirá a las escuelas de ingenieros, garantizar el éxito de la producción y de los beneficios que ésta genera intelectual, social y económicamente. El tipo de educación que reciben los futuros ingenieros es un factor clave para el desarrollo de cualquier país; así como para garantizar su independencia tecnológica.

El tipo de educación que reciben los ingenieros ha sido muy cambiante (Canonge, 1992). En el siglo pasado, hubo numerosos cambios científicos, tecnológicos e industriales que requirieron la consolidación de la ingeniería, por lo menos en sus áreas más orientadas hacia los procesos, como una disciplina fuertemente basada en conocimientos teóricos con una aplicación real y viva de dichos conocimientos. La enseñanza de la ingeniería dentro de las universidades emerge y se consolida en las escuelas, facultades o departamentos de ingeniería, dependiendo del tamaño de la universidad.

La enseñanza de la ingeniería, debido a la complejidad de los temas teóricos y prácticos, es y debe ser proporcionada, por los mismos ingenieros que transmiten ese conocimiento al convertirse en docentes de ingeniería; a la vez que se dedican a la investigación para la mejora y generación de mayor conocimiento. Sin embargo, debido a

que el cambiante mundo es el que rige las disciplinas que tienen que ver con el diseño, la implementación, la mejora y el mantenimiento de los equipos y maquinaria; el área de la ingeniería sufre de constantes evoluciones dentro y fuera de la academia; por lo que los planes curriculares de las carreras y de las materias por individual; así como sus enfoques, se encuentran en constante cambio.

De igual manera, la complejidad de los temas a enseñar y la cantidad de información que el futuro ingeniero recibe dentro de la escuela es una problemática que requiere no sólo de conocimientos y destrezas (Behrman, 1979); sino también de la manera en la cual los responsables de enseñar, los maestros de ingeniería, deben de contar con ciertas características y conocimientos de educación para poder transmitir mejor los conocimientos tan complejos que requieren sus alumnos. Estas razones preocuparon a dos universidades en los E.U.A. a finales de los 1970s (*University of West Virginia* y el *Georgia Institute of Technology*, por separado) y se propusieron abocarse a la solución de situaciones como la anterior mediante la preparación de especialistas en Educación para la Ingeniería (Plants, 1978; Lnenicka, 1978). En esos años, ellos llegaron a la conclusión que estos especialistas debían ser ingenieros de carrera, con una competencia ingenieril probada—por experiencia o por contar con un posgrado en ingeniería— para que posteriormente estudiaran un doctorado en educación enfocado hacia la ingeniería misma (*Engineering Education*). Las funciones de estos especialistas serían capacitar a sus colegas en asuntos de educación para la ingeniería, resolver problemas curriculares, metodológicos, y que sirvieran de puente intelectual entre la ingeniería y los conocimientos educativos asociados a ella (Lnenicka, 1978; Plants, 1978).

Enfoque

La Educación para la Ingeniería como disciplina tiene muy poco tiempo, ya que formalmente, se puede decir que tiene aproximadamente 30 años. Sus resultados aún son pocos debido a que el abanico de problemáticas y situaciones por resolver o mejorar dentro de la enseñanza de la ingeniería es enorme, y es tiempo todavía que el número de especialistas de esta área es pequeño en los E.U.A. En México, la presencia de especialistas del área de Educación para la Ingeniería es nula ya que no existen programas

de posgrado para incursar en ella¹ y, los pocos trabajos que se hacen dentro del área, son empíricos. Para adentrarse a todo lo que implica la Educación para la Ingeniería no se puede hacer simplemente la traducción de los programas analíticos nacidos en los E.U.A. o en otros países; sino que es un proceso que le corresponde tener bases similares; pero que debe existir según las necesidades y requerimientos de cada región o país (McNown, 1988). El enfoque de este estudio es entonces explorar la situación actual de la Educación para la Ingeniería en México para formar un modelo inicial que muestre los lineamientos y perfil del especialista de esta área. Para realizarlo, se toman los conocimientos que se aprenden en el Doctorado en Educación como marco de referencia, el conocimiento acerca de Educación para la Ingeniería que se tiene en la bibliografía extranjera, la exploración de la situación actual nacional, el *expertise* propio del autor, la consulta a los expertos y la técnica de Observación Participante.

Declaración del problema

El tipo de educación que reciben los ingenieros es sumamente importante debido a varios factores. Entre algunos de ellos que se pueden mencionar está la responsabilidad que tienen los egresados para atender las múltiples necesidades de operación, *troubleshooting*, mantenimiento, análisis, diseño e implementación de los equipos que tiene o que requiere la industria. El poder cumplir con lo anterior es lo que proporciona la certeza de ser tecnológicamente independientes, y que en un futuro, permitirá que nuestro país pueda sostener su economía más en su industria y cada vez menos en la maquila. Por esas razones de peso, se puede mencionar que los responsables de la educación de los futuros ingenieros sean, como siempre lo han sido, ingenieros que se dedican a la docencia en las facultades de ingeniería. Ellos son los responsables de transmitir los conocimientos técnicos y científicos del área que ellos dominan; y hay que mencionar, que ese es el tipo de docente que puede cumplir con esa labor.

La educación de la ingeniería les compete a los ingenieros dedicados a la docencia. Son ellos los que proporcionan la instrucción y la capacitación; ellos son los que llevan a

¹ Según investigación del autor en 2002, 2003, 2004, 2005 y 2006 acerca de los programas de posgrado ofrecidos por las universidades más prestigiadas del país.

cabo la enseñanza de la ingeniería. Sin embargo, los conocimientos o aportaciones que hacen para mejorar el proceso educativo, metodológico y curricular de la ingeniería se realizan de manera empírica; casi a prueba y error. En un mundo tan cambiante y demandante por la complejidad de los temas, hace que en la actualidad se desee poner más atención al proceso de enseñanza-aprendizaje de la ingeniería.

Es ampliamente conocido que los procesos de enseñanza no son conocidos por los ingenieros y, los conocimientos educativos que les son proporcionados mediante una capacitación por los educadores de profesión (pedagogos), no impactan en ellos debido a que son temas que no están ligados hacia su interés y problemática. Este proceso de enseñanza-aprendizaje no puede hacerse por parte de los pedagogos porque ellos no conocen el área de ingeniería; quedando entonces que la solución a los problemas de la ingeniería y su educación son propios de ella; misma que requiere de un *background* ingenieril.

Engineering Education es el término con el que se le denomina al área que se dedica a resolver los problemas y situaciones de la educación de la ingeniería misma y que es desempeñada por ingenieros. Actualmente, en muy pocas universidades en el extranjero, un profesor de ingeniería puede estudiar un posgrado en *Educación para la Ingeniería* y convertirse en el especialista que servirá de puente intelectual que unirá los conocimientos de la ingeniería con el proceso enseñanza-aprendizaje de la ingeniería misma. En México, hasta el día de hoy, no existe un programa de esa naturaleza.

Se tiene conceptualizado que en el futuro, las facultades de ingeniería contarán con algunos especialistas en EE dentro de su planta docente. Se pretende que los profesores de ingeniería sean entonces, capacitados por los especialistas en EE en cuestiones propias del área. No se pretende que todos los profesores de ingeniería sean especialistas en EE; porque no todos pueden tener los mismos gustos, necesidades, intereses o enfoques; sin embargo, el proceso de enseñanza y aplicación de su área de conocimiento va a poder ser sustentado con conocimientos educativos que sus colegas especialistas en EE podrán aportar.

De acuerdo a lo que se ha visto en los párrafos anteriores, se puede ver que se requiere contar con un especialista en EE; y aunque existe un conocimiento de referencia del extranjero, se desea obtener el perfil de este especialista según las necesidades nacionales. Por lo tanto, se puede plantear el problema de investigación como:

¿Cómo se va a conformar en México el campo de conocimiento denominado Educación para la Ingeniería?

Preguntas subordinadas

- ¿Cuál es la definición del área conocida como Educación para la Ingeniería?
- ¿Cuál es el contexto en el cual se implanta la Educación para la Ingeniería?
- Según la percepción de los docentes de ingeniería, ¿cuál es el perfil, los roles, y competencias de la Educación para la Ingeniería y del especialista en Educación para la Ingeniería?
- ¿Cuál es la idiosincrasia del ingeniero?
- ¿Cuáles son los requisitos mínimos, producto de la investigación, para ingresar a un programa de posgrado en el área de EE?

Objetivos específicos

Ante la presencia nula de especialistas en el área de Educación para la Ingeniería en México, surge la necesidad de realizar un estudio exploratorio de la Educación para la Ingeniería que cumpla con los siguientes objetivos:

- Definir la Educación para la Ingeniería como área
- Justificar la necesidad de contar con especialistas en EE
- Definir el perfil, los roles, funciones y competencias del especialista en Educación para la Ingeniería.
- Contribuir en el establecimiento de la EE en México como disciplina formal
- Investigar la idiosincrasia del ingeniero docente.
- Contribuir a que la EE sea presentada como la directriz ingenieril-educativa que marque en el mediano plazo, el desarrollo y la planeación de metodologías,

investigación, planes de estudio, contenido de materias, etc., dentro de las facultades de ingeniería.

- Recomendar los requisitos mínimos para ingresar a un programa de posgrado en EE en México, resultado de esta investigación
- Promover la EE como un área de especialización para ingenieros en los programas doctorales de la UANL.

Relevancia del Estudio

Propósito de la investigación

Mediante el presente trabajo de investigación se pretende contribuir primeramente en la exploración acerca del concepto que se tiene de Educación para la Ingeniería en las facultades de ingeniería. De igual manera, a través de la exploración, conocer las necesidades, requerimientos y expectativas, por parte de los docentes y directivos, del especialista en EE y poder contribuir al establecimiento de esta área a nivel nacional, mediante la construcción de un primer modelo que contenga las bases para definir la EE y los especialistas de la misma.

También es propósito de esta investigación impulsar el establecimiento de la EE como el área directriz de la educación propia de la ingeniería y promover, dentro de lo posible, la importancia de contar con un área de EE estudio doctoral dentro de la UANL.

Importancia y justificación del estudio

La educación que imparten las escuelas de ingeniería presenta una situación totalmente ligada a la realidad en la que se encuentra la industria, el desarrollo nacional y la independencia tecnológica (Grayson, 1983). A finales de los 1970s, en los E.U.A., algunas universidades se abocaron a resolverlo mediante especialistas de ingeniería que adquirieran conocimientos de educación sin olvidar sus raíces ingenieriles. La presencia de la Educación para la Ingeniería ha sido poco expuesta, incluso dentro de los E.U.A.; sin

embargo, aunque casi no se promueve, sí existen algunas universidades que cuentan con especialidad en EE dentro de un doctorado en Educación. Esta especialidad de los programas doctorales, es formada por una relación integral de las facultades de ingeniería y los departamentos de educación; con la premisa que en la EE, la solución a los problemas educativos viene desde adentro de las mismas facultades de ingeniería.

Es ampliamente conocida la necesidad de contar ya con especialistas de esta área tan vital para el funcionamiento, operación, desarrollo y mejora de la educación que se brinda en las escuelas de ingenieros. Tanta es la importancia de la Educación para la Ingeniería que la UNESCO ha determinado como uno de los programas de mayor prioridad el de promover la enseñanza de la ingeniería en los países miembros (McNown, 1988). Además, actualmente, la educación dentro de las escuelas de ingeniería, se imparte con una poca y no enfocada conceptualización de lo que es y abarca la EE (Layton, 1991).

La preparación de *profesores de ingeniería, educadores de ingenieros o ingenieros-docentes* calificados es probablemente el más importante factor que determina el éxito de una institución de educación superior que prepara ingenieros (Morley, 1981). Y no sólo prepararlos académicamente dentro del conocimiento técnico; sino que se requiere que por lo menos algunos de ellos conozcan el proceso enseñanza-aprendizaje. De esta manera, el conocimiento del factor abstracto, teórico, práctico e investigativo dentro del área de ingeniería, que todos los docentes del área deben tener, debe continuar siendo transmitido de igual manera para garantizar su efectividad; pero puede ser mejorado, si se tiene conocimiento educativo que aplique para esa compleja área en específico. Esta dirección de la educación que está orientada hacia la ingeniería, debe estar en manos de especialistas en esa área. Ellos, serían los que pueden redefinir los conceptos de los planes de estudio, contenidos de materias, enfoques educativos, servir de puente intelectual entre los conceptos de educación y la complejidad de la ingeniería; además de servir como instructores de metodologías educativas aplicadas a la ingeniería y, continuar impartiendo cátedra e investigación de ingeniería y de su educación.

La presencia nula de Educación para la Ingeniería en México genera una problemática aún mayor que la que existe en los E.U.A. Aunque nuestro país sí cuenta con la presencia de programas de ingeniería, infraestructura y factor humano del área; las necesidades educativas no pueden ser solucionadas debido a que no existe el área de Educación para la Ingeniería; no digamos operando dentro de las facultades, ya que ni siquiera existe como programa de posgrado. Por lo tanto, todo el campo de acción de la EE no es cubierto, precisamente porque ni siquiera se encuentra presente la concientización por parte de los docentes de ingeniería de la importancia de contar con esta área.

Debido a esta presencia nula de especialistas en EE en México, este proyecto será de gran relevancia ya que colocará una piedra angular en el desarrollo y perfeccionamiento de la ingeniería mediante el establecimiento formal de un primer modelo nacional que cimiente las bases de la Educación para la Ingeniería; además, de abrir campo en un área de especialización (que cabe dentro de cualquiera de las líneas de investigación), como ha ocurrido en los E.U.A., dentro de los programas doctorales en educación. Con este avance dentro de esta área nada expuesta en México, la UANL será pionera al contribuir a poner las bases de la Educación para la Ingeniería en el país; que a la postre, impulsará el desarrollo y la investigación con impacto directo en la educación y la ingeniería en las universidades nacionales.

Con los resultados que se obtengan, se podrá colocar a la EE como directriz ingenieril-educativa dentro de las facultades de ingeniería. Además, se podrá continuar haciendo investigación y aplicando los conocimientos ya generados y establecidos para iniciar la mejora del proceso educativo dentro de las escuelas de ingeniería; así como continuar con la investigación en las demás áreas que conforman la EE.

Supuestos básicos

La investigación asume varios supuestos antes de iniciarla. Se supone casi nula la afinidad por parte de los maestros de las facultades de ingeniería hacia las ciencias de la educación debido a muchos distintos factores. Uno de esos factores es que los pedagogos se encuentran en un mundo que no tiene conocimientos de las necesidades que tiene la

enseñanza de la ingeniería. Esas necesidades de la ingeniería siempre han existido; pero en nuestro país, es nula la presencia de la EE ya que no hay especialistas, ni programas académicos que la sustenten. Como menciona Acevedo (2000) al hablar de manera general de esta problemática internacional: “Debido a esta falta de presencia, se hace que no exista una liga entre lo que se quiere enseñar y el cómo se enseña”.

En otras ocasiones, la idiosincrasia del maestro de ingeniería mexicano es de una índole que nadie le puede enseñar acerca de cómo educar dentro de su área. Por esto, se requiere nuevamente que haya gente que sepa interactuar con la educación y que conozca a fondo el conocimiento y la práctica de la ingeniería.

Un supuesto que se tiene es que el conocimiento de una disciplina que relacione de manera directa la Educación con la Ingeniería servirá en nuestro país para mejorar la formación de ingenieros y contar ya con un área que realice las funciones propias para el desarrollo de esas actividades; tal como sucede en los E.U.A. o en algunos otros países.

Otro supuesto es el hecho de que existe una gran inercia por parte de los ingenieros a que ellos lo saben todo. Por este motivo, se pudiera presentar alguna resistencia entre los maestros de ingeniería en aceptar la *Educación para la Ingeniería* como área activa y operante. Los maestros de ingeniería presentan una resistencia a incursionar en un área que contenga humanidades. De igual manera, hay una resistencia por parte de los pedagogos a que docentes no-nativos del área de la Educación o Pedagogía incursionen en estas áreas humanísticas.

Limitantes

Una limitante es la nula presencia de estudios de investigación formal en el área de EE que existe en nuestro país; porque actualmente lo que se tiene son sólo la publicación de unos pocos artículos (*papers*) y, además que no existen cuerpos ni programas académicos en esta área. Esto, posiblemente, no es porque no se haya querido hacer en el pasado, sino que son muchos factores que se encuentran involucrados en la creación de esta área. Además, es muy pequeño el número de universidades nacionales que investigan a nivel

doctoral y, la investigación científica en el área de educación mediante el estudio de un programa doctoral no es ofrecido mas que por unas cuantas universidades (Facultad de Contaduría Pública y Administración [FACPYA], 2002).

El contexto educativo nacional, respecto a los problemas del área de Educación y a los programas de Ingeniería, es una limitante ya que pocas personas dentro del área de la educación técnica-científica son capaces de aceptar y contribuir a su mejora o solución.

Debido a las limitantes anteriores, se busca hacer que el proyecto doctoral sirva primero de base para futuros trabajos dentro del área de Educación para la Ingeniería. Además, que sea una fuente veraz y analítica, producto de las materias académicas impartidas dentro del programa doctoral, de una investigación científica y de un conocimiento vivo de la ingeniería y de la experiencia ingenieril y docente.

Delimitaciones

Este trabajo de tesis doctoral estará basado en explorar y analizar las necesidades para el establecimiento de un modelo inicial de EE. Se espera que en el futuro, una vez que ya se cuente con este antecedente de Educación para la Ingeniería, se puedan hacer dentro de esta misma área, otros trabajos enfocados hacia cada una de las actuales líneas de investigación del doctorado en Educación (Gestión Educativa; Educación Internacional; Diseño y Desarrollo Curricular, y Sistemas de Innovación Educativa); de esta manera, se podrán hacer tesis doctorales analizando sólo una carrera en especial de ingeniería o algún otro aspecto de la misma área en las distintas líneas de investigación o de las vastas áreas de la EE en sí.

Definición de términos

La terminología siguiente puede ser útil para tener un mejor entendimiento de lo tratado en este documento, ya sea en el contenido o en la bibliografía.

Ingeniería

Basada en la raíces latinas *ingenere* (crear) y en *ingeniare* (fabricar), surge el término “ingeniería”, que en el sentido más estricto –etimológicamente hablando– es el área que se encarga de crear o fabricar. Incluso antes de la aparición de los motores, la ingeniería era el área responsable de crear máquinas, estructuras, etc. La ingeniería conserva su raíz latina plenamente identificable en algunos idiomas como en alemán (*ingenieurwesen*), francés (*ingénierie*), italiano (*ingegneria*) y español (*ingeniería*).

La ingeniería en su terminología inglesa referente a la maquinaria proviene del vocablo inglés *engineering*, que es el área que tiene que ver con los motores (*engines*). Martínez (2004) menciona que la palabra inglesa *engine* (motor) también se deriva de la raíz latina “*ingenere*” que significa “crear”. Si hacemos un análisis de cómo *engine* proviene de una raíz latina, encontramos mediante el American Heritage Dictionary (1994) que proviene del inglés medieval *engin* (habilidad, máquina); donde “habilidad” viene del latín *ingenium* y “máquina” referente al artefacto, proviene del término latín *ingenere* si fue creado o inventado y, procede del latín *ingeniare* si fue fabricado.

La Ingeniería es el área que se ocupa de la concepción, diseño, desarrollo, implementación, prueba, operación, diagnóstico, mantenimiento, reparación, retroalimentación, reutilización, etc. de motores, máquinas, dispositivos, procesos, estructuras e infraestructuras. La ingeniería demanda la aplicación creativa y continua de principios científicos y tradiciones heurísticas para alcanzar objetivos dentro de condiciones limitantes y aún bajo situaciones difusas o adversas (Martínez, 2004).

Engineering Education

El anglicismo *Engineering Education* (EE) es el equivalente, nombrado por la mayoría de los muestreados, del término *Educación para la Ingeniería*; sin embargo, aún no ha sido acuñado de manera oficial en nuestra lengua española, por lo que también en ocasiones se le ve como *Educación Ingenieril*, *Educación en Ingeniería* y *Educación de la Ingeniería* ya que la EE es “de”, “en” y “para” la Ingeniería. En esta tesis, se maneja el término *Educación para la Ingeniería*; no obstante, se usa también la nomenclatura *Engineering Education* (EE) ya que es la manera en la cual podemos comunicarnos internacionalmente y que hace referencia no sólo al “para” sino también al “de” y al “en” la Ingeniería.

La EE hace referencia a una *disciplina* híbrida –donde se entrelazan la Educación y la Ingeniería– que cuenta con metodologías establecidas y objetivos específicos. Para adentrarse en esta disciplina, los ingenieros pueden de manera formal, convertirse en especialistas mediante el estudio de un posgrado para cubrir las necesidades educativas de la ingeniería.

Es conveniente hacer una aclaración respecto al uso en el idioma inglés: El término *Engineering Education* en los países de habla inglesa, tiene dos significados. El primero, como el área de *Educación de y para la Ingeniería* la cual cuenta con objetivos específicos y que en algunos países, para adentrarse en ella, se puede realizar un estudio especializado de posgrado en la misma área (significado ordinario). El segundo significado de *Engineering Education*, traducido como *Educación del área de Ingeniería* se refiere a los programas académicos (pregrado y posgrado) relacionados con la ingeniería, es decir, los distintos programas del área de ingeniería que ofrece una universidad constituyen la *Engineering Education* de dicha institución. A partir de los significados de *Engineering Education* en la lengua inglesa, se puede tener la expresión “*Engineering Education in Sweden*” que dependiendo el contenido del artículo puede referirse a “*Educación para la Ingeniería en Suecia*” hablando acerca de la disciplina, i.e. del estudio de posgrado del área de la *Educación para la Ingeniería*; o bien, “*Engineering Education in Sweden*”

refiriéndose acerca de los programas académicos de las carreras de ingeniería presentes en Suecia.

Otros términos

Equipo: Referente a todos la maquinaria, dispositivos, estructuras, infraestructuras y equipamiento diseñados y construidos por los ingenieros.

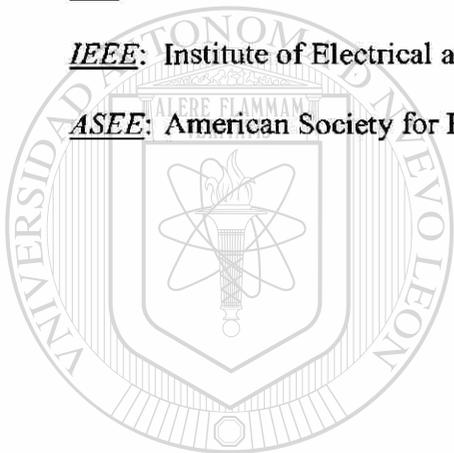
Implementación: Proceso mediante el cual se construye un equipo

UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization

IEE: Institution of Electrical Engineers

IEEE: Institute of Electrical and Electronic Engineers

ASEE: American Society for Engineering Education



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Introducción

Este capítulo presenta el marco teórico de la investigación, la fundamentación epistemológica, ideológica, educativa, filosófica y cultural. En los distintos apartados que se presentan en este capítulo se encuentran elementos relacionados con los aspectos que fundamentan y sitúan la problemática ingenieril-educativa. Dicha fundamentación realizada por este autor está basada en la bibliografía, investigación, estudio doctoral, experiencia docente, convivencia con la cultura ingenieril, reflexión y análisis de las cuestiones educativas-filosóficas-ingenieriles.

La lectura y análisis de libros de ideología educativa han proporcionado una visión filosófica de la educación. Este proyecto de tesis doctoral tiene una característica muy peculiar en contraste con otros. Actualmente, las tesis en el programa doctoral tienen como referencia a autores que hablan de metodologías de enseñanza, de ideologías educativas, de aspectos cualitativos, cuantitativos y curriculares, etc. En el caso esta tesis doctoral, la bibliografía y las investigaciones acerca de la EE no son hechas por autores de filosofía o de ideología educativa. La EE establecida de manera formal como disciplina en el extranjero, está compuesta en base a lo que algunos ingenieros involucrados en educación han investigado para fundar cada peldaño en esta nueva área. Estos autores no son pedagogos ni filósofos; son ingenieros que han dedicado mucho de sus esfuerzos a consolidar en sus países y en la UNESCO el área de la EE, basados en sus estudios de educación posteriores a la ingeniería y en su intención de hacer mejoras a la ingeniería mediante la consolidación de una disciplina que tenga que ver con la manera en las cual se tiene que enseñar, concientizar, investigar, vigorizar, rigORIZAR y gestionar la ingeniería misma.

Los estudios de estos autores son conocidos sólo por los que están involucrados en la EE. Estos autores –como algunos de los que aparecen en las referencias– son verdaderas autoridades en la materia, aunque sean desconocidos para los pedagogos. Sin embargo, sus teorías, su competencia ingenieril y su experiencia, los hacen autoridades reconocidas entre aquellos ingenieros (los menos) que se adentran en esta área que tiene como visión precisamente, hacer más accesibles los conocimientos complejos de la ingeniería a los alumnos, sin descuidar la profundidad de los mismos.

La profundidad de cada uno de estos gurús de la EE en lo que a ingeniería y a educación del área se refiere, es conocida; sin embargo, debido a que cada país tiene distintas necesidades, algunos conceptos de la EE pueden variar. Cabe aclarar que los conceptos de ingeniería siempre serán los mismos ya que son regidos por sólidas bases de ciencia exacta. No obstante, no falta quien pueda preguntarse acerca de la profundidad que tienen estos gurús acerca de los conceptos de educación pura. Pero es importante mencionar que el conocimiento de la EE es para y por los ingenieros; es una educación con objetivos muy definidos y aplicados. Recordemos que el conocimiento educativo, en esencia, es relativo ya que pertenece al área de las humanidades, contrario a la ingeniería que es una ciencia exacta, que por ende, no deja lugar a relatividades ya que está basada en el lenguaje universal que son las matemáticas.

Quisiera aclarar que la formación en educación de los especialistas en EE en otros países puede estar basada en conceptos de *Educación para la Ingeniería* solamente, o exclusivamente en conceptos de Educación pura, dependiendo del programa. Probablemente, un pedagogo de carrera pudiera debatir que la formación de estos especialistas no es la misma que la de un especialista en Educación; pero es primordial aclarar que la EE es un área distinta a la Educación pura, ya que sus conceptos se encuentran orientados hacia la ingeniería y, no se pretende que un ingeniero se convierta en pedagogo. El especialista en EE es y continúa siendo un ingeniero, que conoce de su área y hace cosas muy distintas que las propias de un pedagogo.

Es entonces que el conocimiento de la EE es híbrido, es una combinación entre la ingeniería y la educación; pero no como áreas totalmente separadas, tampoco como fusionadas, sino como un área nueva que está basada en las dos anteriores. El contenido de cada una de ellas es más presente en la complejidad ingenieril, mas la educación es un componente muy importante debido a que está analizada, orientada y aplicada por ingenieros –no por educadores– para las necesidades propias de la ingeniería.

Es objetivo de la tesis establecer las bases de la EE en México, siendo este un proyecto con una gran responsabilidad. El análisis que se ha hecho de las ideologías educativas pareciera que aleja de la línea de investigación de EE (la cual cuenta con bibliografía extranjera); sin embargo, se buscó una relación entre las ideologías educativas y la EE. Satisfactoriamente, sí se encontraron estas relaciones; no en todos los ámbitos, pero sí se pudieron interconectar con varios conceptos para establecer el marco teórico. La visión que se obtuvo ha enriquecido enormemente los conceptos de EE, ahora ya relacionados con las ideologías educativas puras y plasmados en esta tesis. Esto le ha dado un soporte, una fundamentación para satisfacer no sólo a los ingenieros y a los seguidores de la EE; sino que a los pedagogos que ahora están siguiendo el desarrollo de esta área, también les satisface que se realicen extensiones de la Educación pura que fundamenten esta disciplina híbrida.

En resumen, las ideologías educativas se pueden fusionar para cada área en específico, enriqueciendo las teorías al aterrizarlas hacia una situación en especial, fenómeno que la hace trascender y que permite a la disciplina en cuestión convertirse en independiente de las funciones generales de la educación y enfocarlas en la fusión y en la aplicación generada desde adentro de la disciplina.

Cultura Ingenieril

Idiosincracia

En el nivel de educación superior es frecuente encontrar que muchos profesores universitarios están más orientados hacia sus disciplinas (Naval, 2000). Aquí cabe mencionar que efectivamente, en la gran mayoría de los profesores de universidad, sobretodo en el área de ingeniería, se suele pensar que el sólo hecho de dominar una especialidad –que cabe mencionar que la mayor parte de las especialidades de ingeniería tienen un alto grado de complejidad– dominan el proceso educativo. No obstante, en algunas ocasiones, un maestro de ingeniería puede haber estudiado una carrera de ingeniería, y por ello, conoce y sabe acerca del área de estudio o del área en la cual ha trabajado; mas no domina o no se profundiza en el conocimiento de esa área.

Además, el maestro de ingeniería tiende a pensar que la Educación y la Ingeniería son áreas separadas, sin embargo, es una visión pequeña, que en algunos países ya se conoce desde años atrás que, la Educación para un área en específico (ingeniería, medicina, etc.) es necesaria e indispensable para poder enfrentar y solucionar los problemas de las distintas y complejas disciplinas. Uno de los factores comunes que divide a la educación de la ingeniería es el hecho de que el maestro es o cree ser, dentro de su clase, el único individuo que tiene y conoce la verdad.

La lógica que ocurre en el estudiante de ingeniería, puede ser también un reflejo del docente. Existe una gran tendencia a que sólo aquello que nosotros hacemos es lo correcto. Se ha visto que pocos son los que, cuando no conocen de un área, aceptan no conocerla y dirigen a la persona que indaga con alguien que tenga ese conocimiento. Otros, por más que sean buenos en su área de *expertise*, creen que el hecho de ser expertos en esa área los hace competentes en todas las demás.

La ilusión es la que ciega los resultados o es la que dobla las tendencias que se tienen en el desarrollo de un trabajo científico, con el único fin de no quebrantar la ilusión de sus constructores o la ilusión del trabajo mismo (Morin, 1999). Esto sucede en innumerables ocasiones cuando se desarrolla o se realiza una investigación (proyecto o

tesis), ya sea en pregrado o en posgrado. Normalmente se presenta que los maestros que guían o dirigen la investigación, pretenden tener o conocer de antemano el resultado al que quieren llegar. Sin embargo, los resultados pueden que no se presenten en la manera en la cual el maestro piensa.

Suele ocurrir que una hipótesis que se plantea para realizar la investigación, resulta contraria a la manera en la cual fue planteada. Por ejemplo, si se hace una afirmación acerca de un modelo o de una máquina usando una cierta técnica o análisis y, resulta que la técnica no dio el resultado esperado, no se debe forzar a que se dé lo que se esperaba porque, puede ser que en realidad, esté correcto el resultado que se arroja.

Quando el resultado no es lo que espera el profesor a cargo de la investigación, se puede verificar de nuevo; ya sea, antes de entregar el proyecto, o que en otro tiempo, alguien más realice la investigación, usando o no, las mismas técnicas que el anterior investigador. Si después de hacer dicha verificación, se comprueba que el resultado que no esperaba el profesor vuelve a salir, entonces significa que lo que se obtiene –no deseado por el profesor– es en realidad correcto y, es un producto veraz de las investigaciones.

Suponiendo que el resultado diera contrario a lo que se obtuvo la primera vez, es decir, que ahora sí se obtiene lo que esperaba el profesor, entonces, eso no significa que durante la primera ocasión que se realizó la investigación estuvo completamente mal. Y esto de no estar mal se justifica porque durante el desarrollo de la investigación, ésta fue revisada constantemente. Lo único que significa es que hubo detalles que sí pudieron ser salvados en esta segunda ocasión.

Los maestros tienen una idiosincrasia muy característica –sobretudo en el área de ingeniería– que tiende, en el mayor de los casos, a estar separada de los procesos educativos. Se tiene que replantear este esquema mediante la EE. El ingeniero no confía en las teorías o en las soluciones que dan los pedagogos debido a que no conocen la problemática del área de la ingeniería. Esta tendencia no sólo es de la ingeniería, sino de todas las áreas profesionales que desean solucionar sus problemas desde adentro, es decir,

por ellos mismos. Es entonces, que los ingenieros, poco a poco, irán evolucionando a crear un ambiente educativo dentro de las facultades de ingeniería, ambiente que esté controlado y dirigido por ellos mismos: los ingenieros que se convierten en especialistas de EE. Sin embargo, este es un proceso lento, ya que la presencia de la EE no está consolidada aún, ni siquiera en los E.U.A.; pero sí hay presencia en algunos países, y la misma UNESCO la ha adoptado viendo la importancia que tiene el garantizar el buen desempeño de los ingenieros, quienes son los que controlarán y diseñarán la maquinaria de producción, actual y futura; y que, si hubiese un problema en ese ámbito de garantizar el bienestar social mediante la producción, entonces graves consecuencias se pudieran presentar en aquellas naciones donde fallara.

La idiosincrasia se encuentra directamente relacionada con la cultura, ya que la primera es un ámbito de la segunda. A continuación, analizaremos en un aspecto general, la cultura ingenieril.

Cultura

Según Melich (1996): “resulta importante señalar cómo los tres procesos de reproducción simbólica del mundo de la vida (reproducción cultural, integración cultural y socialización) están íntimamente relacionados con la educación”. En el caso de la educación de un ingeniero, la *reproducción cultural* ocurre cuando se da el proceso de enseñanza-aprendizaje en la facultad. El proceso de *integración cultural* se da cuando se incorpora al trabajo, ya sea en la industria o en la docencia. Este ocurre cuando aprende a integrarse al tipo de trabajo que se le pide y se espera de él. El proceso de *socialización* se presenta cuando el ingeniero convive con sus colegas de trabajo y entra a su comunidad; cuando se integra a su cultura social-laboral. El proceso de *enculturación* del ingeniero se da en esas condiciones, por lo que su desarrollo profesional y manera de actuar, quedan condicionados a la forma en la que es educado, la manera en la que trabaja y la socialización que tenga en su ambiente.

Ser miembro de una cultura significa haber surgido en su seno, haber sido nutrido por sus componentes; desde ahí se puede sentir que forma parte de nosotros, que formamos

comunidad con quienes están en nuestra misma situación y que compartimos identidad con ellos (Sacristán, 2001). Esto es precisamente lo que ocurre con los ingenieros. Desde que son estudiantes, al inicio, mediación y final de la carrera, adquieren la cultura en el ambiente de estudio de la facultad. Son los factores no puestos explícitos en el currículum planeado, es decir, algunos de los factores del currículum oculto, los que educan en estos aspectos. La infraestructura, el contacto con los maestros, los laboratorios y los mismos compañeros conforman la enculturación del ingeniero durante su estancia universitaria.

Las culturas de los docentes desarrollan un papel muy importante en el cambio educativo (Hargreaves, 1996). Es por esta razón de peso que la concientización de todo el cuerpo docente es primordial para el buen término de la formación de los ingenieros. Los maestros cuentan con una cultura que se ve de manera muy marcada en los claustros, departamentos o facultades. Tienen una cultura muy específica, producto en mayor proporción del *background* académico de los profesores y de la especialidad que enseña; y en menor proporción, mas no en menor importancia, de las políticas de dirección y políticas educativas del claustro, departamento o facultad.

Si se tiene una buena cultura docente, se promueve la colaboración, se aporta al perfeccionamiento de la escuela, al desarrollo profesional y al rendimiento de los alumnos (Hargreaves, 1996). Es entonces que conocer la cultura del ingeniero y la cultura de los claustros de docentes de ingeniería, resulta importante para poder entender el estudio y el ambiente académico de ingeniería (en pregrado y posgrado), así como para conocer el desempeño académico que tiene que llevar a cabo el docente y el ambiente en el cual va a desarrollar su trabajo.

Precisamente se puede visualizar que la problemática que se presenta nos indica un fenómeno sociológico-educativo-ingenieril que se ve claramente en la cultura que los ingenieros (docentes o no). Por ende, las declaraciones de “superioridad” del tipo “nosotros los ingenieros sabemos todo para enseñar ingeniería” y “los ataques” del tipo “los pedagogos no pueden ‘enseñar’ nada a los ingenieros” se pueden ver como marcas específicas de esta índole.

Educación para la Ingeniería

Necesidad de la Educación para la Ingeniería

Quienes imponen la currícula obligatoria basados en hechos, dominan a los que defienden el aprendizaje basado en procesos, que reconoce la incertidumbre del *saber* (Hargreaves, 1996). Esto es común que ocurra en las escuelas de ingeniería, donde unos pocos son los que deciden la currícula; mas no necesariamente conocen los métodos para enseñarla. Además, la incertidumbre del *saber* hace que en ingeniería, el currículum oculto siempre esté presente y que sea factor enriquecedor cuando el maestro lo utiliza positivamente en la enseñanza.

Es evidente que un objetivo importante de los profesores y las escuelas en una sociedad postindustrial es educar a los jóvenes en destrezas y cualidades como la adaptabilidad, la responsabilidad, la flexibilidad y la capacidad de trabajar con otros. Así como la familiarización con las nuevas tecnologías que caracterizarán cada vez más muchos ambientes laborales. Así, Hargreaves (1996) pone la necesidad de tener ambientes escolares que puedan generar el aprendizaje autónomo, individualizado y significativamente cooperativo. Es entonces que las funciones del docente de ingeniería no sólo se limitan a estar transmitiendo conocimientos técnicos y científicos a los demás, sino que también se requiere que estén conscientes que la labor que realizan tiene muchas características para poder enseñar a sus alumnos; características que tienen que formarse para poder ejercer mejor su profesión. Estos aspectos son estudiados, enseñados y practicados por los especialistas de Educación para la Ingeniería.

Educación para la Ingeniería con una visión nacional

Las gentes más o menos cultas de los países hispano-parlantes estudian propuestas de otros países, y bien por un extraño mimetismo o porque acabamos creyendo todo lo que está impreso, terminamos convencidos de que este es nuestro caso y estos son nuestros problemas (Cortina, 1995). Esto mismo es lo que comenta McNown (1988) acerca de que el concepto, desarrollo, implantación y operación de la EE es responsabilidad de cada país. Porque la educación de cada nación es independiente de las otras debido a que las necesidades, requerimientos y hasta sus causas son diferentes.

Importancia de la Educación para la Ingeniería

Una mayor conciencia de las grandes cuestiones educativas sería probablemente una condición para el éxito de una innovación institucional (Naval, 2000). Actualmente, el área de Educación para la Ingeniería no es considerada como disciplina debido a su presencia nula en México y existen personas que no le dan la importancia suficiente a lo que la presencia de esta área puede dar al desarrollo de los futuros ingenieros. El hecho de que las instituciones se preocupen por conocer acerca del proceso educativo sin perder el soporte fuerte de la ingeniería, permitiría tener éxitos institucionales más marcados, reflejados no sólo en las clases, sino que en el campo de trabajo de los alumnos al egresar.

También conviene mencionar que muchas universidades no tienen en claro la definición de su política educativa; podrán tener una misión, visión y hasta objetivos educativos; pero no cuentan con una dirección educativa a nivel universidad que verifique con los docentes los puntos que quiere cuidar. Es imposible tratar de unificar los métodos y la manera en la cual se imparte una clase debido a que los conocimientos que se enseñan son muy específicos del área a impartir; además, siempre debe existir la libertad de cátedra del profesor; sin embargo, debe estar regulada por controles que garanticen el buen desempeño de la educación. Los lineamientos no deben obstaculizar que el maestro aporte sus experiencias y otras cuestiones del currículum oculto, que siempre son material muy enriquecedor.

“A raíz de tener una revolución del conocimiento, la era de la revolución industrial, donde lo importante era la producción en masa, hace pensar que ahora en esta era posmoderna, lo importante sea la cognición y el consumo de la información” (Bilbeny, 1997).

Necesitamos un paradigma de *conocimiento ampliado* que reconozca el valor de la ciencia, pero que reconozca también que otros modos de conocimiento tienen igual dignidad. La *competencia cognitiva* es esencial para el ciudadano pero en estrecha interacción con la sensibilidad moral y la visión imaginativa (Naval, 2000). La especialización de la enseñanza fue una fase esencial en el desarrollo de la educación, pero

ahora es el momento de reintegrar la cognición en un entendimiento humano más completo (Naval, 2000). Por ello, se puede mencionar que el hecho de enseñar usando especialistas en un área es primordial para el proceso educativo, sobretodo en un área tan compleja como la ingeniería; sin embargo, no se deben olvidar los demás aspectos que forman al profesional que egresará de las escuelas de ingenieros. Se desea no sólo que puedan resolver problemas, sino que puedan diseñar, desarrollar, reparar, etc.; con creatividad y lo más importante, sin olvidar la razón de todos nuestros diseños: la sociedad. Es decir, se pretende que el conocimiento especializado de un área –como en las distintas ramas de la ingeniería– no esté aislado de las cuestiones de las humanidades. Con la unión de las humanidades y la ingeniería –siendo esta última la más importante para el ingeniero– se podrán trascender los conocimientos técnicos y abstractos hacia cuestiones tangibles y con utilización social.

Se puede presentar una posibilidad de superar la tendencia a dibujar líneas de separación tajantes entre la ciencia y la vida ordinaria, la teoría y la práctica (Naval, 2000). En la EE, es muy importante que se vea clara la integración de la Ingeniería en el proceso educativo de ella y para ella misma. Las líneas que dividen la ciencia y la vida ordinaria desaparecen; permitiendo, de esta manera, hacer un proceso educativo como el de la ingeniería –que es complejo por esencia y por necesidad– un proceso más humano, más aterrizado hacia los aspectos de entendimiento del estudiante, de su formación y de los resultados que se esperan a su egreso; sin descuidar el *rigor* con el cual se le tiene que formar. Este *rigor* es lo que este autor define como “*rigor ingenieril*”, el que hace posible que los ingenieros puedan representar con calidad el título que llevan. El rigor no es un obstáculo, es más bien, un sello de calidad, un temple. Sacristán (2001), analizando puramente la educación en general, comenta: “El individuo se encuentra ligado hacia un ‘rigor’, un esfuerzo que tiene que hacer para interpretar desde el orden de las líneas hasta el de su pensamiento”.

Con el nuevo orden posmoderno, se ha implicado un cambio inesperado en el sistema laboral. Rige aún la garantía de la división del trabajo; pero no con la garantía de una *especialización planificable*, como ocurría antes, sino al ritmo desigual de una

especialización espontánea, en estrecha relación con las mutaciones de la tecnología (Bilbeny, 1997). Aquí se ve cómo en la era postmoderna, los cambios drásticos y/o muy dinámicos de la tecnología, hacen que la especialización no sólo no sea planificable, sino que hace que sea hiper-dinámica, que llega a rebasar la velocidad de estudio de las especializaciones por parte de los ingenieros, provocando la obsoletización. Aunque existen muchos otros factores que la provocan, jamás se había presentado la situación en donde, aunque se quiera estudiar la especialización, la tasa de cambio es tan drástica que se convierte en un problema, tanto para los estudiantes como para los docentes.

Con la revolución cognitiva tenemos que acostumbrarnos a ser nómadas; pero ahora en el sentido intelectual. Ya no tenemos roles fijos, sino roles mutantes. Tenemos ahora una identidad adaptiva y versátil (Bilbeny, 1997). Esto se ve claramente en el trabajo nuestro, porque los ingenieros deben de estar, por lo menos, especializados en un área; pero también saber del par de áreas ingenieriles involucradas en la licenciatura que estudiaron, porque la versatilidad de los trabajos requiere que esas capacidades sean las que el ingeniero debe poseer.

El campo del conocimiento práctico se apoya en el teórico pero es distinto de él (Naval, 2000). Esto conlleva a resaltar de nueva cuenta, el valor de lo que es contar con una buena formación del egresado. El estudiante requiere una formación que no sólo le proporcione conocimientos, sino que también le presente reflexión, deseo de hacer las cosas por sí solos, el deseo de que ya no tenga miedo a hacer las cosas, el interés de hacerlas, la confianza de que ha sido bien instruido y que sabe que está preparado para enfrentar la vida.

La *dimensión teleológica* –el para qué sirve– es la esencia de ser de la educación; la justificación por la que se le asocia con la idea de progreso (Sacristán, 2001). Es entonces que una de las razones de mayor peso en la EE es precisamente que el “para qué” se responde poniendo como objetivo fundamental el contribuir a una mejor educación de la ingeniería.

La educación es usada como instrumento de difusión, reproducción e innovación del conocimiento (Sacristán, 2001). Esto entiende que la educación es el instrumento para difundir o reproducir el conocimiento que se tiene hacia las nuevas generaciones. También es tarea de la educación el servir como el instrumento para hacer innovaciones, es decir, hacer mejoras y adecuaciones que resulten en la optimización de un proceso o sistema en uso, o bien, para generar uno nuevo basado en el anterior. De la misma manera, se vería a la educación como el pilar de la investigación, ya que esta última es el generador del conocimiento; pero no se puede llegar a él sin haber pasado primero las bases sólidas de la educación como enseñanza.

La educación es usada como modo de insertar a los sujetos en el mundo (Sacristán, 2001). El tipo de educación que se imparte a los individuos en el área de Ingeniería debe ser uno que garantice su inserción en las organizaciones del campo de acción de la carrera en cuestión. Y, si el plan está bien diseñado, es bien desarrollado por el profesorado en la práctica docente y, si el alumno participó haciendo lo que se esperaba de él en la universidad; entonces, el egresado tendrá un perfil que le permita incorporarse a la vida productiva favorablemente, por lo menos en lo que respecta a los ámbitos de formación académica, de destrezas y habilidades obtenidas y desarrolladas durante sus estudios.

Algo sustancial en importancia para la EE es la generación del compromiso docente-ingenieril que es necesario hacer notar a los ingenieros, a las “cabezas ingenieriles” de los que enseñan, que existen cuestiones que desconocen de su misma práctica de la enseñanza (De la Torre, Miguel; comunicación personal, Junio 2006), de la práctica de la Educación de la Ingeniería. Y es necesario que los dirigentes y los docentes de ingeniería lo asimilen para poder cubrir esos aspectos necesarios en la formación de los futuros ingenieros, y para que sean ellos mismos los que puedan solucionar los problemas curriculares, metodológicos, y de cualquier índole de la Ingeniería. Son ellos los que pueden formar y sustentar la EE. Son los que deben diseñar la currícula, los objetivos, las competencias, los modelos educativos, etc. de y para los programas ingenieriles.

Compromisos educativos de la Ingeniería

La educación que se imparte en las escuelas de ingeniería no debe ser aquella que sólo predica conceptos y enseña a realizar cálculos. Debe ser una que valore y medite la presencia de los factores del currículum oculto, el entorno social de aplicación y el desarrollo de la persona, sin descuidar el *rigor, disciplina y complejidad* de la ingeniería.

Gracias a las aportaciones de la sociología hemos tomado más clara conciencia de las relaciones e interdependencias entre las condiciones sociales externas y las características estructurales de los sistemas escolares, con penetraciones también en los significados sociales de los procesos educativos (Sacristán, 2001).

Con la aplicación de los enfoques de la psicología, de la sociología y de la antropología, la descripción y comprensión de los fenómenos educativos y escolares han sido mejoradas sensiblemente (Sacristán, 2001). Esto sirve como fundamento sociológico y psicológico para poder adentrarse en la EE, ya que se requiere de un conocimiento técnico-científico-ingenieril para poder conocer y entender los conceptos, y así posteriormente enseñarlos. Eso es lo que primeramente requiere el profesor de ingeniería. Sin embargo, es necesario que aparte de ser un experto en ingeniería, se conozcan los procesos cognitivos, y tener una noción de los aspectos socio y psicológicos que experimentan los estudiantes del área de ingeniería. También se requiere conocer las técnicas de enseñanza y de tener conocimientos ideológicos del área de educación para hacer un especialista en la enseñanza de la ingeniería, es decir, un especialista en EE.

El *saber* no encuentra su validez en sí mismo, en un sujeto que se desarrolla al actualizar sus posibilidades de conocimiento, sino en un sujeto práctico que es la humanidad (Lyotard, 1990). Es por eso precisamente que la ingeniería debe de llegar a aterrizar sus conceptos para servir a su razón de existir: su función social.

Modos de educación ingenieril

La educación para el mundo del trabajo de hoy ya no puede entenderse como especialización, sino como la diferenciación de una formación general que afecta a toda la

personalidad, a su entorno y a los modos de enfrentarse con la vida (Sacristán, 2001). Existe una presión de un mercado laboral de mano de obra especializada bien preparada al servicio de una economía independizada de la política y de cualquier proyecto de sociedad humanizada (Sacristán, 2001).

Se acostumbra que las universidades ofrezcan un plan curricular para una determinada licenciatura; en otras ocasiones, una universidad establece dentro de su plan de estudios materias *optativas* o *tópicos*, que desgraciadamente los alumnos “rellenan” con áreas nada afines a un área de especialización, sino a cosas totalmente contrarias. Algunas universidades cuentan con un programa de *especialidades* al egresar (como programa de posgrado antes de la maestría). Sin embargo, es necesario ver, que en una sociedad postmoderna, la especialización y el conocimiento correcto de su área es fundamental para poder realizar un trabajo acorde a las necesidades sociales de la época.

La ingeniería siempre se ha caracterizado por la complejidad de los problemas que soluciona. Para poder llevar a cabo esas soluciones, sus estudiantes son sometidos a extensas jornadas de trabajo, donde tienen que resolver problemas teóricos y/o prácticos. Esto forma parte de lo que es el *rigor ingenieril*. El *rigor* del que estamos hablando se presenta en todas las ingenierías de producción, así como se presenta en la medicina. Ese rigor educa la mente para resolver problemas reales, la forja para manejar el stress y le temple el carácter.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Aquí conviene hacer un comentario importante acerca de una cuestión que perjudica al rigor: una sociedad que lee poco es una alarma para el ideal de persona culta, que anuncia una sociedad sin pensamiento o con otros modos de pensar. Tenemos que tener cuidado con las acciones pasivas que fomentan el uso de los medios audiovisuales; que no sólo restan tiempo al ejercicio de la lectura, sino que generan “lectores de imágenes” cómodos que no tienen apenas que realizar esfuerzos de interpretación y de reflexión para comprender (Sacristán, 2001). Si se ve la situación actual expuesta en este párrafo, se pueden obtener conclusiones acerca del porqué nuestros alumnos les cuesta mucho esfuerzo aprender al nivel que deseamos los maestros. Además, es la razón por la cual ellos(as) no

experimenten la abstracción necesaria para poder salir adelante en la mayoría de las materias y en los conceptos que enseñan. La falta de disciplina para leer y dedicar tiempo a ella y a la asimilación del conocimiento ha hecho que el rigor se vea afectado. La lectura y la reflexión son parte primordial en el desarrollo de la capacidad y la habilidad de los estudiantes de ingeniería para “abstraerse” en las materias de su área que involucran fuertes conceptos matemáticos y físicos. El que hayan sido educados o estén muy familiarizados con la “educación mediante imágenes” hace que se pierdan muchas competencias que son requeridas por el estudiante de ingeniería. Y la ingeniería no puede superficializarse mediante este tipo de enseñanza porque tendría repercusiones catastróficas al egresar. Es entonces que la educación preuniversitaria no debe fundamentar la enseñanza mediante imágenes como la única metodología; así que los docentes preuniversitarios y universitarios (sobre todo los de los primeros semestres) deben hacer una labor para adentrarlos hacia la lectura y la reflexión, para que los estudiantes no sufran las caídas cuando requieran de todas esas habilidades en los cursos superiores.

La experiencia como factor de aprendizaje en la Educación para la Ingeniería

La educación dentro de la escolarización es una oportunidad privilegiada para decodificar la experiencia (Gimeno, 1999). La educación consiste, ante todo, en hacer disponible para el sujeto el mundo no abarcado por la experiencia de él, que con sus propios medios, no podría obtener (Sacristán, 2001).

La escuela es el prototipo de institución moderna en tanto que, aparte de otras funciones, tiene el objetivo básico de trascender la experiencia limitada que permite el espacio y el tiempo de nuestras vidas, acelerando así el proceso de globalización que caracteriza la modernidad, dándole a esa condición significado de progreso (Sacristán, 2001). Esto ocurre por ejemplo, cuando la aceleración del aprendizaje se da, en cualquier nivel académico, i.e. cuando se recurre a analizar lo ya antes analizado y demostrado por otros. Ya sea en Física, Matemáticas, Mecánica, Electrónica, etc.; todos los conceptos que pudieron llevar años de estudio, práctica e investigación, son pasados mediante el proceso educativo en un tiempo mucho menor. En el caso de la ingeniería, no se busca sólo pasar las fórmulas concluyentes de estos análisis, sino, por lo menos, tener una comprensión con

un nivel de profundidad de la demostración y análisis de esos conceptos (porque en posgrado se analiza con aún mayor profundidad).

La experiencia limitada del alumno se incrementa cuando él aprende de la experiencia teórica, práctica y de la vida misma (vida en general y vida profesional) que aporta el profesor, incrementando para bien el currículum oculto. También, la experiencia que para otros fue el estudio de muchos años, a nuestros alumnos se les demuestra mediante la obtención de las fórmulas y la fórmula misma (nótese que se enseña la demostración, ya que en ingeniería es lo mínimo, si se desea que se implique la naturaleza del *saber a profundidad* y/o tener las bases para la investigación futura). La experiencia y el aprendizaje que adquiere el alumno puede verse tal y como lo mencionan Lave y Wenger (1991) son los procesos que ocurren similares al de un aprendiz, i.e. son fenómenos que se dan también en los niveles superiores que demandan conocimiento y habilidades como lo son la Medicina, las Leyes, la Ingeniería, etc.

La educación va a ser puesta a manera de modelo en la transmisión de la experiencia, permitiendo que todas las personas se eduquen, en parte, conversando con otras (donde se supone que estas últimas son cultas). El enfoque de la educación es uno que permita tener un intercambio de comentarios entre el profesor, especialista preparado en el área que imparte y, el estudiante, sujeto que estudia la disciplina que es dominada por el profesor. El intercambio de conocimientos se lleva a cabo, cuando dentro de la clase, el estudiante pregunta para resolver sus dudas. De igual manera, cuando fuera de clase indaga en conceptos y el profesor, le guía y le aclara el panorama, en lo que se le denomina *asesoría* o *entrevista* fuera de clase. De igual manera, ocurre cuando el alumno indaga conceptos con otros profesores que hayan o no, sido maestros de él.

La experiencia se amplía y se nutre no sólo de las vivencias presentes (las que suceden en este momento producto de la investigación, del desarrollo, del diseño, o de aquel buen guía que nos comparte cosas de acuerdo con lo que él aprendió de otros), sino de las vivencias pasadas (ya sea que estén documentadas o que alguien nos las comentó en el pasado).

Educación en la era Postmoderna

Performatividad Cognitiva

El *saber* científico ha presentado una alienación en sus usuarios más fuerte ahora que antes (Lyotard, 1990). Esto se presenta por muchos motivos. Entre esos motivos, podemos mencionar que el conocimiento científico se ha parcelado, se requiere de un mayor esfuerzo para adquirir un conocimiento que demanda mayor estudio.

El *conocimiento pertinente* habla de promover un tipo de conocimiento que sea útil y a la vez global. Un conocimiento que sea fundamental para poder abordar los temas de interés con bases sólidas y ligadas de varias disciplinas o áreas (Morin, 1999). Estas áreas que comenta Morin, son las que Bilbeny (1997) llama *interdisciplinarias*.

El *pensamiento complejo* es aquel que aspira a no ser dividido, a no ser *reduccionista*, a no ser *parcelado*. De esta manera, es un pensamiento que tiene como finalidad ser universal. Universal en el sentido que contenga más de una disciplina académica y, de preferencia, que pueda ser aplicado, analizado y profundizado su espectro de acción en más de una área. Es pues, por ejemplo, que la Economía es un área de las ciencias sociales que siendo en esencia un área humanitaria, toma de las Matemáticas, la ciencia exacta más pura y compleja, lo necesario para precisar y trascender el conocimiento social de las teorías económicas (Morin, 1999). Es de esta manera, que un área se hace más universal porque ya no sólo es entendible desde el punto de vista social; sino que desde el punto de vista abstracto (matemático) también lo es. Lo anterior, predica Morin, es en esencia el conocimiento, que aunado con los demás *saberes*, hará la educación del futuro una educación funcional.

La idea principal es la *tecnicidad del conocimiento*; donde el conocimiento ya no vale tanto por el *saber* mismo sino por su uso eficaz. El conocimiento ya no se describe como la comunidad científica lo conoce, es decir, como el resultado de un proceso, de la aplicación de un método y del espíritu de investigación y de entender las cosas. Ahora, lo que importa es manejar las cosas y no cómo funcionan (Bilbeny, 1997). Se puede ver

entonces que el “cómo funcionan” es asunto de unos pocos: los científicos e ingenieros de diseño y desarrollo.

En la era de la revolución digital, que implica una revolución cognitiva, se presenta una *intensificación del conocimiento*. El nivel de conocimiento alcanza niveles de intensidad o profundidad mayores que antes, debido a la facilidad de accederlo, de guardarlo, de procesarlo (Bilbeny, 1997). Sin embargo, aunque se pueda tener un conocimiento “más intenso”, no siempre se presenta de esa manera porque la sociedad posmoderna trata de tener el conocimiento parcelado, o bien, aunque el conocimiento sea más intenso, no alcanza a llegar –aunque esté disponible– a los individuos debido a que ellos no quieren adentrarse más, sino lo quieren superficial; sólo lo que necesitan para trabajar.

Las técnicas no adquieren importancia en el *saber* contemporáneo más que por medio del espíritu de *performatividad* generalizada (Lyotard, 1990). Es el *saber performativo* (el *saber tecnológico*) aquel que en esta era posmoderna genera capital, y este capital debe traducirse en mejor calidad de vida, mejor educación y mejor producción.

Integradores, Especialistas y Expertos

Con todos los cambios antes vistos, la disposición de la información, es y será competencia de los expertos de todos los tipos (Lyotard, 1990); y cabe decir, que cada vez la información es más de la que podemos manejar. Los expertos de un área son necesarios porque se requiere ser competente y eficiente para poder procesar información y poder generar con esos datos riqueza. En lo que respecta a que se requieren expertos de todos los tipos, de todas las áreas; es totalmente cierto debido a que los expertos tienen que tener un área definida ya que aunque se tenga la capacidad, habilidad y conocimiento; la información de la era posmoderna es demasiada y cada día se genera aún más.

El conocimiento crece de manera acelerada en tiempo y su cantidad de manera exponencial. Por lo tanto, aparece entonces el término de *segmentación del conocimiento* (el *conocimiento parcelado* de Morin). También aparecen entonces los *especialistas* y los

expertos de un área o segmento de conocimiento. Entonces aquí surge con más fuerza el término *interdisciplinario* (Bilbeny, 1997). Este término permite interconectar las *especialidades* para hacer que los especialistas puedan trabajar entre ellos y así obtener mejores resultados y/o que generen mayor conocimiento.

En todos los aspectos de la vida, se hace más marcado el que los expertos sirvan de guía o de referencia; pero a diferencia que en tiempos pasados, ahora, cualquiera que no cuente con el apoyo de un experto, no cuenta con el reconocimiento de credibilidad y puede llegar a ser sospechoso de fraude o de incompetencia (Bilbeny, 1997).

A partir de las ideologías de la cognición posmoderna, se define en esta tesis lo siguiente:

- Especialista → el que tiene una especialidad en un área de conocimiento.
- Integrador → el que puede interconectar las distintas especialidades; mas no es especialista en ellas.
- Experto → el que domina a profundidad una especialidad o área de conocimiento y sus conexiones para integrarlas.

No obstante, la inminente aparición de este modelo, producto de la ingeniería misma, que agrupa y diferencia a los tres tipos de profesionistas: el integrador, el especialista y el experto; es necesario mencionar que no todos los estudiantes lograrán alcanzar esas categorías, aunque egresen de la licenciatura. Lo anterior debido a los múltiples factores (académicos, docentes, infraestructura, motivacionales, sociales, económicos, esfuerzo y capacidad intelectual, etc.) presentes en la formación del ingeniero.

Los riesgos producto de la globalización en la era de la posmodernidad, hacen ver que las bondades en los avances que se están generando requieren grandes medidas para evitar caer en un deterioro espiral, del cual podría ser muy difícil salir.

La brecha entre los conocedores y los no conocedores de un área en específico, se puede agrandar en manera tal que costaría un esfuerzo muy grande el que la sociedad en su

conjunto, pudiera hacer en el futuro que el conocimiento esté distribuido equitativamente. Si el conocimiento no se equilibra, entonces, un monopolio de personas controlarán los medios tecnológicos y, peor aún, que las labores que requieran de ese conocimiento no podrán ser realizadas por muchas razones, tales como:

- a) no fueron capacitadas para ello.
- b) no quisieron estudiar esa disciplina por la complejidad del conocimiento que implica.
- c) no estudiaron esa disciplina por el tipo de trabajo que realizarían.
- d) la educación se imparte con un exceso de conocimiento parcelado o con mucha superficialidad en áreas donde no es posible enseñar de esa manera.
- e) Se desaniman debido a lo vasto que es el conocimiento y a la constante actualización que requiere.
- f) La situación económica les desmotiva a estudiar algo complejo si la remuneración al egresar no es la esperada.

Educación e Investigación

El *saber* se encuentra afectado en dos principales funciones: la investigación y la transmisión de conocimientos. El *saber* contempla una problemática al no poder pasar por los nuevos canales y convertir esta transformación en operativa, a no ser que el conocimiento pueda ser traducido en unidades de información (Lyotard, 1990).

La didáctica (*la enseñanza*) asegura la reproducción de los conocimientos y, su meta es diferente del de la investigación. El primer supuesto de la didáctica es que el destinatario (*el estudiante*) no sabe lo que sabe el 'destinador' (*el profesor*); es en efecto, por esta razón por lo que el alumno tiene algo que aprender. El segundo supuesto es que el estudiante puede aprender y convertirse en un experto con idéntica competencia que su maestro. Esta doble exigencia supone una tercera: que existe un intercambio de argumentaciones y pruebas, que constituyen la pragmática de la investigación (Lyotard, 1990).

Dicho de otro modo, se enseña lo que se sabe: así es el experto. Pero, a medida que el estudiante (*el destinatario de la didáctica*) mejora su competencia, el experto puede hacerle participe de lo que no sabe y trata de saber (*si el experto es, además investigador*). El estudiante es así introducido en la dialéctica de los investigadores, es decir, en el juego de la formación del *saber* científico (Lyotard, 1990). Y esto vuelve a dar pie a ver que en la ciencia también se da este intercambio de experiencia como si fuera una relación de maestro-aprendiz que ocurre en un nivel superior como se ve en la Medicina, en las Leyes, en la Ingeniería, etc. (Lave, 1991).

Las instituciones de educación superior deben contribuir a la *performatividad* del sistema social. Es decir, que tengan una enseñanza que contenga las competencias indispensables a la sociedad. Las grandes instituciones de formación superior son las que se encargan de vender esas competencias en el mercado mundial. La demanda de expertos en todas las áreas de tecnología y ciencia exacta deben siempre tener prioridad en cuestiones de enseñanza. La multiplicación de esos expertos debe acelerar el proceso de investigación en los demás sectores del conocimiento, como se ha visto en áreas de la medicina y la biología (Lyotard, 1990).

Si la enseñanza debe asegurar no sólo la reproducción de competencias, sería preciso, en consecuencia, que la transmisión del *saber* no se limitara a la de informaciones, sino que implicara el aprendizaje de todos los procedimientos capaces de mejorar la capacidad de conectar campos (*la de integradores, especialistas y expertos*) que la organización tradicional (*modernista*) de los *saberes* aísla con celo (Lyotard, 1990). El trabajo en equipo debe ser revalorado porque en el mundo posmoderno existe carencia de expertos, integradores y especialistas, debido a las complejidades técnicas y científicas que implican; además, que los trabajos interdisciplinarios urgen a esto debido a que la solución implica trabajar en distintas áreas de conocimiento.

La *producción del saber* es la investigación y la *transmisión del saber* (o *reproducción del saber*) es la enseñanza. Los canales de transmisión de la reproducción simple (*de la enseñanza*) pueden ser simplificados y masificados y, los canales de

transmisión de la reproducción ampliada (*enseñanza con mayor profundidad –no investigación–*) tienen derecho a pequeños grupos que funcionan según un igualitarismo aristocrático (*grupos élite*) (Lyotard, 1990). Es entonces que los grupos élite aparecen no como una idea de división social o intelectual, sino una necesidad para poder formar a aquellos que van a ser los expertos o los especialistas dependiendo de las posibilidades académicas, intelectuales o de su facilidad e interés.

Globalización del conocimiento

Con la presencia de la era posmoderna en el mundo de hoy, se cuenta con una experiencia global que enlaza y afecta a todas las naciones. El estar conectados y enlazados, hace que las acciones de una parte del mundo repercutan de manera inmediata en otra aunque se tengan políticas distintas de acuerdo con sus necesidades y objetivos particulares; es decir, las naciones cuentan con un común denominador para satisfacer las necesidades más básicas. Sacristán (2001) lo expone así en lo referente a educación: “Las políticas educativas de los diferentes países se asemejan entre sí, al responder a demandas de la economía, la tecnología y la ciencia globalizadas”.

La razón para justificar el porqué las políticas de los distintos países pueden tener los mismos enfoques es que los medios tecnológicos presentes en la era de la globalización hacen posible este fenómeno. Esto se presenta porque en esta era, los cambios se dan al mismo tiempo en todo el planeta; es decir, su repercusión es inmediata. Los avances tecnológicos se dan en la gran mayoría de los campos al mismo tiempo, aunque se trabaje sin contacto entre las distintas naciones. Este es un fenómeno de la era globalizada. Con la comunicación que existe en esta era, el conocimiento alcanza el término de global. La globalización se puede ver debido a que cada vez el conocimiento deja de ser local y patrimonial para pasar a ser comunicado, usado y a veces generado de manera global (Bilbeny, 1997).

Lo anterior que comenta Bilbeny, reafirma el fenómeno que este autor define como “*generación del conocimiento en paralelo*”. La generación del conocimiento en paralelo se basa en tres premisas. La primera es que, en general, el nivel académico y de investigación

–por lo menos de unos cuantos individuos– en todos los países es de buena calidad y es competitivo bajo estándares internacionales. Segunda, debido a la globalización, se pueden dar a conocer los avances que ocurren en distintas partes del mundo; se hace posible compartir conocimientos, *papers*, ensayos, etc., mediante la interconexión inmediata permitida por las comunicaciones a nivel mundial de voz, audio y datos. Tercera, debido a que se cuenta con una infraestructura promedio suficiente –aunque sea mínima– en la mayoría de los países, al trabajar con ella se pueden tener resultados paralelos en tiempo comparables en orden, nivel y complejidad con los que ocurren en otras partes del mundo.

Teniendo un esquema de *generación del conocimiento en paralelo*, el *saber* alcanza un nuevo orden en el sentido que los avances se van a poder presentar de una forma más acelerada y de una manera más independiente. Esta independencia permitirá garantizar la calidad similar del conocimiento en los distintos países, presentándose una situación más propicia para generar mayor conocimiento y claro, que aceleraría los procesos en otras partes del mundo debido a que el compartir los resultados a nivel global, incrementará en consecuencia, la velocidad de aquel proceso que requiera de esos resultados para salir adelante. Sin embargo, cabe mencionar que el compartir no genera el conocimiento en paralelo, pero sí acelera la publicación y el uso de sus resultados.

Riesgos y efectos de la globalización posmoderna

El *saber* científico ha presentado una alienación en sus usuarios más fuerte ahora que antes (Lyotard, 1990). El riesgo social es el de la exclusión de aquellos que por razones económicas, políticas o educativas son marginados (*los más*) del mundo global. Ellos pasan a ser víctimas de un proceso que no les trae beneficios, sino marginación caótica (Sacristán, 2001). La marginación produciría que en un mundo donde el analfabetismo no es ya un problema crítico, se tenga ahora la presencia de problemas de exclusión por el conocimiento con el que se requiere contar.

Las nuevas fronteras de la sociedad capitalista no son ni la propiedad de los medios o la posesión del capital ni la fuerza de trabajo, por importantes que sean. Las nuevas fronteras son el poder acceder o no al capital intelectual. La economía de red, como afirma

Rifkin (2000), se apoya en la posesión no de bienes raíces, sino las ideas y estrategias de gestión que saben conjuntar esos bienes, en la capacidad de innovación, el conocimiento de mercados, etc. Interesa no tanto el “tener” como el “poder acceder” que da el “poder saber”. Antes, saber leer y escribir era la diferencia social más grande. Hoy, donde prácticamente no hay analfabetos, la exclusión se da entre los que dominan en mayor o menor grado un tipo de conocimiento; es decir, que hay alfabetizados más y menos afortunados (Sacristán, 2001).

Hay medidas para que la formación del profesorado sea más utilitaria y menos reflexiva y crítica. Se destinará una enorme proporción de tiempo en la educación de los futuros maestros a la formación práctica, a expensas de la *formación teórica* universitaria de las escuelas de ciencias de la educación (*o de las escuelas de ingeniería*), que la suponen (*a esta formación*) como irrelevante y dañina (Hargreaves, 1996). La educación, en el caso de los ingenieros, fuera de esta área de la Educación de la Ingeniería que aún no existe formalmente en México, es basada sólo en la enseñanza de los conocimientos que cada individuo posee. Es entonces, que se requiere de una orientación educativa por parte de especialistas de esta área de la Educación para la Ingeniería.

Además, existen cargas enormes para tratar de estandarizar los métodos de enseñanza en muchas universidades, estándares que agobian y producen ineficiencia y baja productividad para los docentes y para sus receptores, debido a que se pone mucho peso y consumo de tiempo en ese tipo de actividades, que se convierten en un *overhead* haciendo que se agreguen problemas en el rendimiento de los profesores.

Los usos o la apreciación o el reconocimiento social hacia aquellos que estudian, aplican o generan conocimiento científico, ha venido decayendo. Además, la mayoría de los trabajos son cambiantes, por lo que las personas se desmotivan por estudiar algo complicado porque sus trabajos no lo requerirán o, por razones de condición económica, piensan que podría ser no rentable.

Se puede mencionar que se ha presentado una desmoralización de los investigadores y los profesores, además, que también se ha presentado (*esta desmoralización*) a los destinados a ejercer las profesiones (*los estudiantes*) en todas las comunidades desarrolladas, y ha podido frenar sensiblemente el rendimiento de los laboratorios y universidades (Lyotard, 1990). Recordemos que como dice Hargreaves (1996) “la misma voluntad de enseñar es el auténtico motor de la enseñanza”. No debemos olvidar esto, porque frenaría o degradaría la educación, la sustentabilidad y el progreso futuro de la nación.

Desde la perspectiva de la posmodernidad, muchos cambios que parecen favorables vienen acompañados de situaciones que pueden generar problemas caóticos. Sin mencionar los problemas de desmoralización y situación económica, la era posmoderna empieza a demandar cambios en la manera en la cual la educación, en general, se tiene que ajustar para cubrir las demandas sociales y laborales. Si a esto lo hacemos extenso hacia el área de la ingeniería, se puede ver que la situación se complica aún más porque los ingenieros tienen un enorme peso en los cambios sociales y productivos por su injerencia directa en la maquinaria. A esto, se le tiene que agregar la problemática que las políticas educativas no están basadas en la mayoría de las facultades del mundo (y ninguna en México) por un área de Educación para la Ingeniería.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS
Educación ingenieril

Educar en Ingeniería

El tema de la creación de un área como la Educación para la Ingeniería no es un tema trivial; pues en general, los ingenieros –quienes dominan perfectamente los conocimientos de su área– tienen deficiencias en la manera en la cual se pretende transmitir ese conocimiento. Colom (2002) expresa que esta situación de las deficiencias en la transmisión de los conceptos le ocurre en general a todo tipo de docentes al mencionar: “el hombre no puede comunicar con precisión a los otros hombres sus experiencias acerca de la realidad observada.”

El educar en ingeniería no puede ser visto solamente como la transmisión o la cátedra de los conceptos ingenieriles, sino como un proceso educativo integral que enseña y afianza conocimientos, habilidades, destrezas y maneras de pensar. El proceso educativo ingenieril está actualmente basado solamente en la ciencia exacta. La parte social de la Educación para la Ingeniería va a poder también estudiar no sólo las maneras de atacar los problemas abstractos y físicos de la ingeniería, sino que también podrá adentrarse en conocer los procesos cognitivos específicos del área y, comprender de mejor manera la forma en la cual los ingenieros y los estudiantes de ingeniería, se correlacionan. Todo lo anterior, sin perder la rigurosidad, precisión, robustez y el sentido del área como ciencia exacta; pues la Educación para la Ingeniería no debe ablandar el área, sino fortalecerla al ser parte de la misma. Y la ingeniería no va a convertirse en ciencia social, sino que toma de la educación lo necesario para mejorar.

La construcción del nuevo sistema escolar ingenieril

El problema del *saber* en la escuela adquiere el máximo interés, ya que su transmisión ocupa siempre un lugar o espacio; lo que nos hace preguntarnos si la escuela es el sitio idóneo para realizar la transmisión del conocimiento, ya que en ella no se dan referentes reales del *saber* que se transmite, puesto que la escuela es un lugar artificial aislado de la realidad (Colom, 2002). Para evitar lo anterior, la escuela de ingeniería, o la universidad en general, debe ser un lugar donde se produzca el *saber* (por lo menos el que le corresponda generar); además, la escuela debe estar ligada al contexto social demandado y, que el *saber* sea aplicado en la sociedad y dentro de la misma escuela.

En el caso de la educación, no hay duda de que los contenidos son impuestos desde el exterior al sistema escolar. Si cambia la sociedad, no hay duda de que cambian las condiciones desde las que emerge el *saber* (Colom, 2002). Precisamente, es que la educación de la ingeniería debe ser una educación que no olvide su aplicabilidad industrial y social, sin caer de antemano en la superficialidad o en la moda; de esta manera, es un proceso dinámico que cambia de acuerdo con las necesidades tecnológicas, sociales y económicas de la nación.

Para lograr una formación para la vida no sólo es necesario enseñar el *saber*, sino también las formas de conocer y entender el *saber* y las maneras de cómo acceder al *saber*. Existen filosofías que predicán usar una u otra de las tres maneras que se mencionan; pero tenemos que ver, que en la formación de una era posmoderna con todas sus demandantes, es primordial tener un balance entre estas tres y, con esto en mente, se podrá tener un egresado que sepa ubicar las fuentes del *saber*, así como las herramientas físicas, matemáticas o computacionales que nos permiten conocer y entender el *saber* mismo. Donde el *conocer* es saber de su existencia, y entenderlo es comprenderlo, asimilarlo de manera analítica y no sólo de manera superficial.

Los maestros pueden pretender comunicar una misma realidad, a buen seguro que las narraciones de uno y del otro, podrán ser diferentes, ya que quiérase o no, la narración depende del sujeto (Colom, 2002). En la ingeniería esto ocurre de manera muy frecuente y notaria, aunque irónica, ya que, aunque todo en ingeniería es exacto y comprobable matemática y físicamente, cada maestro puede tener maneras (narraciones) muy distintas de ver la realidad, la aplicación o el contexto y profundidad de los conceptos. Como comenta Colom (2002): “el hombre se realiza, se constituye como ser comunicante en relación a sí mismo y a los demás, mediante el lenguaje”. De esta manera, vemos la necesidad que el lenguaje de ingeniería debe continuar siendo el propio, mas ahora compatible –en sus puntos pedagógicos– con aquellos propios de la educación.

Es sabido que distintos profesores de un mismo curso (*del cual hay varios grupos*) pueden conseguir cualquier tipo de objetivos mediante procesos didácticos y metodológicos absolutamente diferentes (Colom, 2002). Una vez más, este factor que forma y enriquece la enseñanza de la ingeniería, puede ser visto como un obstáculo si las técnicas de enseñanza, el conocimiento de contenidos o la actitud al transmitir el conocimiento no son las adecuadas.

En lo que se refiere al estudio de maquinaria, podemos comentar basándonos en Colom, acerca de la Cibernética, que no es lo más importante conocer los distintos tipos específicos de máquinas, sino los procesos de información y control que concurren tanto en

la naturaleza, como en ellas. Por esto, es importante que la ingeniería conozca no solamente acerca de la maquinaria, sino también de los procesos físicos en los cuales la maquinaria se encuentra involucrada; sin descuidar, claro está, la profundidad que requiere el egresado de ingeniería en cuanto al diseño e implementación de dichos dispositivos. Recordemos que la *racionalidad tecnológica* –saber para hacer– es encontrada en cualquier concepción que de la teoría educativa tengamos (Colom, 2002).

El profesorado debe adaptar las escuelas a las nuevas exigencias educativas. Como decía Dewey, hay que educar para el cambio, para la contingencia, lo que supone preparar a las futuras generaciones a fin de que superen las órdenes inmutables. Hay que hacerlos capaces de participar de la evolución orden-desorden que todo cambio provoca.

La *hiper-especialización* de los campos ha generado una problemática también. En efecto, si ha resuelto muchos problemas, pero también ha provocado conflictos de parcelamiento, aislamiento, y ha evitado la integración en las subdisciplinas del área. Este fenómeno ha sido responsable de que muchos ingenieros pierdan, en mucho, conocimientos, habilidades y destrezas dentro de su campo profesional debido precisamente al “enfoque de nicho” que puede, en caso de ser mal orientado, llevar a encerrarse.

Acorde con lo que afirma Rosnay (1996) que el futuro se encuentra entre la escuela virtual y la escuela real. Las nuevas tecnologías (computadores, internet, multimedia, etc.) no pueden por sí mismas sustituir los procesos educativo-escolares por la mera razón de que la escuela debe seguir siendo algo más que los aportes que nos ofrecen las nuevas tecnologías. La utilización de la información sirve para proyectar nuevos órdenes a fin de enfrentarse con éxito y eficacia a situaciones futuras (Colom, 2002). De aquí la importancia de la “educación para la vida”.

Otro asunto dentro de la situación ingenieril es que el carácter funcional de la enseñanza lleva a reducir al docente a un funcionario. El carácter profesional de la enseñanza lleva a reducir al docente a un experto. La enseñanza tiene que dejar de ser

solamente una función, una especialización, una profesión y volver a convertirse en una misión de transmisión de estrategias para la vida. Esta transmisión requiere efectivamente de competencias, pero también requiere, además, de una técnica y un arte. Necesita lo que no está indicado en ningún manual, pero que ya Platón había señalado, un eros (Morín, 2003), un placer, un tiempo y deseo de transmitir el conocimiento a los alumnos con la finalidad de llevarlo a cabo en el mejor de los términos.

Investigación

En los centros de investigación y en las universidades, el conocimiento pedagógico se produce separado de las escuelas, de los profesores y alumnos. Desde su misma génesis, la teoría y la práctica se desvirtúan por obra y gracia de unas estructuras administrativas y burocráticas que condicionan el origen del *saber* educativo (Colom, 2002). Esto suele ocurrir cuando en el caso de los profesores o los que tienen facultad de toma de decisiones dentro del área de educación o del área de ingeniería se proponen cambiar aspectos del perfil de egreso, de los contenidos de materias, del currículum, etc. consultando sólo su aspecto teórico o su experiencia personal. Esta es una de las razones por las cuales el conocimiento puede estar segmentado en estas disciplinas ya que es de suma importancia que la investigación, la educación y el conocimiento tengan una repercusión directa en todos aquellos que de alguna manera u otra se encuentran ligados a ellas. Asimismo, factores como la idea solitaria de que todo lo que hace la persona asignada a la tarea es correcto y, las presiones o ideas que marcan los lineamientos, pueden polarizar el desempeño y el resultado que se está buscando.

Hay brillantes intelectuales que sólo contemplan los posicionamientos teóricos de la educación obviando en sus trabajos cualquier referencia a la práctica educativa, de la misma forma que hay notables investigadores de la realidad del aula que no poseen el más mínimo interés por posicionar sus planteamientos en contextos teóricos (Colom, 2002). Podemos extender esto a que el ingeniero-docente debe estar involucrado en los aspectos teóricos y prácticos del área. De esta manera, se podrá aportar al alumno una educación que va más allá de lo que se pretende realizar en el contexto meramente práctico del laboratorio o exclusivamente teórico del concepto abstracto.

Es increíble, pero cierto, que la investigación educativa está desvirtuada por su doble focalización: o bien se orienta hacia las cuestiones teóricas o bien hacia la práctica, de tal manera que tenemos teóricos que no practican y prácticos que no teorizan. En este sentido es urgente y necesario retornar de alguna manera a nuestros centros y a nosotros mismos. No es posible mantener por más tiempo esta desubicación pedagógica antinatural que sin embargo, se va reiterando y reproduciendo en nuestra mismísima cotidianeidad (Colom, 2002).

La aplicación de las máquinas fue lo que hizo fortuna económica a la Cibernética, sin embargo, atrofió su desarrollo teórico (Morin, 2004). Esto es algo que se tiene que mencionar, pues su verdad va más allá de una mera crítica económica. La ingeniería, como creadora del área de la cibernética, ha encontrado en la aplicación de las máquinas, su desarrollo económico; pero su desarrollo teórico ha sido mermado grandemente. Pues es que el desarrollo del área de la ingeniería se ha enfocado a resolver únicamente los problemas de las máquinas que se están utilizando o que son las demandadas por el mercado y, se ha disminuido sobremanera el desarrollo de maquinaria no comercial. Este tipo de maquinaria es la que surge mediante las innovaciones, la puesta en marcha con nuevos factores, el desarrollo a través de nuevos problemas propuestos o supuestos; es decir, mediante un proceso de investigación. Es entonces que la aplicabilidad de la ingeniería no debe atrofiar al área misma, pues es la *aplicación* un producto terminado del área y no el único objetivo de ella.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Finalmente, podemos estar de acuerdo con Colom cuando dice que el investigador con el *saber* no sólo transforma el conocimiento, sino que con el conocimiento también se transforma a él mismo.

Paradigma de la cultura ingenieril

La importancia del lenguaje es relevante ya que trata de apelar a sus propias capacidades; es decir, que sepa y conozca exactamente, aquello que se le quiere transmitir (Colom, 2002). Con esto en mente, se reafirma la existencia innegable de la cultura ingenieril con sus protocolos y lenguajes propios como entes sociales de esa comunidad.

El paradigma clave de occidente es que el objeto es lo cognoscible, lo determinable, lo aislable y, por lo tanto, lo manipulable. El *objeto* contiene la verdad objetiva y, en ese caso, es *todo* para la ciencia; pero al ser manipulable por la técnica, es *nada* (Morin, 2004). Es entonces que la máquina antes de diseñarla es el *todo*: el reto, la aplicación de la ciencia, el concepto abstracto. Pero una vez que es manipulada, el mismo ingeniero la convierte en *nada*. Pues es un fenómeno muy presente entre la mayoría de los ingenieros (sobre todo a nivel licenciatura), ya que tienden a hacer de su objeto de estudio su razón principal y central, pero cuando lo consiguen, lo desechan de una manera que hace ver una indiferencia para asimilar el conocimiento generado, o por lo menos, apreciar y ver la aplicabilidad del logro obtenido.

La cultura fundada sobre la especialización del *saber*, no puede reflexionar ni pensarse a sí misma (Morin, 2004). La ingeniería es una especialización del *saber*, por excelencia. Si cualquier especialización del *saber* no puede reflexionarse por sí sola, entonces esto puede sucederle también a la ingeniería si continúa enfocándose hacia la solución inmediata de los problemas y no dedica el tiempo y el espacio necesarios para la investigación tecnológica y la investigación educativa de ella misma.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

Discursos de la Ingeniería y Educación

Los métodos de la educación y la ingeniería

Hemos de recordar que cuando el discurso de la filosofía (*y en general de las humanidades*) ha pretendido la narración de los fenómenos naturales (*físicos*), externos al ser, ha ido perdiendo fiabilidad, y en consecuencia, credibilidad (Colom, 2002). Debido a estos hechos, a la Educación por sí sola le es imposible comprender y solucionar los problemas de la ingeniería, aunque es menester comentar que de igual manera, la ingeniería por estar muy inmersa en la ciencia exacta, tiene también una falta de credibilidad al querer solucionar sus propios problemas educativos.

La ciencia experimental puede explicar de manera analítica la realidad; pero difícilmente nos puede ofrecer con la misma precisión el estudio del conjunto de objetos y hombres que se pueden divisar (Colom, 2002). De esta manera, la ingeniería se presenta como usuaria directa y aplicada de la ciencia experimental y de la tecnología que los ingenieros desarrollan; sin embargo, se ve que le es muy complicado el estudio o el análisis de la parte que tenga que ver con el contexto humano.

Los métodos de la ciencia y la ingeniería

El conocimiento racional, hoy en día, está orientado al *conocer para hacer*. Con ello, se pueden generar acciones que la propia ciencia ha aportado. Se pueden aprovechar principios o conclusiones científicas para desarrollar acciones que consigan propósitos determinados. A este tipo de *racionalidad praxeológica* –conocer para hacer– es a lo que denominamos *tecnología* (Colom, 2002).

El objetivo de la ciencia es desarrollar una narración inequívoca que explique la realidad de los acontecimientos que suceden en ella. Aprovecharse de este conocimiento para modificar y mejorar cursos de acción es el objetivo de la tecnología. La técnica y la tecnología no son iguales. La técnica se desarrolla de acuerdo con procedimientos efectivos, útiles e incluso de contrastada validez, pero que pueden descansar en otros fundamentos como pueden ser la tradición o las habilidades personales. La tecnología fundamenta sus recursos en principios científicos (Colom, 2002).

El proceso creador de la ciencia se inicia con el reconocimiento de problemas y culmina con la construcción de teorías (*o leyes*) que, a su vez, originan nuevos problemas, entendiendo por problema aquel conjunto de ideas susceptibles de ser resueltas mediante otras ideas comprobadas. La teoría científica siempre se referirá a objetos materiales, por lo que se darán correlatos entre los objetos materiales y las representaciones experimentales que el investigador ha desarrollado acerca de ellos en el laboratorio, ya sea parcelando o simplificando la realidad, y controlando las variables dependientes e independientes que afectan a la situación experimental (Colom, 2002).

El conflicto entre Ingeniería y Educación: Crítica contra la ciencia exacta

Las ciencias de la naturaleza (*química, biología, física, medicina, etc.*) explicaban su realidad mientras que las ciencias humanas comprendían su realidad, claro que este pacto estaba precedido de un postulado previo: lo verdaderamente científico era explicar, no comprender (Colom, 2002).

Un manifiesto en contra de las ciencias exactas por parte del área de la Pedagogía, lo podemos encontrar cuando Colom (2002) menciona que la Física clásica no actúa bajo perspectivas de globalidad, ya que su único objetivo es encontrar respuestas matemáticas a la hora de predecir el comportamiento de grandes conjuntos estadísticos de partículas.

Según el físico David Bohm (1987), las ideas físicas son imágenes de ecuaciones, es decir, no tienen otro contenido que lo que calculan las ecuaciones, de modo que pueden aprender la realidad de alguna forma imaginativa aunque confusa. Su único anclaje está en los resultados experimentales. Los campos y las partículas son nociones aunque no tenemos imágenes de ellas, es decir, no tienen más contenido que los cálculos de sus ecuaciones de predicción, de tal manera que sólo se puede considerar real lo que se puede medir instrumentalmente. Esta perspectiva de un científico, hace poner una visión contraria a la corriente del pensar de las personas de ciencia. Bohm al hacer esa declaración lo que está diciendo es que es necesaria una vista no sólo analítica de nuestra ciencia exacta, sino que hay que verla desde otros ángulos también.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

El conflicto entre Ingeniería y Educación: Crítica contra las ciencias sociales

La crisis de interpretación se nos presenta mucho más aguda en el seno de las ciencias sociales, siempre más huérfanas de consistencia científica (Colom, 2002). Los métodos esencialistas, muy dependientes de la influencia hegeliana, así como una inadecuada interpretación de los métodos de las ciencias naturales (*y físicas*), junto con otros aspectos negativos como el verbalismo y el psicologismo, hacen que las ciencias sociales en su construcción científica se encuentren realmente en vía muerta (Colom, 2002). Es pues, que los pedagogos no pueden de manera directa intervenir en las actividades propias de la ingeniería y, por ende, no pueden estar directamente relacionados con la

Educación para la Ingeniería. De aquí, surge la necesidad de crear un área que sí pueda estar dentro de la ingeniería y no ser pedagogía pura.

Según Palop (1983): “las ciencias humanas no son ciencias, por lo que la pedagogía tampoco lo es. Simplemente son pseudo-ciencias, pura especulación, en donde lo único que aportan son fundamentos de carácter filosófico. Las ciencias humanas no son homologables al resto de las ciencias, es decir, son ‘otras’ ciencias que deben convivir con el subjetivismo, la ideología y las limitaciones que en ellas posee, por ejemplo, el método experimental”. En definitiva, el modelo de cómo la ciencia trata y descubre, explica y comunica la realidad, acompleja enormemente la aplicación de sus principios en los ámbitos propios de las ciencias humano-sociales por lo que éstas quedan ya excluidas del discurso objetivo.

La revolución tecnológica ha hecho que el *saber* haya despreciado tanto la filosofía (Colom, 2002) y las demás ciencias sociales. La teoría actual del conocimiento acerca de la educación no nos propicia soluciones educativas, por lo que el pedagogo no debe quejarse si se le critica por la endeblez de su ciencia, porque con tales actitudes está perdiendo acaso la oportunidad de saber qué es y qué debe ser el conocimiento en pedagogía (Colom, 2002).

Y esto no debe molestar a los pedagogos, pues la postura ingenieril es apoyada exclusivamente tomando como perspectiva el conocimiento complicado físico-matemático-ingenieril que la pedagogía no tiene. De igual manera, los ingenieros no deben molestarse al recibir críticas de que es necesario el anclaje educativo de su área.

Resistencias entre la Educación y la Ingeniería

Se ha visto una actitud en algunos pedagogos que refleja cierta resistencia hacia permitir que los ingenieros se adentren en la Educación porque habrá conceptos que van a ser renombrados, cambiados o adaptados según las necesidades que ellos requieran; además que no se involucrarán en la totalidad de la teoría educativa que los pedagogos estudian, sino que sólo usarán los conceptos que consideren pertinentes para sus objetivos educativo-ingenieriles. Esta actitud de unos cuantos, es sólo un proceso transitorio que tendrá una terminación ya que es sabido que cada disciplina requiere de un conjunto particular de

técnicas; algunas iguales a las predicadas por la Educación, otras modificadas, otras que no son usadas y otras que son creadas según los requisitos demandados por cada disciplina, en este caso, la Ingeniería.

La resistencia de la Ingeniería es hacia recibir de parte de los pedagogos la capacitación y/o la imposición de técnicas y conceptos que son generados por gente que no es del área ingenieril. Esta resistencia se incrementa por la idea también de que al aceptar ideas de un área humanista, el currículum ingenieril podría ser afectado en su solidez.

Como se ha visto, existe una resistencia por parte de la Educación y de la Ingeniería a tener puntos de acuerdo. Esta resistencia se ha visto aquí en México por la experiencia cultural dentro de los claustros de maestros de esas áreas mencionadas y que se vieron los resultados que se arrojaron del Estudio de Campo (Capítulo IV). En lo particular, se ha vivido desde antes del inicio de esta investigación, durante ella y muy posiblemente continuará después de concluirla.

En algunas universidades de otros países, se ha visto en el pasado la problemática expuesta y se abocaron a resolverla. Para ello, se tuvo que crear un área, una disciplina nueva, que tomara lo necesario de la Educación, lo adaptara o cambiara, y que siendo ingenieros de carrera, crearan lo necesario para hacer que la ingeniería no fuera afectada en su solidez, sino que mejorara. En México, hasta el día de hoy, la resistencia que se ha sentido y documentado hasta ahora, muestra que existe una gran separación entre esas dos áreas.

El rechazo hacia la creación de esta área en México la consideramos natural debido a que las culturas del pedagogo y del ingeniero han presentado una muy notoria diferencia en nuestro sistema educativo, social y laboral. Además, como fue mencionado anteriormente, el surgimiento o el nacimiento de un área presenta siempre puntos encontrados, presenta incertidumbre.

La construcción de una nueva área: surgimiento de la Educación para la Ingeniería en México

La pedagogía ha sufrido varios ataques. Uno de ellos ocurre por la especialización que le aportan las diversas ciencias de la educación, que, no se olvide, se presentan ante la pedagogía como teorías específicas acerca de la educación formuladas desde sus propios ámbitos de procedencia (Colom, 2002). Los ataques pueden ser dolorosos para el área de la Pedagogía, pero se presentan como todos los nacimientos: mediante un parto que incluye sufrimiento para ver nacer un producto nuevo, un eslabón más en la cadena del *saber*.

La disgregación que sufre el cuerpo único de la pedagogía en aras de la diversidad y pluralidad, viene propiciada por las diversas ciencias de la educación (Colom, 2002). Es pues, que en aras de lo que busca la pedagogía, surge un área que nace de la Ingeniería misma y toma de la Pedagogía solamente lo que requiere, de esta manera, el discurso de la Educación para la Ingeniería es uno nuevo y puede pensarse que es innovador y que en ciertos puntos confronta y comparte a la Pedagogía y a la Ingeniería. Reconoce las limitantes en el discurso pedagógico por parte de los ingenieros; pero a la vez muestra que los pedagogos son ajenos al área ingenieril. Es pues que el área nace desde su procedencia ingenieril con presencia pedagógica. Presencia que es sólida obtenida desde las Ciencias de la Educación; pero que está orientada exclusivamente a satisfacer lo que la Ingeniería requiere y es, indudablemente, hecha por aquellos ingenieros que se adentraron en la búsqueda de esos soportes.

Ante tales situaciones, por lo general, se contextualiza la cuestión, creándose un campo específico de trabajo e investigación –que quizás con el tiempo dará lugar a una nueva ciencia de la educación– cumpliendo una vez más la ceremonia de la división, del análisis del conocimiento (Colom, 2002). De aquí se puede mencionar que la creación de nuevas áreas –como la Educación para la Ingeniería, la Educación para la Medicina, etc.– es un proceso concebido ya por varios autores de corriente pedagógica, pues ven que dichos procesos surgirán por necesidades externas y se deslindarán o dividirán –en mucho– de la pedagogía para formar áreas nuevas con sus respectivos objetivos, trabajos e investigaciones.

La aproximación de los hombres de letras al mundo de la complejidad de la naturaleza y la aproximación de los científicos de la naturaleza al mundo de la complejidad social ha ido creando un mestizaje (Colom, 2002). Es este mestizaje un proceso de hibridación, una aleación perfecta. La Educación para la Ingeniería no es un área dependiente de las disciplinas progenitoras, sino que es un área nueva, que nace de ellas, pero es independiente de las mismas; con un objetivo bien claro: trabajar *en, para y dentro* de la ingeniería.

La teoría de la educación es *teoría* no porque su objeto de conocimiento sea teórico, sino porque se sirve de teorías para la mejora de la práctica educativa (Colom, 2002). Es entonces, que la pedagogía y la ingeniería, ambas por separado, son beneficiadas al aportar lo que cada una necesite para el surgimiento del área de Educación para la Ingeniería. Y es beneficiada la Educación porque puede penetrar a un área totalmente de ciencia *dura*. Es beneficiada la Ingeniería porque aprovecha lo que requiere de la Educación para la causa de su práctica educativa. Claro que esta incursión en el campo de la ingeniería está condicionada a que los ingenieros mismos sean los que primero se adentren en la Educación (ya que este proceso no es un proceso de dos vías), pues sólo ellos son los que lograrán sacar adelante el proyecto ingenieril.

La teoría educativa, por lo general, se refiere más a los aspectos de interés de la escuela filosófica o epistemológica que le sirve de fundamento y no tanto a la realidad sobre la que cabe y debe dar cuenta (Colom, 2002). Es por esto que la Educación para la Ingeniería no es basada totalmente en un tratado filosófico o epistemológico de la educación o de la ingeniería, sino en una necesidad que surge por una problemática y que nace de las entrañas de dos áreas: de la Ingeniería, por necesidad; de la Educación para expandirse. Sin embargo, la nueva área no está definida según la totalidad de los parámetros de las dos ciencias progenitoras.

Así, que para poder diseñar una materia, no sólo va a ser necesario pensar en los requisitos académicos anteriores, presentes y futuros, sino que también se requiere pensar en las necesidades de la generación de alumnos que va a tomar los cursos, en sus

expectativas, problemas, y en la manera en la cual se les pueda enseñar para hacer que aprendan los difíciles conceptos de nuestras materias, y los aprendan de la mejor manera.

Es entonces que se aboga por una teoría de la educación que se construya desde la acción; por ello, debe tenerse en cuenta que el objetivo de las acciones educativas son los alumnos. Por ende, el surgimiento de la Educación para la Ingeniería como área va dirigida a mejorar la práctica educativa ingenieril, sin degradar la complejidad y rigor de la ingeniería; pero que dentro de sus objetivos no sólo van los conceptos abstractos, sino que también aparece el desarrollo del alumno, y en consecuencia, permitirá tener mejores alumnos, que se reflejará en mejores ingenieros.

La resistencia al cambio

Como dice Morin (2004): “La *inteligencia ciega* destruye los conjuntos y las totalidades, aísla todos sus objetos de sus ambientes; no puede concebir el lazo inseparable entre el observador y la cosa observada”. Esto nos indica que nos podemos cegar nosotros mismos al estar dentro de un área en específico; en este caso, la ingeniería no debe autocegararse ya que sus objetos y ambientes, sus conjuntos y totalidades, sus observadores y sus objetos de estudio, están requiriendo del surgimiento de un área dentro de la ingeniería misma que no sólo cubra las necesidades pedagógicas del área, sino también las de la investigación híbrida y la especialización de la docencia ingenieril.

La inteligencia ciega es un factor que atañe a las mismas personas que se encargan o que tienen la responsabilidad o jerarquía para tomar decisiones acerca del área de ingeniería. Como dice Morin (2004), también afecta a aquellos que no controlan, en la práctica, las consecuencias de sus descubrimientos o que no controlan intelectualmente el sentido y la naturaleza de su investigación. Esto que vemos, lo podemos generalizar aún más hacia el ingeniero, que apenas termina un proyecto de diseño o de implementación, y empieza a realizar otro, sin haber visto por un tiempo la operación de su diseño anterior, sin ver los frutos del primer trabajo, sin poder asimilar los conceptos que usó y los factores que se tendrán durante la operación, todo esto que también genera conocimiento y, por la cultura o por la premura en la cual vive, no tiene tiempo de analizar con calma y a la vez

disfrutar su logro. Y esto que comento también se puede complementar con lo que menciona Mercer (2001) cuando habla que los científicos casi no informan del placer y del alivio que sienten como investigadores al ver que sus predicciones son confirmadas por los resultados de un experimento.

La ciencia se ha vuelto ciega por la incapacidad de controlar, prever, incluso concebir su rol social, por su incapacidad de integrar, articular y reflexionar sus propios conocimientos (Morin, 2004). Y es aquí donde se valida la cuestión que se ha venido comentando acerca de la *reflexión y la asimilación de conocimientos* que el ingeniero debe tener una vez que finaliza un diseño e implementación de un proyecto. De igual manera, el tener fuera de foco el rol social en las aplicaciones desarrolladas, generan a la vez problemas relacionados con que cada disciplina se egocentrice en ella, para ella y por ella.

Según Morin (2003) el mayor error de la educación sería subestimar el problema del error. Y esto aplica no sólo para la educación, sino para cualquier disciplina, pues menospreciar los errores o hasta negarlos es el primer síntoma de que existe una patología profunda. Las oportunidades de transformación, de creación, de innovación, etc. deben de atenderse y ser meritorias de seguimiento para que puedan ser desarrolladas.

No obstante, es menester comentar que siempre existirá una resistencia, una objeción por parte de una institución burocratizada –la ciencia– en contra del menor cuestionamiento. Tan es así que rechaza con violencia y desprecio como “no científico” todo lo que no corresponde al modelo (Morin, 2004). Y todo es cierto, aunque Morin lo pone en materia de que la institución burocratizada es la ciencia, cualquier organización (como una universidad) o disciplina institucionalizada (como la ingeniería, la pedagogía, etc.) tienen como inercia o principio fundamental inercial inconsciente, el negar, resistir o poner obstáculos a una nueva teoría, una innovación, una aplicación, una modificación, etc.

La imaginación, la iluminación y la creación, sin las cuales el progreso de la ciencia no hubiera sido posible, no entraban en las ciencias mas que ocasionalmente, pues eran lógicamente no dignas de atención y epistemológicamente condenables (Morin, 2004). Y

esto no sólo es presente en las ciencias, sino también en la ingeniería, pues las personas que muestran más creatividad o imaginación (sin llegar a la “alucinación” sin conocimiento de causa) se les puede etiquetar de revolucionarios. Y ocurre también con aquellos que usan métodos distintos a los enseñados en un cierto curso para llegar a un resultado, que en ocasiones pueden ser forzados a usar el método visto en clase, cuando en la ingeniería debe de existir la filosofía de ser capaces de llegar a un resultado con conocimientos previos de otras clases o aprendidos de manera autodidacta. Esto tiende a cortar el espíritu ingenieril, el de innovación y el de creación y mejora.

Recordemos que el desarrollo ha suscitado y favorecido la formación de enormes estructuras tecno-burocráticas, que por un lado dominan y pisotean todos los problemas individuales, singulares y concretos, y por otro lado, producen la irresponsabilidad y el desapego (Morin, 2003).

Fundamentación Epistemológica

La necesidad del pensamiento complejo

El pensamiento complejo está animado por una tensión permanente entre la aspiración a un *saber* no parcelado, no dividido, no reduccionista y el reconocimiento de lo inacabado e incompleto de todo conocimiento (Morin, 2003). Según Lewin, la complejidad tiene como objetos de estudio los sistemas complejos adaptativos, los sistemas no lineales y los sistemas con sensibilidad a las condiciones iniciales.

El desafío de la *complejidad* es el de pensar complejamente como metodología de acción cotidiana, cualesquiera que sea el campo de acción. El *pensamiento simplificante* tiene carencias, límites, insuficiencias; esto hace que exista un método capaz de hacer frente a la complejidad. El pensamiento simplificante es incapaz de concebir la conjunción de lo uno y lo múltiple, por el contrario, yuxtapone la diversidad sin concebir la unidad (Morin, 2004).

La *complejidad* aparece allí donde el pensamiento simplificador falla, pero integra en sí misma todo aquello que pone orden, claridad, distinción, precisión en el conocimiento. Mientras que el *pensamiento simplificador* desintegra la complejidad de lo real, el *pensamiento complejo* integra lo más posible los modos simplificantes de pensar, pero rechaza las consecuencias mutilantes, reduccionistas, unidimensionalizantes y finalmente cegadoras de una simplificación que se toma por reflejo de aquello que hubiere de real en la realidad. Así es que el pensamiento complejo está animado por una tensión permanente entre la aspiración a un *saber* no parcelado, no dividido, no reduccionista, el reconocimiento de lo inacabado e incompleto de todo conocimiento; un pensamiento que es multidimensional (Morin, 2004). La complejidad, como dice Morin, es la interacción de la incertidumbre en el conocimiento, siempre, empero que al mismo tiempo, entendamos el conocimiento en la incertidumbre.

Con la idea de la simplificación, el conocimiento científico se daba por misión la de develar la simplicidad escondida detrás de la aparente multiplicidad y el aparente desorden de los fenómenos (Morin, 2004). Por el contrario, la complejidad se presenta con los rasgos inquietantes de lo enredado, de lo inextricable, del desorden, la ambigüedad, la incertidumbre, etc. De allí la necesidad para el conocimiento, de poner en orden los fenómenos, rechazando el desorden, descartando lo incierto; es decir, de seleccionar elementos de orden y de certidumbre, de quitar ambigüedad, clarificar, distinguir, jerarquizar, etc. Pero tales operaciones, necesarias para la inteligibilidad, corren el riesgo de eliminar otros caracteres de lo complejo (Morin, 2004).

En la complejidad no podemos permitir la simplificación, pues perderíamos exactitud, tal y como ocurre cuando truncamos decimales, o eliminamos variables a la entrada de sistemas. La idea es que el modelo que tengamos, no sea un modelo simplificador, sino un modelo complejo, que considere todo lo que esté realmente involucrado. Un modelo que sí puede tener un tipo de *simplificación abstracta*. Esta simplificación abstracta no es la creación de un modelo simple, sino tener todo el proceso de manera embebida (*embedded*) en el modelo. Es decir, se podrán tener cajas negras (o sistemas) pero que no son cajas negras inescudriñables, pues hay que verlas como

encapsulamientos (como en la programación orientada a objetos); i.e., abstracciones para no ingresar al objeto, pero a sabiendas de que cada vez que se llama (o se usa) el objeto encapsulado, en realidad se está ejecutando todo el conjunto dentro de él (dentro de la caja negra).

Estamos condenados al *pensamiento incierto*, a un pensamiento acribillado de agujeros, a un pensamiento que no tiene ningún fundamento absoluto de certidumbre (Morin, 2004). Y en la ingeniería también puede presentarse este tipo de incertidumbre, pues existen lagunas o agujeros y, que es necesario cubrirlos para poder enlazar los múltiples factores que atañen no sólo lo académico, sino también a lo físico o implementado y a la interacción social-ingenieril.

Sistemas, Integración, Interdisciplinariedad y Transdisciplinariedad

Aunque muchos autores pueden ver a los *sistemas* como entidades separadas, estamos en el pensamiento de que su existencia ha sido fundamental para comprender y organizar mejor la realidad. El primer paso para hacer un logro y avance en ese uso, es el de la integración de los sistemas. Esto se ha llevado a cabo muy bien en nuestra área ingenieril, pues se tienen sistemas integrados de manufactura, sistemas electrónicos y eléctricos, sistemas electro-mecánicos, sistemas automáticos, sistemas CAD/CAM, etc. La integración de esos sistemas, ha iniciado el ver la necesidad de contar con tipos de ingenieros que no sean diseñadores u operadores, sino integradores.

La *integración* que hemos podido sacar adelante es un logro del área ingenieril, pero es necesario que se tome conciencia de que hemos sacado adelante el área a costa de mucho trabajo, pues sólo se enseñan los conceptos y se lleva a cabo este proceso de enseñanza de una manera empírica. Es pues, que se ve la necesidad de también contar con una integración de la educación –*desde, en y para* la ingeniería– que permita cerrar el lazo completo para dejar de ser un sistema abierto de control.

Es así, que la *interdisciplinariedad* es la que permite la integración de cuestiones pertenecientes a distintas áreas del conocimiento. Pero donde cada uno de los involucrados (integradores, especialistas o expertos) aporta lo que le corresponda estando inmersos en

compartir e integrar el conocimiento para obtener un resultado, sin menguar su área nativa de *expertise*, ni tampoco obstaculizar el área del cual tiene menor conocimiento. Sin embargo, es también necesario introducir el concepto de *transdisciplinariedad*.

La *transdisciplinariedad* ocurre cuando una *teoría* de un área de conocimiento escapa al campo de las disciplinas, es decir, las atraviesa (Morin, 2004). Estas son teorías que nacen en un área, trascienden y pueden ser aplicadas en otras áreas. Podemos citar como ejemplos la Teoría de Sistemas, la Complejidad, el Caos, entre otras.

Surgimiento de la Teoría del Caos

La teoría del caos surge en las décadas de 1960 y 1970 con *E. N. Lorenz*, *Ilya Prigogine* y *Jim Yorke* con el objetivo de explicar la complejidad y los cambios en los sistemas. La pretensión de *Bertalanffy* (iniciador de la teoría de sistemas) fue desarrollar un conjunto de enunciados matemáticos que cumplieran la tarea de explicitar la realidad de forma inequívoca, es decir, a partir de un lenguaje formal. Es pues que la teoría del caos se presenta como una estructura conceptual descubierta en los campos de la abstracción (*matemática*) que luego la realidad confirma. Se trata entonces de una epistemología que podríamos definir como *epistemología contrastada*, lo que sin duda facilita la intención de explicar la realidad desde nuevos enunciados. Es decir, nos puede aportar otros fundamentos, lo que sin duda sería otra forma de entender la teoría (Colom, 2002).

Los orígenes también remontan hacia *P.S. Laplace* a inicios del siglo XIX y a *Jules Henri Poincaré* a inicios del siglo XX, como contribuidores al establecimiento de las bases de esta teoría. Los trabajos realizados en física por *Heisenberg*, *Planck*, y toda la teoría de mecánica cuántica (Colom, 2002), así como la física moderna o relativista, contribuyeron de igual manera a la fundamentación de esta teoría. Claro que no podemos menospreciar la física clásica o newtoniana, pues como es sabido por los del área de ciencia, las aplicaciones de la física clásica y la moderna son distintas, mas las dos son válidas y universales. Inclusive, dentro de la física newtoniana, es donde más leyes físicas hay, pues en la relativista no alcanzan la denominación de ley, sino de teorías.

Fundamentación físico-matemática de la teoría del caos

La ciencia clásica afirma que si se conoce la posición de una partícula y la ecuación que describe su movimiento, se puede definir su trayectoria futura. Si el número de elementos o de partículas es indeterminado, lo que suele hacerse es aplicar la matemática probabilística, con lo que siempre se podrá obtener un resultado medio de su trayectoria, de tal manera que no existe la incertidumbre (Colom, 2002).

Escohotado (2000) afirma que lo turbulento, desequilibrado o azaroso son también fenómenos altamente estructurados que, aunque no se adscriben al orden pensado, presentan, sin embargo, movimientos coherentes, de tal manera que el no-equilibrio crea a su vez un universo, que en relación a lo caótico, es coherente.

Sin embargo, esto no es sencillo de establecer, pues las formas denominadas caóticas obtienen este nombre debido a que de primera instancia, la manera en la cual se presentan es de manera alineal, aperiódica, exponencial, cuadrática, etc. Su comportamiento puede estar modelado por una combinación de varias de las anteriores, además de comportamiento diferencial, convergente, divergente, de series de Taylor, transformada de Laplace, series de Fourier, transformada de Fourier, transformada Z, variable compleja (imaginaria matemática), variable discreta, variables con cambio de dominio (tiempo, frecuencia, etc.), entre otros. Debido a la combinación de varias de las anteriores, es muy complicado poder, de primera instancia, entender que existe un orden, pues no existe tal en términos de lo convencional, sino sólo con una visión caótica, que requiere para ser identificada de una observación, un análisis, una modelación y una experimentación, para acomodar o crear un sistema que rija dicho comportamiento caótico.

Existen casos de fenómenos que son complejos, pues el orden es visto, tal y como resulta con el crecimiento de las hojas de una planta. Se ve que existe un orden, pues se observa la naturaleza ordenada del árbol, aunque el número de las hojas que van a aparecer en cierto tiempo se percibe muy difícil de ser modelado. Pero es la Serie de *Fibonacci* la que pronostica el crecimiento que se presenta.

Ejemplos físicos y/o matemáticos caóticos han sido comportamientos que parecen con un orden aleatorio o irrelevante. Podemos mencionar los movimientos del humo saliente de una chimenea o el andar o el vuelo de algunos insectos. De igual manera, el goteo alineal y/o aleatorio de un grifo o una tubería, y más aún si tiene fluidos no-newtonianos, pueden parecer imposibles de estudiar. Debido a su complejidad, su análisis requiere de algoritmos más elaborados; sin embargo, con una visión caótica de la situación, se puede ver que al graficar las variables, éstas se pueden comportar dentro de un rango y/o formar figuras modelables.

Sólo en el área de la ingeniería (para acotar un poco el universo) son muchas las situaciones que se pueden contemplar como inestables, irresolubles, caóticas, etc. Sin embargo, la teoría de control pura, ha desarrollado distintas maneras de atacar los sistemas, ya sea con lógica analógica, lógica discreta, control *on/off*, controles PI, PD y PID, conceptos como la variable manipuladora, el *set point*, y hasta teniendo algoritmos de lógica difusa (*fuzzy logic*), control inteligente y control adaptivo. Con todo esto, pudiéramos agregar un nuevo tipo de control: *control caótico*. Definimos en esta tesis al *control caótico* como esa rama de la teoría de control o la visión dentro de cada aplicación de control, que va a atacar los problemas que requieren de estrategias matemáticas o tecnológicas para solucionar las situaciones que antes considerábamos caóticas. De esta manera, al tener este tipo de control, la aportación del *control caótico* se presentaría con una repercusión de magnitudes enormes, pues no sólo se vería la manera de atacar y comprender esos tipos de fenómenos, sino que se adentraría a todas las ramas de la ingeniería, pues involucraría a la Ingeniería de Control (análogo y discreto en la ingeniería de control pura) y las subdisciplinas que resuelven problemáticas particulares como lo son el Control Electrónico, Control Electromecánico, Control Hidráulico, etc.

Los problemas caóticos no son necesariamente grandes catástrofes de desorden. Son, en esencia, problemas que con las herramientas matemáticas convencionales no pueden ser resueltos. La incertidumbre y la probabilidad nos ayudan en gran manera a conocer con exactitud y confiabilidad matemática el rango de ubicación de cierto valor dentro de un problema. No nos presenta la oportunidad de conocer de manera instantánea

el valor de una función (que representa el comportamiento de una variable) sino que nos presenta algo que también es valioso, el rango en donde se puede ubicar, ya que por la naturaleza de su movimiento aleatorio, complejo, caótico o errático, no es posible determinar una ecuación continua que nos describa dicho comportamiento.

Al tener en mente una idea que inclusive las situaciones más extrañas e inestables, i.e. caóticas, pueden ser tratadas como manejables a través de algoritmos complejos y/o con técnicas y herramientas matemáticas complicadas, nos permite ampliar el espectro de soluciones posibles dentro de la ingeniería. Básicamente, podemos pensar que una situación caótica la podemos considerar como una discontinuidad en el cálculo newtoniano, en donde la situación caótica tiene un orden si se indaga en aplicar el teorema de *L'Hopital* y hacer que esa discontinuidad sea removible, aunque sea aplicando varias veces dicho teorema. La teoría del caos no es omnipotente, siempre hay imposibles. La analogía de esta imposibilidad sería, tener el equivalente matemático de una discontinuidad no-removible o una indeterminación en infinito (∞).

Visión científica-ingenieril de la teoría del caos

La teoría del caos sirve, como menciona Hunter (1996), para mejorar la *teoría*, pues no hay duda que sus *posicionamientos epistemológicos* nos interesan, porque al menos procuran una aproximación a la comprensión de la realidad más acorde con las características de la realidad a la que aplica (*matemática, física, ingenieril, social; aunque haya casos donde sea desordenada, compleja, incierta, azarosa, dinámica, cambiante, evolutiva, etc.*) con lo que ya cumpliría con una meritoria función; ya que se convierte en un instrumento de verosimilitud.

Es entonces que la verdad y el conocimiento de los procesos *caóticos* ya no los hace imposibles, sino certeros con una fachada caótica. Un proceso que va más allá de la complejidad, pues hasta su identificación es problemática; es decir, es un proceso *hipercomplejo*.

El *orden caótico* que se ha comentado en las ciencias exactas (matemáticas, físicas y naturales) es un fenómeno relevante, pues es una manera que abre las posibilidades para poder comprender y estudiar los fenómenos que antes eran conocidos como muy complicados, inestables, irregulares, aleatorios o caóticos. Ahora, la denominación de caótico adquiere un significado que no hace referencia a algo que es irresoluble, sino a algo que es hipercomplejo, pero que sí es comprensible, e incluso, que tiene un orden y lógica.

Esta visión del caos como un comportamiento ordenado y lógico, nos hace ver un orden en donde aparentemente no había tal; nos hace acercarnos a enfrentar este tipo de situaciones, fenómenos o problemáticas, no bajo el supuesto de que son inestables, sino que dentro de esa inestabilidad, hay una estabilidad con fachada de inestabilidad; esto nos hace tener el reto de ver que esas situaciones no son las olvidadas de la ciencia, sino que requerían de que la ciencia las viera con otros ojos, con otro rango dentro del espectro de visión. El conocer que inclusive en el caos, hay un orden (habiendo sido comprobado matemática y físicamente), nos da la certeza y la tranquilidad para no marcar a esas situaciones como discontinuidades, como excepciones o situaciones irresolubles.

Saber que dentro del caos hay orden, rebuscado en ocasiones, pero que existe, es un descubrimiento para la ciencia que cabe dentro de lo alentador; pues es como cuando se supuso que aún en la oscuridad, debía haber algo de luz; y bajo esa premisa, se logró inventar uno de los dispositivos más revolucionarios para tener ahora visión en la oscuridad. Esta certeza es importante así como lo es saber que podemos usar las ondas electromagnéticas para transmitir las señales eléctricas y no depender del medio alámbrico. Las ideas revolucionarias están basadas en supuestos, pero en supuestos que de alguna u otra manera se embonan de manera lógica y, que lo que requieren, es que se trabaje sobre la demostración y la implementación para hacerlo realidad. Hay que reconocer que es un trabajo arduo, que se puede escuchar fácil, mas no es así, pues la complejidad conceptual y física la hace difícil de realizar. Recordemos que cualquiera puede suponer o alucinar ideas, pero suposiciones con algo de fundamentos son las que contribuyen al *saber*.

De esta manera, las ciencias físicas, matemáticas, químicas y biológicas nos indican que la materia de la que está constituida la realidad no está ordenada ni obedece a leyes de certidumbre; al contrario, en ellas se descubren situaciones caóticas, complejas, no predecibles; pero que, sin embargo, nos aportan una visión ordenada del universo. Podemos decir que el caos se encuentra en la dialéctica que conduce del desorden al orden y viceversa (Colom, 2002); de tal manera que podemos incluso hablar de *orden caótico*.

Así como toda actividad, todo trabajo implica la disipación de una potencia, se puede concluir que el desorden también puede estar ligado hacia la *transformación*. Dicho en palabras de Morin, se dice que toda utilización de la energía produce degradación de dicha energía. Es pues que el desorden, ligado a todo trabajo, está pues ligado a una transformación.

La complejidad de la relación *orden-desorden-organización* surge cuando se constata empíricamente que fenómenos desordenados son necesarios en ciertas condiciones, en ciertos casos, para la producción de fenómenos organizados, los cuales contribuyen al incremento del orden (Morin, 2004). Es pues que la complejidad, también tiende hacia el *orden complejo*.

La Complejidad y el Caos en la Ingeniería

La enseñanza de la ingeniería descansa su conocimiento en la seguridad de la ciencia exacta, de su experimentabilidad y de sus cánones de eficiencia, eficacia, certeza, robustez, rigor y optimización. Siendo la innovación una constante de cambio en la tecnología, hace pensar que las cuestiones tecnológicas son acompañadas del proceso educativo dentro del área de ingeniería, pero carecen de un sentir de compatibilidad con la transmisión del conocimiento; que aunque se ha tratado siempre de mejorar mediante formas empíricas, capacitaciones, etc., no avanza en el sentido radical, o por lo menos notorio, de ajustarse a los cambios vertiginosos que los retos –no sólo de la actualidad, sino los retos clásicos de la enseñanza de la ingeniería misma– presentan.

El tipo de conocimiento abstracto y complicado que requiere la rigurosidad de la ingeniería, hace que esos conceptos se hagan acreedores a ser designados como pertenecientes a un conjunto de ideas que por sí solas son complejas. Y su complejidad hace que sean partícipes de la corriente educativa de enseñar en la complejidad. Morin menciona que el *saber* científico no propicia solamente seguridades, sino también incertidumbres. Incertidumbres que desde el punto de vista de ingeniería ocurren por múltiples factores y situaciones matemáticas, físicas, de diseño y de implementación.

Para citar algunas incertidumbres, se puede mencionar la resolución con la cual debe ser tratada la *mantisa* en los cálculos, las tolerancias de error en las operaciones y en los fenómenos físicos. El mismo proceso de implementación está lleno de detalles meticulosos: los transitorios, las malas conexiones, la temperatura, las entradas en falso, las codificaciones, la circuitería, los cientos de instrucciones que se encuentran encapsuladas en los objetos de programación, los cientos de instrucciones de un estatuto de programación en alto nivel al ser traducido a lenguaje ensamblador, así como los cientos de instrucciones de código maquina binario al hacer la traducción desde ensamblador, etc.

Hoy en día, conocer es reconocer la complejidad de las cosas, por lo que cuanto mayor es el conocimiento de la complejidad, más alto es el nivel de desorden e incertidumbre (Colom, 2002). La complejidad nace de interacciones muy sencillas y simples, y el desorden de la incertidumbre funcional de esas interacciones (Nicolis, Prigogine, 1997). Cuando esta complejidad alcanza parámetros que no permiten su control funcional, y por tanto, es imposible ya conocer sus variables y componentes, se dice que estamos ante una situación caótica; podemos decir junto con Cohn (1995) que el caos es o surge ante una situación compleja incontrolada.

La teoría del caos se opone a las teorías de la modernidad, del orden, de lo sistémico, de la razón; y hace de la entropía, del desorden y de la incertidumbre, su fundamentación. Es pues, que el caos hace de la complejidad su contexto natural de ubicación (Colom, 2002).

En esencia, la teoría del caos es situada en la idea de que todo tiene orden, aunque en verdad uno pueda ver un desorden; en otras palabras, inclusive dentro de un desorden, existe una manera de comprobar que hay un orden implícito que rige ese comportamiento; como se ha dicho anteriormente, es un *desorden ordenado*. Contrario a las creencias de los profesionales que no son del área de ciencia exacta, el caos sí presenta un orden intrínseco, que es mucho más complejo de lo que teníamos antes conocimiento; esto debido a muchas variables, cambios bruscos, incertidumbre, etc.; pero lo que sí hemos aprendido es que, poco a poco, con distintas herramientas matemáticas y abstracciones (dependiendo de la complejidad del problema) se ha podido indagar en estos asuntos para comprobar que en este universo, hasta el caos tiene orden. Sin embargo, no podemos negar que los sistemas caóticos son más difíciles de resolver y más complejos de analizar, pero son una realidad que tiene que ser enfrentada. Y la manera de abordar estas situaciones, es precisamente primero reconocer que es un problema caótico y, segundo, abordarlo desde esa perspectiva de caos, pues si así lo abordamos, encontraremos el orden intrínseco.

Extensión de la teoría del caos hacia el ámbito educativo-ingenieril

Ciertamente, la incertidumbre y la entropía son situaciones físicas medibles (como el teorema de *incertidumbre* de Heisenberg); sin embargo, sería conveniente ver la manera en la cual nos acercamos a la realidad ingenieril educativa. Las raíces de la teoría del caos son profundamente teóricas matemáticas que su validez fue comprobada mediante la experimentación física. La comprobación, que le otorga dicha validez, permite extender esta teoría para ser aplicada en la vida real no sólo a los fenómenos naturales, sino también para comprender las situaciones sociales, en este caso, la educativa-ingenieril.

Si la ingeniería está basada en la ciencia y en la tecnología, las situaciones complejas se presentan. De igual manera, las situaciones caóticas ocurren, ya que son hipercomplejas. Teniendo un análisis de las situaciones mediante observaciones analíticas, algoritmos matemáticos y computacionales, teoremas abstractos matemáticos, etc., como se ha mencionado en los párrafos anteriores, se puede ver que la misma educación de algo tan complejo, requiere también de una nueva perspectiva acerca de cómo está organizada, cómo se lleva a cabo y cómo se cambiará para mejorarla. Esa perspectiva debe ser

coherente con las características complejas y también ahora, caóticas, que se tienen día a día, en los múltiples problemas que se presentan y enfrentan.

Multivariabilidad, interdisciplinariedad, transdisciplinariedad, complejidad, caos, etc. son determinantes en el área de la ingeniería y, por ende, en la educación de la misma. Es pues que la educación en ingeniería debe cumplir con todos esos factores definidos al inicio de este párrafo. Esas características deben ser satisfechas para ser capaces de cumplir con los requisitos y estándares altos que tiene el área ingenieril. Teniendo la visión de atacar los problemas de la ingeniería desde todos los puntos descritos (incluyendo el caótico), es posible decir que la Educación para la Ingeniería debe de cumplir con los mismos requisitos. Y siendo la educación para la ingeniería la parte híbrida que conecta lo educativo y lo ingenieril, es pues que la parte social de la ingeniería está ligada a las mismas variables y características. En consecuencia, la teoría de la complejidad y la del caos aplican también para ser el justificante, el apoyo y el fundamento, para poder construir un área que va a ser parte de la ingeniería misma.

La teoría del caos abre las puertas a la comprensión de la educación como cambio permanente, como proceso continuado de innovación, tal como demanda una sociedad tecnológica asentada en los mismos procesos de cambio y que solicita de la escuela que tenga la misma capacidad de formación para el cambio (Colom, 2002). Asimismo, Dyke (1988) afirmó que el comportamiento de la dinámica de las estructuras sociales podía concebirse bajo esquemas caóticos.

Debido a que la teoría del caos hace referencia a elementos en interacción –es decir, a sistemas– no parece sospechoso que también se puedan desarrollar modelos de comprensión de fenómenos sociales desde el punto de vista caótico. La teoría del caos no sólo propicia otros fundamentos a la *teoría* sino que, quizás y por ello mismo, lo que logre sea otra concepción de la *teoría* (Colom, 2002). El paradigma caótico puede ser extendido para estudiar la compleja (y hasta caótica) realidad de la Educación en el área de la Ingeniería.

En un universo donde los sistemas sufren el incremento del desorden y tienden a desintegrarse, su organización les permite reconducir, captar y utilizar el desorden (Morin, 2004). Se ve que las organizaciones presentan orden y desorden; esto nos lleva a la idea de que sí existe la necesidad de llegar a alcanzar el orden; es pues, que hay que tomar el desorden y ordenarlo, o bien, ver en el desorden el orden implícito para poder tener una relación de certidumbre. Es muy importante manifestar que la idea es tener –de alguna u otra manera– un orden, pues vivir en el desorden es anarquía. Esta última idea, la podemos apoyar mediante el mismo Morin que menciona que el exceso de complejidad o de desorden, es finalmente, desestructurante.

La deconstrucción del conocimiento

La *deconstrucción* de la teoría educativa (*en general o aplicada a la ingeniería*) implica la negación de dicha teoría educativa asentada en el orden de la pasada modernidad, es decir, la sociedad pre-tecnológico-informativa (Colom, 2002). Y al negarse a sí misma, abre las posibilidades de construir una nueva teoría. Como dijo Morin: “Se puede decir que el área de la complejidad requiere deconstruir la teoría”

Deconstruir la teoría y construir el conocimiento vendría a ser sinónimo de la necesidad de decantar las teorías pasadas e iniciar la construcción de una teoría de educación que, adaptándose al estado general y actual de la ciencia y de la *teoría*, integrase en su construcción la visión caótica de la realidad (Colom, 2002).

La teoría del caos vista desde el entorno social (*no bajo sus raíces matemáticas*) nos deconstruye la teoría al mismo tiempo que nos permite una nueva construcción del conocimiento pedagógico (Colom, 2002). Esto ocurre en la construcción de la nueva área de Educación para la Ingeniería; un área que causa controversia dentro de los círculos de ingeniería, así como también en los círculos de educación. Pero es esa controversia, esa supuesta radicalidad e incompatibilidad, esa sensación de subversión al cuestionarlas, hace que inconscientemente se deconstruya la teoría existente para construir el conocimiento educativo, ingenieril y el híbrido de ambos.

Efectivamente, creemos que gracias a la teoría del caos, la deconstrucción de la teoría será la puerta que nos abrirá la posibilidad de construir el conocimiento, lo que es una actitud caótica² en el sentido que la propuesta es que la deconstrucción –desorden– nos servirá para la construcción del nuevo orden (Colom, 2002). Se piensa que esto no sólo deconstruya la teoría, sino que realmente pueda coadyuvar a la construcción de un nuevo conocimiento (Colom, 2002). Viendo esto, se puede mencionar que este nuevo conocimiento que se está generando –conocimiento que surge muy adentro de la ingeniería con un apoyo en la educación– aparece y permite crear un marco de una nueva disciplina.

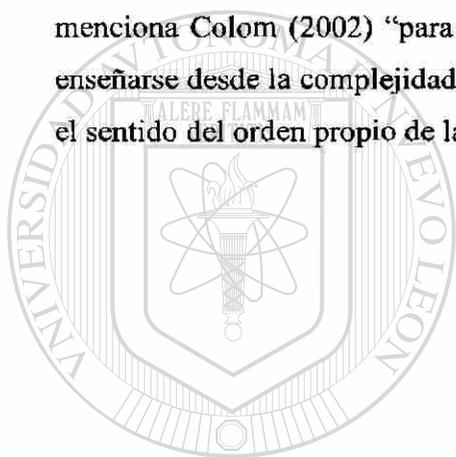
La ambición de la teoría ha dado la claridad al conocimiento. La teoría del caos indudablemente nos ha aproximado al conocimiento de la realidad al mismo tiempo que nos ha deconstruido la teoría que nos alejaba del conocimiento. Es decir, que deconstruyendo la teoría nos hemos aproximado a la construcción del conocimiento (Colom, 2002). De esta manera, desde la perspectiva caótica, la deconstrucción de la teoría pedagógica e ingenieril han logrado no una fundición, sino un nacimiento, una aleación de un área nueva y necesaria, producto de la necesidad social, docente e ingenieril de la era.

La *filosofía de la educación* se encarga de pensar la educación, y la *teoría de la educación* es la que se preocupa de cómo practicar la educación (Colom, 2002). De igual manera, la ingeniería de diseño se encarga del análisis de la ingeniería y la ingeniería de campo de cómo practicar (aplicar) la ingeniería. La teoría de la educación no puede mantenerse por más tiempo sobre la base de configuraciones ordenadas y sistematizadas del hecho pedagógico ya que, como hemos visto, la realidad nos indica que toda ordenación educativa es fruto de una situación caótica previa (diferencias en el punto de partida). Por tanto, no estaría de más considerar lo caótico *de* y *en* la educación (Colom, 2002). Esto es visible debido a que una situación caótica (procedente de necesidades extraordinarias, en este caso, de la ingeniería) produce una inestabilidad dentro de los claustros por predicar una teoría de educación (caso del claustro ingenieril) o el de salir de la pedagogía tradicional (caso del claustro educativo).

² referente a la teoría del caos

Es entonces que la deconstrucción del orden de la modernidad nos lleva a la deconstrucción de la teoría y a la necesidad de construir un nuevo conocimiento educativo. La construcción del conocimiento teórico-educativo, debe iniciarse por la construcción del conocimiento de la práctica educativa, que es lo mismo decir, por la construcción del conocimiento en el alumno.

Una teoría caótica de la educación sólo será posible si se refiere a una práctica compleja y caótica de la educación. El hecho de tener formas de aprendizaje complejo y caótico, hace suponer que enseñar se debe hacer desde la complejidad y el caos. Como menciona Colom (2002) “para vivir en una sociedad compleja, cambiante y alineal, debe enseñarse desde la complejidad y el desorden y no desde los particularismos, la linealidad y el sentido del orden propio de la modernidad”.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

El Método

Metodología de la Investigación

En la presente investigación se optó por proponer una metodología acorde a la complejidad y magnitud de la problemática, siendo la teoría de la deconstrucción del conocimiento, la de la complejidad y la del caos - fundamentadas según su origen cada una de ellas y haciéndolas extensas para resolver la situación compleja y caótica de la Ingeniería y su Educación— las seleccionadas para analizar una situación de esta dimensión. En el Capítulo II, se ha fundamentado la importancia y las aplicaciones y resultados que han generado estas teorías contemporáneas. La perspectiva que tienen estas teorías, consideramos, es la más adecuada ya que permiten la apertura intelectual para enfrentar esa serie de situaciones complejas.

Partiendo de la premisa que la educación dentro de la ingeniería es un proceso cambiante y complejo (inclusive caótico), se ha designado utilizar esas teorías para enfrentar el otro proceso que también se encuentra presente. Ese proceso es el de enfrentar y vencer las resistencias de la Educación y de la Ingeniería para el surgimiento de una nueva área. Desde el punto de vista *teórico*, si se deconstruye a la Educación y la Ingeniería —sin afectar sus bases ni sus cánones— se verá que efectivamente hay un justificante, un umbral que hace que ambas áreas converjan hacia la creación de una nueva disciplina. Probablemente, en otros países no haya sido necesario utilizar una metodología de esta dimensión debido a muchos factores; sin embargo, para el caso nacional y la época actual en la que vivimos, misma en la cual se da esta problemática, pensamos que es meritorio justificar y demostrar lo primordial que es contar con la creación de esta área.

La fundamentación y aportación teórica de esta investigación, además de la experiencia que ella recolecta, la hace *interdisciplinaria* y *transdisciplinaria*, con lo cual queda libre de ser recluida a una población en particular. Sin embargo, hay que aclarar que en su gran mayoría, la problemática, su fundamentación y aportación, así como la experiencia que acumula, son analizadas para el caso nacional, pues ese es el interés de esta investigación y, es nuestro país el que carece de esta disciplina.

Para enfrentar la aplicabilidad de la teoría, se aplican las teorías de deconstrucción, la complejidad y el caos usando una metodología que concientice a expertos de ambas disciplinas y se ejecutan diversas tareas que permitan que sean ellos mismos quienes reconozcan la veracidad y aplicabilidad de lo justificado de manera teórica y documentada en esta tesis; y *a posteriori*, llegar a la misma conclusión que se ha llegado en otros países: La necesidad de contar con el área de la Educación para la Ingeniería, y en consecuencia, desarrollarla.

Definición de los métodos cualitativos usados en esta investigación

Análisis de contenido

El análisis de contenido es una técnica que se usa para atacar la información que se da en los medios masivos (journals, textos, internet, etc.) y que puede también proceder de personajes reconocidos. Este análisis busca empaparse del conocimiento existente acerca del tema, así como también analizar los mensajes objetivos y subjetivos que se encuentran en la documentación. Normalmente, este método incluye la determinación del objeto de estudio, las preguntas de investigación y contar con los objetivos bien definidos. Durante el desarrollo de la investigación, se organiza la información mediante la categorización de los conceptos.

Observación

La observación es uno de los métodos que serán usados en la variante de *participante como observador*, también conocida como *Observación Participante*, debido a que el investigador será un participante que está involucrado en la situación que se está

observando, estudiando. Sin embargo, se cuidará que aunque el investigador pertenece por su *background* a uno de los grupos de estudio, no intervenga en las soluciones que los observados propongan. No obstante, el observador al estar inmerso en el proceso, podrá de manera más natural infiltrar el análisis de las teorías seleccionadas.

Consulta a expertos

En la investigación cualitativa, la entrevista busca entender e indagar los significados de la experiencia, el conocimiento y la opinión del entrevistado. En la consulta a expertos, el entrevistado es una autoridad reconocida en el campo de *expertise* de su área que podrá aportar un conocimiento relevante a la investigación.

Investigación-acción

El método de investigación-acción se inserta en lo que se considera una postura predominante pragmática de la vida cotidiana buscando soluciones inmediatas (Álvarez-Gayou, 2004). El proceso temporal o transicional de la investigación-acción está compuesto de ciclos de acción circulares. En el primer ciclo, se define el problema, se establecen objetivos o hipótesis, se desarrolla un plan y se lleva a la acción. Posteriormente se evalúa el plan, se ven los resultados y se comprenden los efectos. Una vez que se tiene la evaluación, se puede ver el éxito y las áreas de oportunidad que se tienen que cubrir. De igual manera, ese análisis permite que se puedan tomar decisiones de rumbo y correcciones en la investigación. Esas decisiones, cambios o correcciones se hacen repitiendo el ciclo haciendo las modificaciones pertinentes, por lo que se arrojarán otros resultados, que en general, permitirán una optimización de la investigación. El número de ciclos que se realiza esto es al menos de dos, según McKernan (2001); sin embargo, puede ser ejecutado en mayor número de ocasiones, según los requerimientos u obstáculos que se presenten.

Focus Groups

Donde las limitaciones de las preguntas llegan, la técnica de *grupos de discusión* o *grupos de enfoque* permite, que sin el formato de cuestionario, se pueda recolectar información. En esta técnica grupal, el investigador tiene un papel menos directivo y

dominante, propiciando un clima de mayor libertad y apertura para los entrevistados. Es una técnica que permite conocer la realidad desde la perspectiva de los entrevistados y hace énfasis en la interacción que permite que los participantes elaboren gradualmente su realidad y experiencia, incluyendo sus creencias, opiniones y actitudes (Álvarez-Gayou, 2004). Los participantes de esta manera, forman un equipo de trabajo para el investigador. A partir de ese equipo, logrará el investigador sus propósitos, aunque el grupo no lo perciba. El grupo trabaja y delibera para el cumplimiento del objetivo de estudio. Asimismo constituye un espacio de opinión grupal y se instituye como la autoridad de las opiniones que regula el derecho de hablar y privilegia la conversación. El grupo de trabajo tiene por objetivo provocar opiniones, confesiones y/o autoexposiciones entre los participantes, a fin de obtener de éstos información cualitativa sobre el tema de investigación (Álvarez-Gayou, 2004).

Aplicación de la Metodología

La metodología de esta investigación es realizada mediante el análisis de contenidos, la observación participante, la consulta a los expertos, la investigación-acción y los grupos de discusión. Para poder llevar el desarrollo práctico de las teorías mencionadas, se buscará generar polémica y flujo de ideas para que mediante la confrontación misma de los expertos involucrados –docentes de ingeniería– se pueda generar la deconstrucción social, cultural e intelectual de estas disciplinas.

La parte del *análisis de contenidos* se ha venido realizando desde antes del ingreso y durante el estudio del programa doctoral para poder fundamentar y atacar las situaciones que se presentan en los Capítulos I y II. La *observación* se ha venido haciendo ya que el investigador es observador-participante que se encuentra involucrado en el claustro educativo y en el ingenieril.

La *consulta a los expertos* se ha utilizado desde el comienzo de esta tesis. En este tipo de entrevista, se ha cuidado que los entrevistados sean autoridades en su campo de *expertise*, se encuentren activos, hayan realizado publicaciones internacionales y cuenten con reconocimiento del claustro en donde laboran. La consulta a los expertos ha sido usada

desde los primeros días de esta investigación y sí ha funcionado ya que nos ha permitido reafirmar algunos puntos observados en la literatura extranjera, en las hipótesis y teorías propias de este investigador y de su asesor de tesis. Dichos puntos han sido confirmados, otros han sido clarificados, algunos más nos han sorprendido por la perspectiva en la cual son vistos y algunos son nuevos. Definitivamente el común denominador del uso de esta técnica ha sido que ha direccionado el rumbo hacia horizontes enriquecedores.

La técnica de *investigación-acción* se utilizó debido a que tanto la Educación como la Ingeniería, tienen posturas muy marcadas y objetivos casi no compatibles. En ocasiones, se pudiera pensar que hasta subjetivamente, están confrontadas por un celo profesional o académico entre ellas. Asimismo, esta técnica podrá hacer que se propongan soluciones inmediatas para corregir las posturas de las áreas involucradas –representadas por los expertos participantes– ya sea en las entrevistas o en los grupos de discusión. Y es esta misma investigación-acción la que guía esta tesis, pues se requiere de una evaluación constante para poder decidir el rumbo a tomar en el dinámico proceso que conlleva.

Con la técnica de *grupos de discusión* se pretende conocer la realidad presente y verla desde la perspectiva de los entrevistados. La interacción que se dará dentro del grupo de discusión permitirá que los participantes elaboren gradualmente su realidad y experiencia, compartiendo sus posturas, pensamientos, puntos de vista, opiniones, actitudes y conocimiento. El ambiente será propicio para poder llevar a los participantes hacia una deconstrucción de la realidad ingenieril-educativa, hacia presentarles algunas situaciones caóticas y complejas presentes; pero que sean ellos mismos los que indaguen, profundicen, analicen, se percaten, deconstruyan y generen conocimiento mediante la perspectiva que las teorías complejas abren y proporcionan de la realidad. Los grupos de discusión servirán como agente de iniciación entre los educadores y los ingenieros, y dará la posibilidad de que interactúen ambos. Se incluyó experiencias de pedagogos que hayan trabajado con ingenieros y viceversa.

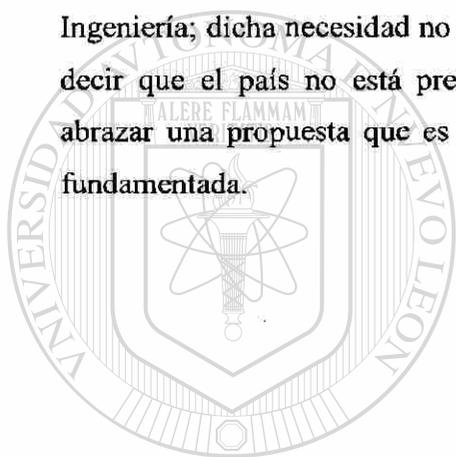
El objetivo de los *grupos de discusión* es conocer la complejidad de los temas, de las situaciones y de las disciplinas. Y ver, a través de esta deconstrucción, si las personas

que se encuentran involucradas logran acceder a la hibridación del conocimiento. De esta manera, se podrá tener la aceptación de la teoría y saber que es una necesidad actual tener el surgimiento de una nueva disciplina que emerja de los ingenieros, acercándose y tomando de la Educación lo que sea necesario, para posteriormente, regresar a la Ingeniería y desarrollar la Educación para la Ingeniería, donde esta nueva disciplina dará servicio y contribuirá a la mejora de la ingeniería misma.

Por el análisis de contenidos que se ha realizado, se puede ver que existiría la necesidad de una deconstrucción de la Educación, así como del manejo de la educación por parte de la Ingeniería. Esto se pretende que sea notado, percibido, analizado y concientizado por parte de los involucrados en los *grupos de discusión*. Sin embargo, los participantes son los responsables de percatarse de eso mediante la interacción que surja entre ellos mismos, mediante las discusiones que se presenten y la generación de ideas; donde el investigador es el que inicia y guía durante el desarrollo de la sesión, pero son los participantes quienes deconstruyen y construyen la teoría, son ellos quienes deben visualizar, reconocer y atacar la complejidad y el caos. Lo ideal sería que a partir de los grupos de discusión, se produzcan propuestas que emerjan de ellos mismos y avalen el surgimiento de esta nueva disciplina.

Las situaciones presentes en la ingeniería y en la enseñanza de la misma, son definitivamente complejas. Existen muchas maneras de analizarlas mediante estudios que hagan modelos simplificados de las situaciones; pero es primordial contar con el todo y no sólo con una reducción para ver la magnitud completa del objeto de estudio y poder responder con soluciones no simplificadas ni reduccionistas. Sería conveniente que para poder obtener una versión más apegada a la realidad compleja y caótica, se vieran con una perspectiva compatible con esa naturaleza. Es entonces que si se tiene una situación que presenta complejidad, sería apropiado estudiarla desde esa perspectiva, pues eso daría más confiabilidad acerca de la comprensión de las causas, el estudio de la problemática y las soluciones o conocimiento que se genere.

La metodología cualitativa que se aplica, incursiona en el uso de las perspectivas de las teorías de la deconstrucción del conocimiento, la complejidad y el caos, para ser utilizadas para el análisis de una situación que las requiere. Si la metodología logra congeniar sus resultados con los teóricos, entonces tendremos la demostración de que algunos expertos nacionales coinciden con las ideas de este autor, de manera que habrán aportado la justificación necesaria para conocer que efectivamente el surgimiento propuesto en esta tesis doctoral es inminente. Si la metodología no logra congeniar sus resultados con los teóricos, entonces sabremos que aunque la necesidad, urgencia y fundamentación exista (y la presencia en otros países también) de esta nueva disciplina de la Educación para la Ingeniería; dicha necesidad no es compartida por los expertos involucrados; lo que pudiera decir que el país no está preparado en este momento cultural o académicamente para abrazar una propuesta que es necesaria y que se ha presentado de manera justificada y fundamentada.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

CAPÍTULO IV

ESTUDIO de CAMPO

Preliminares

Objetivos

Los objetivos de este capítulo relacionado con el estudio de campo pretenden apoyar o rechazar las ideas propuestas por el autor de esta tesis doctoral. De igual manera, con la aplicación de las técnicas se desea ver si las ideas teóricas y vividas por el autor, los fundamentos filosófico-educativo-ingenieriles, la metodología a seguir de la deconstrucción del conocimiento, la del caos y la de la complejidad, arrojan los resultados que apoyen o rechacen lo establecido durante los tres capítulos anteriores.

El estudio de campo permite conocer si la comunidad ingenieril ya se ha percatado de lo que el autor de esta tesis ha visualizado, desarrollado y justificado de manera teórica fundamentada, al haber plasmado sus ideas, producto de las vivencias como profesor de ingeniería y de haberse percatado de la inminente necesidad de establecer el área de la Educación para la Ingeniería en el país, desde antes de haber iniciado el programa doctoral. El supuesto a comprobar con la aplicación de la metodología recordemos es ver la necesidad de contar con el área de la Educación para la Ingeniería, y en consecuencia, desarrollarla.

Técnicas y teorías aplicadas

El estudio de campo ha sido realizado mediante la aplicación de varias técnicas de estudio a lo largo de la investigación doctoral. Las técnicas que se usaron fueron: Consulta a expertos, grupos de discusión y observación participante.

Se aplican conocimientos de las teorías del caos, complejidad y la deconstrucción del conocimiento para el análisis de la problemática. Se ha conceptualizado que el estudio

de campo deconstruye la realidad educativa de la ingeniería. Estas teorías permiten enfrentar y obtener resultados al ser aplicadas a una situación por demás problemática que se presenta en la Ingeniería.

Contrariamente a lo que se pueda pensar que una situación caótica generará más confusión, se piensa que por ser una teoría con una ideología igual a la de la situación en la cual se va a aplicar, debe ser capaz de obtener analizar los resultados de una mejor manera. De igual manera, el tener una visión compleja, no simplista, no reduccionista, permite un enfoque más detallado de la situación.

El Estudio

Población

La fundamentación y aportación *teórica* de esta investigación, además de la *experiencia* que ella recolecta, la hace *interdisciplinaria* y *transdisciplinaria*, con lo cual queda libre de ser recluida a una población en particular. Sin embargo, hay que aclarar que en su gran mayoría, la problemática, su fundamentación y aportación, así como la *experiencia* que acumula, son analizados para el caso nacional, pues ese es el interés de esta investigación y, es nuestro país el que carece de esta disciplina (EE).

Vista la posición del autor y el análisis que se ha desarrollado y mostrado en los tres capítulos anteriores, se ha desarrollado la justificación y fundamentación de esta tesis. La población a la cual se aplicaron algunas técnicas de estudio de campo, es una población nacional que cumple con ciertas características y perfil. Aunque la fundamentación no recluye esta investigación doctoral a una sola población; es esta muestra la que hace que las ideas, teorías y bases que se han visto sean aterrizadas, que tengan un anclaje *práctico* –una *praxis tangible*– que demuestre la realidad visualizada y conceptualizada por el autor en la *teoría*.

Representatividad de la muestra de Ingeniería

La muestra del área de ingeniería es importante debido a que ellos son los que conocen y viven la ingeniería y su educación. Sin embargo, no es hasta el periodo de esta tesis doctoral, que se les ha involucrado y documentado para que una comunidad ingenieril indague la necesidad de contar con un área de EE; de esta manera, se apoyan las ideas del autor.

Número de muestreados

La muestra es representativa ya que en el Focus Group principal, se involucra a cuarenta y ocho (48) ingenieros, todos profesores del área de ingeniería.

Background de los participantes

Los ingenieros actualmente trabajan en las siguientes áreas:

- Ing. Eléctrica
- Ing. Electrónica
- Ing. Comunicaciones
- Ing. Control
- Ing. de Automatización
- Ing. Mecánica
- Ing. Química
- Ing. Civil

UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

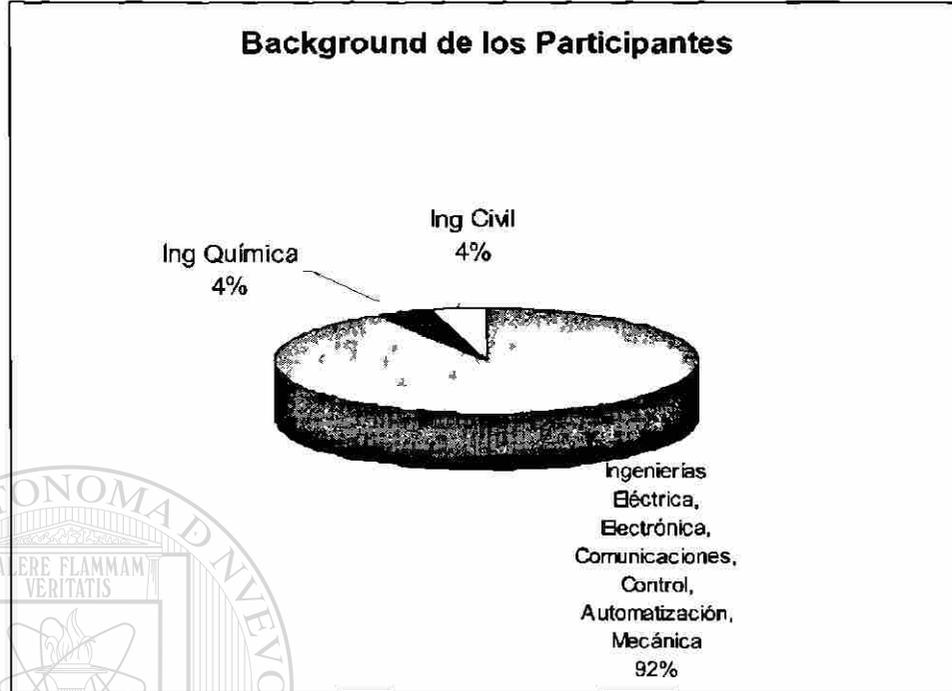


Fig. 1. Background de los participantes

La menor representatividad de la muestra, mas no la menos importante, fue en las áreas de Ingeniería Química y Civil; cuya presencia sí era necesaria por ser ingenierías duras. La menor participación de éstas, fue más que nada porque la investigación estuvo centrada en las demás áreas donde el autor tiene mayor contacto por ser egresado y profesor.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Universidades de los cuales son egresados los participantes de la muestra

Los participantes son egresados de universidades de varias regiones del país:

- UNAM
- IPN
- CINVESTAV
- UANL
- ITESM
- UDEM
- Universidad Autónoma de Guadalajara (UAG)
- Universidad Anáhuac (Cd. de México)
- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
- Tecnológico de Cd. Madero (SEP)
- Tecnológico de SLP (SEP)

Experiencia docente de la muestra

- Todos son profesores de universidades nacionales con experiencia docente en el país de al menos ocho (8) años.
- Hay cinco (5) personas que tienen más de cuarenta (40) años de experiencia docente.

Con el mínimo de ocho años de experiencia docente universitaria a nivel nacional, se garantiza el conocimiento de la problemática educativa ingenieril en el país.

Grados académicos de la muestra

- Todos son egresados de licenciatura de una universidad mexicana
- Todos los muestreados tienen al menos una maestría
- La mayoría estudió su maestría aquí en México
- Todos tienen su licenciatura y maestría en un área afín a la cual imparten clases
- Dentro de la muestra, hay doce (12) con el grado de doctor, siete (7) que estudian actualmente el doctorado y cuatro (4) tienen dos maestrías.



Fig. 2. Grados académicos

Experiencia laboral de la muestra

- Algunos solamente han trabajado en el ambiente académico
- Algunos han trabajado fuera de la academia y ahora se dedican a la docencia
- Otros combinan el trabajo de la academia con el externo o viceversa
- Algunos trabajan en dos universidades al mismo tiempo.

Locación de la muestra

La mayoría de los ingenieros trabajan en el ITESM, Campus Monterrey. Sin embargo, muchos de ellos habían estudiado, han trabajado y/o trabajan actualmente en las siguientes universidades:

- UNAM
- IPN (Instituto Politécnico Nacional)
- CINVESTAV (Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN)
- UANL
- ITESM (Campus Monterrey, Cd. de México y Estado de México)
- UDEM
- Universidad Autónoma de Guadalajara
- Universidad Anáhuac (Cd. de México)
- Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

La relación de la filiación organizacional se describe a continuación:

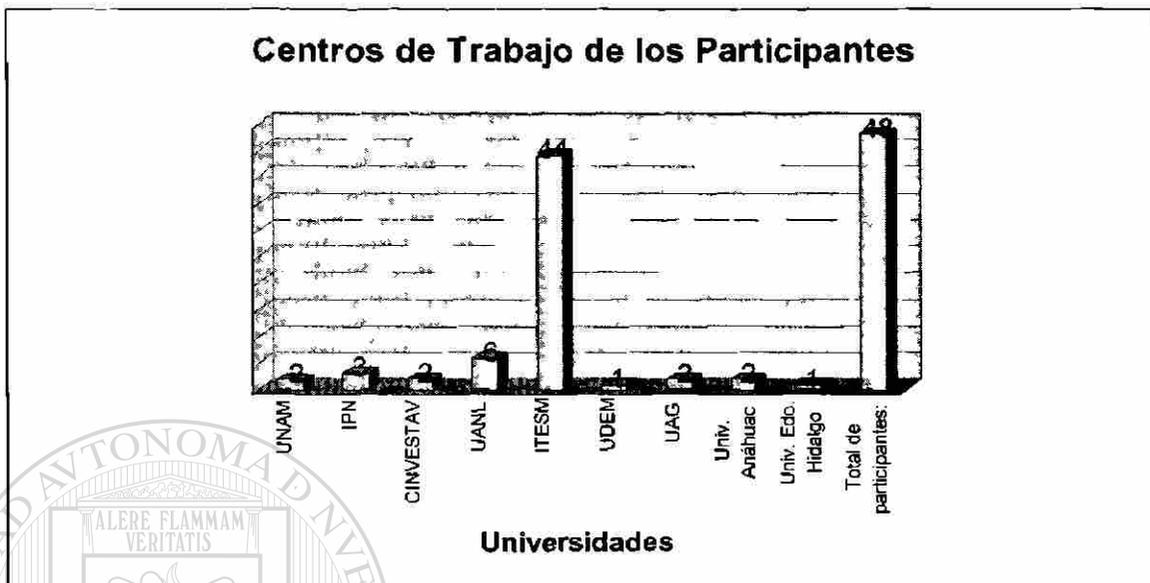


Fig. 3. Centros de trabajo

Distribución de los participantes del ITESM

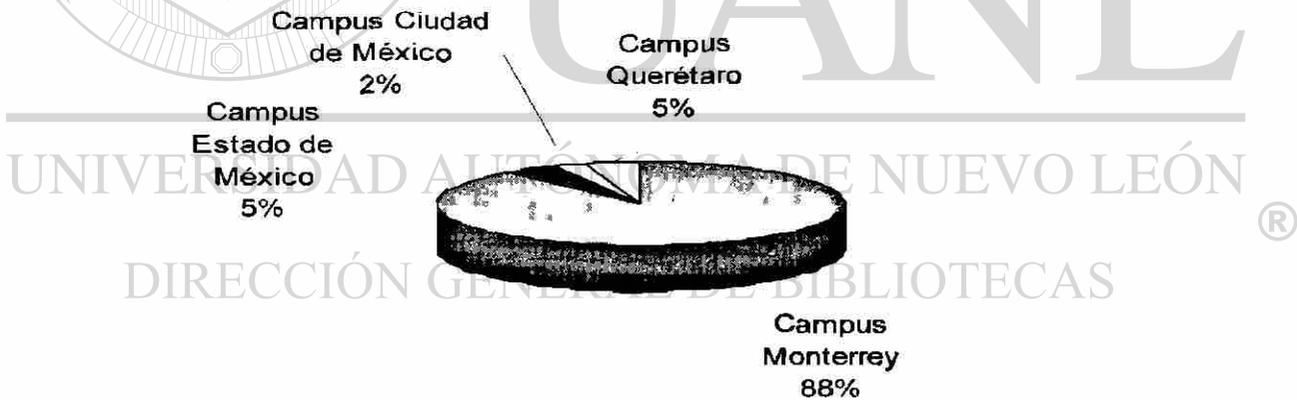


Fig. 4. Distribución de los participantes del ITESM

Áreas de expertise de la muestra

Los participantes son expertos en las áreas de:

- Ingeniería Eléctrica
- Ingeniería Electrónica
- Ingeniería de Telecomunicaciones
- Ingeniería de Control
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Química
- Ingeniería Civil

Las licenciaturas en las cuales imparten clases son:

- Ingeniero en Sistemas Electrónicos
- Ingeniero en Electrónica y Comunicaciones
- Ingeniero Mecánico Electricista
- Ingeniero Mecánico Administrador
- Ingeniero en Mecatrónica
- Ingeniero en Tecnologías Electrónicas
- Ingeniero Físico Industrial
- Ingeniero Químico y de Sistemas
- Ingeniero Químico Administrador
- Ingeniero Civil

Aplicación de la teoría del caos y de la complejidad en el estudio de campo

Se aplica a la problemática ingenieril-educativa una metodología compleja y caótica. Al utilizar una metodología compleja, no se aplican técnicas reduccionistas, simplistas o limitantes que enfoquen o canalicen hacia ideas preestablecidas o que acoten el espectro de resultados. De esta manera, se reunirán los requisitos de la teoría de la complejidad.

No se aplican cuestionarios que presenten de antemano opciones de respuesta, pues dichas respuestas ya limitarían al encuestado, precisamente porque fueron establecidas por el encuestador. Las preguntas en las entrevistas son abiertas, pues se espera que se profundice al dar las respuestas y son diseñadas para que no se respondan de manera breve. Las preguntas no siguen un esquema reduccionista que coartaría la riqueza que se genera al permitir que las ideas y opiniones fluyan por parte de los participantes en las técnicas aplicadas.

Si no se aplicaran este tipo de preguntas abiertas y profundas en las entrevistas, no nos brindarían el mar de información que se obtienen con este tipo de cuestionarios; que no limitan, que no piden un valor cuantitativo o cualitativo en la respuesta, sino que sea el mismo entrevistado quien genere lo que considere necesario. Las observaciones, las entrevistas a expertos y los *focus groups* deben también continuar con este tipo de enfoque.

Ante tanta información, se puede pensar que es un esquema caótico donde el caos reina y no surge solución alguna; sin embargo, si se ve esa turbulencia como lo que es, es decir, como la realidad compleja y caótica de las situaciones que se presentan, se verá que es necesario tener ese universo de información para poder detectar la situación presente.

La metodología fue basada totalmente en la teoría del caos, la complejidad y la deconstrucción del conocimiento. De esta manera, al analizar las distintas situaciones caóticas y complejas, los mismos objetos de estudio, i.e. los participantes, los investigados, los observados, son los mismos que deconstruyen el conocimiento.

La aplicación de las técnicas que se han llevado a cabo a lo largo del doctorado ha permitido recabar mucha información de tipo cualitativo. Las técnicas de Consulta a Expertos y Grupos de Discusión han sido aplicadas con la intención de *deconstruir* el conocimiento.

La muestra de Ingeniería ha sido observada, entrevistada y ha participado en los grupos de discusión. Hubo grupos de discusión, donde el promedio de asistentes era de treinta y cinco (35) personas.

Todas las metodologías de investigación han sido aplicadas no solamente al inicio, sino a todo lo largo del estudio doctoral. Los resultados de todas las metodologías aplicadas se concentran para determinar los parámetros o tópicos que surgen de la misma aplicación de los instrumentos y de los enfoques con los cuales fueron aplicados. El concentrado del estudio de campo engloba los resultados experimentales de esta investigación.

Estos ejercicios fueron enriquecedores para dar a conocer problemáticas específicas de la ingeniería; así como para conocer la cultura, idiosincrasia, camaradería, protocolos, comportamiento, conocimiento, pensamientos, ideales y lenguaje de los ingenieros; con una orientación hacia la construcción del área de Educación para la Ingeniería.

Y de esa manera se dirigían los grupos de discusión en donde nadie controlaba esas sesiones. El moderador sólo daba el tema de arranque y el grupo por sí solo se encargaba del resto. Era un grupo autodirigido que iba y venía por decenas de caminos. Era más enriquecedor que una junta ordinaria o de un grupo de discusión convencional; pues no había agenda y, los temas de Educación y de Ingeniería que surgían, salían a relucir de mayor manera que en una sesión tradicional. Una de las diferencias enormes de estas sesiones con respecto de las convencionales es su duración, su frecuencia, la asistencia de un número importante de expertos-docentes, su apertura, su variedad de *backgrounds* y su procedencia variada geográficamente, así como el debatir sin limitantes.

Todas las sesiones se encontraban llenas de debate y controversia. El debate era espontáneo y no premeditado. Nadie se ponía de acuerdo con anticipación para saber lo que se iba a decir o no, y nadie comentaba lo expuesto debido a la carga regular de trabajo que tiene cada persona.

Y el debate y controversia que se presentaban parecía incontrolable en todas las sesiones. Era una situación que se debe captar como compleja y caótica. Y entre tanto “desorden”, se estaba generando una situación que también estaba deconstruyendo el conocimiento. Y es meritorio comentar que por la manera seca, dura (por no decir hostil) en la cual se trataban los temas hacia los pedagogos, se pudiera llegar a pensar que esa hostilidad nublaba lo enriquecedor de lo que ocurría cada vez que se realizaba una sesión; mas no era así.

Y algo curioso era que no había ningún freno, pues hasta los directivos de ingeniería presentaban una actitud que no veía que hubiera hostilidad hacia los pedagogos. Alguien pudiera haber pensado que ellos impedirían que se sintiese esa actitud, pero no fue así; pues ellos también son ingenieros, y esa actitud propia de la profesión era la que estaba presente, y ellos se encontraban en su ambiente.

Era un desorden generador de argumentos desde la perspectiva ingenieril; un desorden que estaba enriqueciendo el área, a sabiendas de dar negativas (justificadas por los ingenieros) del porqué las técnicas y conceptos de pedagogía no se podían aplicar; no por lo menos de la manera en la cual los pedagogos las presentaban.

Los ingenieros tuvieron la oportunidad de deliberar; pero en estas sesiones, no tuvieron que convencer a nadie de lo que estaban deliberando ni disuadir de que lo que estaban haciendo era correcto, pues es correcto según la manera en la cual se imparten las clases de ingeniería. Al no imponer los pedagogos sus conceptos a los ingenieros se permitió que los ingenieros deliberaran sin entrar en antagonismo, y se estaba consiguiendo que los ingenieros desarrollaran uno de los objetivos de la Educación para la Ingeniería: que sea la Educación de los ingenieros y para los ingenieros.

Determinación de las variables y los conceptos para interconectar la Educación y la Ingeniería

La determinación de las variables fue desarrollada en base a lo proporcionado por los mismos participantes. La población opinaba libremente acerca de cuestiones y situaciones que daban origen a parámetros que el autor categorizó posteriormente. Las opiniones eran libres donde cada quien poseía la libertad para hacer y deshacer los temas de la ingeniería, de la educación, etc. Cada quien podía aprobar, apoyar, refutar o criticar los comentarios de otros, presentes o no, en el grupo de discusión. Es entonces que las opiniones no provienen de cuestionarios o instrumentos predeterminados, o de grupos de discusión acotados, sino de un foro vivo.

Parámetros del Estudio

Los Parámetros del Estudio encontrados a partir de la investigación se listan a continuación:

Parámetros

1. Definición de Ingeniería
2. Importancia de la Ingeniería para los países
3. Importancia de las ingenierías duras
4. Definición de EE
5. Poco apoyo para los programas de ingeniería
6. Objetivos de la EE
7. Definición y características del docente de ingeniería
8. Situación actual de la *Educación de la Ingeniería*
9. Presencia nula de EE en México
10. Necesidad de contar con una Educación para un área en específico
11. Necesidad de contar con el área de *Educación para la Ingeniería*
12. Necesidad de contar con especialistas en EE
13. *Educación para la Ingeniería* de, desde y para los ingenieros
14. Concientización a los ingenieros acerca de la EE
15. Importancia y rol del maestro en la Ingeniería
16. Perfil de ingreso del especialista en EE

17. Perfil de egreso del especialista en EE
18. Campo de trabajo del especialista en EE
19. Pedagogía no aplica a la Ingeniería
20. Pedagogos desconocen de Ingeniería
21. Pedagogos creen tener todo el conocimiento
22. Rechazo hacia los que no tienen las mismas credenciales académicas
23. Pedagogía es subjetiva, Ingeniería es objetiva
24. Problemas sentidos contra los pedagogos
25. Problemas relacionados con las metodologías que los pedagogos quieren aplicar en Ingeniería
26. Los pedagogos no pueden enseñar ingeniería
27. Un ingeniero sí puede saber de Educación; pero un pedagogo no puede saber de Ingeniería.
28. Rigor ingenieril en la Educación de los Ingenieros
29. Rigor ingenieril en general
30. Factores que afectan el rigor ingenieril
31. Complejidad, nivel y profundidad de la ingeniería
32. Conocimiento de la problemática ingenieril
33. Primero soy ingeniero antes que Educador
34. Importancia del conocimiento y no de la metodología
35. Conocimiento Ingenieril
36. "Eros" por la Ingeniería y la educación de la misma
37. Un profesionista no-ingeniero **no** puede entender el rigor ingenieril
38. Un ingeniero es quien mejor me puede ayudar en mi práctica docente
39. Lo más importante es *saber*
40. Preocupación por enseñar cada día mejor y por el aprendizaje de mis alumnos

Concentrado del Estudio de Campo

Los resultados de los grupos de discusión que se han realizado durante el estudio del doctorado, se concentraron en un esquema que contiene los parámetros o categorías que provienen de las ideas y comentarios realizados por los participantes de los grupos de discusión. Como se ha mencionado anteriormente, cada uno de los participantes pudo opinar libremente y quienes opinaron acerca del mismo tema o parámetro, fueron sus ideas contabilizadas y descritas. Las ideas y los comentarios, antes de ser puestos en el Concentrado del Estudio de Campo, fueron recolectados, transcritos de manera completa, sintetizados y categorizados. En el Concentrado aparecen los parámetros acompañados de su respectiva frecuencia de aparición.

El Concentrado del Estudio de Campo proporciona la significancia suficiente para soportar esta investigación ya que refleja los resultados vivos de la aplicación de la metodología. El Concentrado presenta lo acontecido en la investigación de campo y es resultado integral del estudio. El Concentrado del Estudio de Campo se puede ver en el **Anexo** al final de este documento de tesis.

Confiabilidad de la Muestra

Si dentro de un parámetro o categoría existe una frecuencia de aparición X , esto significa que esa cantidad X de ideas fueron realizadas y que corresponden con dicha categoría. Aunque sólo X personas dieron sus comentarios, el resto también acertaban con lo opinado y no hubo comentarios en contra. En el concentrado, sólo se muestran la cantidad X de ideas explícitas para cada categoría; pero el resto de la muestra estuvo de acuerdo con ellos.

Así que si la frecuencia de un parámetro es de 41, significa que 41 participantes de un total de 48 opinaron acerca de esa categoría. Cada uno de esas 41 ideas son libres y se pudieron presentar en cualquier orden y en cualquier tiempo dentro de los grupos de discusión. Aunque los restantes 7 (resto de 41 a 48) no dieron un comentario explícito en ese parámetro, la confiabilidad del método es del 100% porque ellos mismos construyeron

ese parámetro con sus ideas e intervenciones; pues no se les dio una referencia de parámetros. Además, ese resto que no dio un comentario explícito, sí estaba de acuerdo con los demás comentarios. Por ende, la confiabilidad de la muestra es de 100%.

Si alguien pensara que se debieran de tomar en cuenta las 41 ideas explícitamente mencionadas; entonces, de cualquier manera se conserva la confiabilidad ya que esas mismas 41 ideas son las que construyen ese parámetro y, como son las únicas que abordan ese aspecto, el resto es excluyente para dicho aspecto al no dar una opinión ni a favor, ni en contra de él. Por ende, la confiabilidad de la muestra se conserva en 100%.

Frecuencia de los Parámetros del Estudio

Para poder tener una visión con respecto al comportamiento de los parámetros del estudio y a su frecuencia, i.e. a la categorización y contabilización, así como para ejemplificar la Confiabilidad de la Muestra, a continuación se muestran los parámetros que aparecen en el Concentrado del Estudio de Campo con su frecuencia de aparición:

Parámetros

FREC

1. Definición de Ingeniería	12
2. Importancia de la Ingeniería para los países	14
3. Importancia de las ingenierías duras	16
4. Definición de EE	17
5. Poco apoyo para los programas de ingeniería	20
6. Objetivos de la EE	19
7. Definición y características del docente de ingeniería	33
8. Situación actual de la <i>Educación de la Ingeniería</i>	15
9. Presencia nula de EE en México	23
10. Necesidad de contar con una educación para un área en específico	22
11. Necesidad de contar con el área de <i>Educación para la Ingeniería</i>	27
12. Necesidad de contar con especialistas en EE	18
13. <i>Educación para la Ingeniería</i> de, desde y para los ingenieros	31
14. Concientización a los ingenieros acerca de la EE	17
15. Importancia y rol del <u>maestro</u> en la Ingeniería	24

16. Perfil de ingreso del especialista en EE	19
17. Perfil de egreso del especialista en EE	20
18. Campo de trabajo del especialista en EE	12
19. Pedagogía <u>no aplica</u> a la Ingeniería	19
20. Pedagogos desconocen de Ingeniería	25
21. Pedagogos creen tener todo el conocimiento	22
22. Rechazo hacia los que no tienen las mismas credenciales académicas	21
23. Pedagogía es subjetiva, Ingeniería es objetiva	17
24. Problemas <u>sentidos</u> contra los pedagogos	22
25. Problemas relacionados con las <u>metodologías</u> que los <u>pedagogos</u> quieren aplicar en Ingeniería	16
26. Los pedagogos no pueden enseñar ingeniería	17
27. Un ingeniero sí puede saber de Educación; pero un pedagogo no puede saber de Ingeniería.	20
28. Rigor ingenieril en la Educación de los Ingenieros	19
29. Rigor ingenieril en general	14
30. Factores que afectan el rigor ingenieril	41
31. Complejidad, nivel y profundidad de la ingeniería	16
32. Conocimiento de la problemática ingenieril	17
33. Primero soy ingeniero antes que Educador	21
<hr/>	
34. Importancia del conocimiento y <u>no</u> de la metodología	19
35. Conocimiento Ingenieril	14
36. “Eros” por la Ingeniería y la educación de la misma	17
37. Un profesionista no-ingeniero <u>no</u> puede entender el rigor ingenieril	16
38. Un ingeniero es quien mejor me puede ayudar en mi práctica docente	19
39. Lo más importante es <i>saber</i>	18
40. Preocupación por enseñar cada día mejor y por el aprendizaje de mis alumnos	20

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 desaprobando 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 aplicarse 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 humanidades³ (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 pocos⁴ 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, empíricas⁵. 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 predicán 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 profesionalista. 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.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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 credenciales 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 profesionalista 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 funcionen 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 predicán 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 conscientización 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 conscientizando 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.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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 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.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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 tarea 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.

DIRECCION GENERAL DE BIBLIOTECAS

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 le 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 predicán, 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 curriculum de una carrera de ingeniería sólo les debe competir 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. ®

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

La Ingeniería, como es mucho más compleja que la Educación, le permite al ingeniero abondarse 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 predicán 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 reprobado 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 reprobado 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 cosas 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 curriculum 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 predicen 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 profesionalista 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 (sobretudo 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.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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 percató 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.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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 objetivo 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, sobretudo 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 afin 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

Podría 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.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

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 afin 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 concedores 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.

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

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 haber 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 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 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-ingeneril (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.

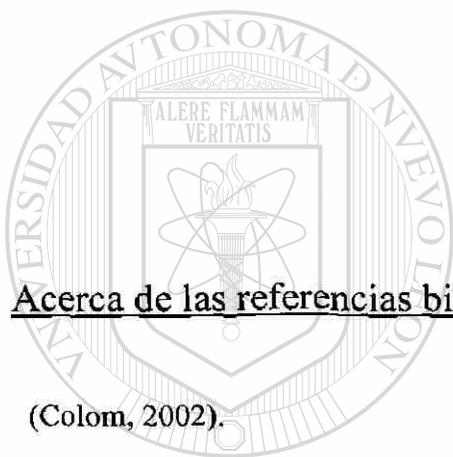
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, J., et. al. (2002). *El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias*. España : Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Álvarez-Gayou, Juan Luis (2004). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*. México : Paidós.
- American Heritage Dictionary (1994). EE. UU. : American Heritage.
- Behrman, D. (1979). *Ciencia, tecnología y desarrollo: La aportación de la UNESCO*. París, Francia : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Bilbeny, Norbert. (1997). *La revolución en la ética –Hábitos y creencias en la sociedad digital–* Barcelona : Anagrama.
- Bohm, David (1987). *El paradigma holográfico*. Citado en Colom (2002), *La deconstrucción del pensamiento pedagógico*. Barcelona : Paidós.
- Canonge, F. (1992). *La educación técnica* (2a. ed.). Barcelona, España : Ed. Paidós.
- Colom, Antoni (2002). *La deconstrucción del conocimiento pedagógico. Nuevas perspectivas en teoría de la educación*. Barcelona : Paidós.
- Conner, David (2003). Politics and Engineers who teach. *IEEE Transactions on Education*. Vol. 46, No. 3. August 2003.
- Cortina, Adela. (1995). *La educación del hombre y del ciudadano*. Revista iberoamericana de educación No. 7, Enero-Abril de 1995.
- Escohotado, A. (2000). *Caos y orden* citado en Colom (2002). *La deconstrucción del pensamiento pedagógico*. Barcelona : Paidós.
- Facultad de Contaduría Pública y Administración (2002). *Manual Informativo del Programa del Doctorado en Filosofía en Educación*. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Gimeno (1999). En Sacristán (2001). *Educar y convivir en la cultura global*. Madrid : Ed. Morata.

- Grayson, L. (1983). *The Design of Engineering Curricula*. UNESCO Studies in Engineering Education. París, Francia : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Hargreaves, Andy. (1996). *Profesorado, cultura y posmodernidad –cambian los tiempos, cambia el profesorado–*. Madrid : Morata.
- Lave, J; Wenger, E. (1991). *Situated Learning: legitimate peripheral participation*. Cambridge : Cambridge University Press.
- Layton, D. (1991). *Innovaciones en la educación científica y tecnológica*. París, Francia : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Lnenicka, W; Black, W. (1978). Educational Engineering Project. *International Conference on Frontiers in Education*. Londres, Inglaterra : Institution of Electrical Engineers.
- Lyotard, Jean-Francois. (1990). *La condición posmoderna*. México : Editorial Rei.
- Martínez, Isidoro (2004). *Engineering Practice and Education*. Universidad Politécnica de Madrid –Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (UPM-ETSIN).
- McNown, J. (1988). *UNESCO Studies in Engineering Education*. París, Francia : United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Melich, Joan-Carles. (1996). *Antropología simbólica y acción educativa*. Barcelona : Ed. Paidós.
- Mercer, Neil (2001). *Palabras y Mentes: Cómo usamos el lenguaje para pensar juntos*. Barcelona : Ed. Paidós.
- Morin, Edgar (1990). *Los siete saberes necesarios a la educación del futuro*. París, Francia: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. ®
- Morin, Edgar (2003). *Educación en la era planetaria*. Barcelona : Gedisa.
- Morin, Edgar (2004). *Introducción al pensamiento complejo*. México : Gedisa.
- Morley, J. (1981). *Educating Engineers for World Development*. Washington, EE. UU. : American Society for Engineering Education.
- Naval, Concepción (2000). *Educación de ciudadanos*. Navarra, España : EUNSA.
- Platts, H.; Venable, W. (1978). Training the Engineer-Educator. *International Conference on Frontiers in Education*. Londres, Inglaterra : Institution of Electrical Engineers.

Rifkin (2000). *La era del acceso: La revolución de la nueva economía* citado en Sacristán (2001). *Educación y convivir en la cultura global*. Madrid : Morata.

Sacristán, J. Gimeno (2001). *Educación y convivir en la cultura global*. Madrid : Morata.



Acerca de las referencias bibliográficas

(Colom, 2002).

Referencia bibliográfica (autor, año) – formato del APA

“xx (comentario) yy” (Colom, 2002). Comentario propio del autor del libro al que se hace referencia (al encontrarse los paréntesis dentro de una referencia bibliográfica)

“xx (comentario) yy” (Colom, 2002). Comentario que el doctorando realiza *dentro* de una referencia bibliográfica de un autor citado.

BIBLIOGRAFÍA

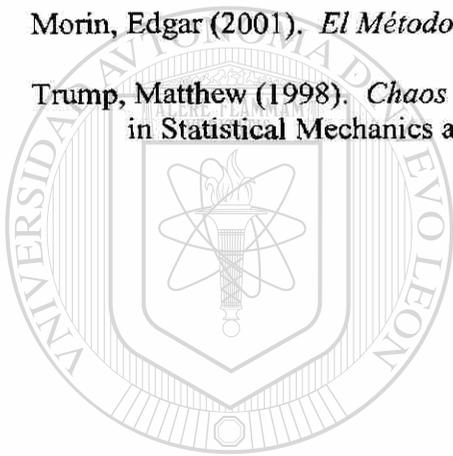
Donahue, Manus (1997). *Chaos Theory: The Mergence of Science and Philosophy*. EE. UU. : Duke University.

Fox, Geoffrey (1994). *Parallel Computers and Complex Systems. Complexity International*. Australia : Johnstone Centre, Charles Sturt University.

Green, David (1996). *Towards a Mathematics of Complexity. Complexity International*. Australia : Johnstone Centre, Charles Sturt University.

Morin, Edgar (2001). *El Método –Las Ideas–*. Madrid, España : Ediciones Cátedra.

Trump, Matthew (1998). *Chaos mini course*. EE. UU. : Ilya Prigogine Center for Studies in Statistical Mechanics and Complex Systems. University of Texas at Austin.



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

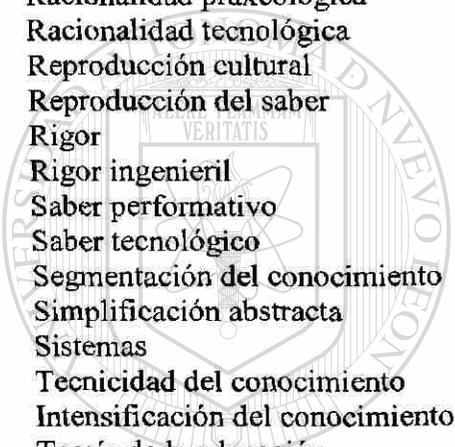
TERMINOLOGÍA

Lista de términos

Algunos términos importantes que aparecen en esta tesis son:

Caos
Competencia cognitiva
Complejidad
Comunicación del conocimiento
Conocimiento ampliado
Conocimiento parcelado
Conocimiento pertinente
Conocimiento reduccionista
Control caótico
Deconstrucción del conocimiento
Definición de las Líneas de Investigación de la EE
Desorden ordenado
Dimensión teleológica
Doctorado en EE
Educación para la Ingeniería
Enculturación
Engineering Education
Epistemología contrastada
Especialidades
Especialista
Especialización espontánea
Especialización planificable
Experto
Filosofía de la educación
Filosofía volátil
Generación del conocimiento en paralelo
Hipercomplejo
Hiper-especialización
Incertidumbre
Ingenierías de aplicación
Ingenierías duras
Ingenierías suaves
Ingeniero-persona
Integración
Integración cultural
Integrador
Inteligencia ciega
Interdisciplinariedad
Maestría en EE

Modelos cambiantes
Modernismo líquido
Multivariabilidad
Orden caótico
Orden complejo
Pensamiento complejo
Pensamiento incierto
Pensamiento simplificante
Performatividad
Performatividad cognitiva
Posgrado
Pregrado
Producción del saber
Racionalidad praxeológica
Racionalidad tecnológica
Reproducción cultural
Reproducción del saber
Rigor
Rigor ingenieril
Saber performativo
Saber tecnológico
Segmentación del conocimiento
Simplificación abstracta
Sistemas
Tecnicidad del conocimiento
Intensificación del conocimiento
Teoría de la educación
Transdisciplinariedad
Transmisión del saber
Vivencia de razonamiento



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

Lista de términos indexada

caos, vi, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 73, 74, 75, 83, 118, 150, 152
competencia cognitiva, 22
complejidad, vi, 1, 2, 4, 7, 16, 17, 26, 27, 33, 36, 50, 51, 53, 54, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 67, 68, 69, 72, 73, 74, 75, 83, 105, 118, 119, 129, 132, 135, 136, 148, 150, 152, 198, 204, 205
comunicación del conocimiento, 163
conocimiento ampliado, 22
conocimiento parcelado, 31, 33
conocimiento pertinente, 30
control caótico, 58
deconstrucción del conocimiento, vi, 65, 68, 74, 75, 83, 152, 180
desorden ordenado, 63
dimensión teleológica, 24
doctorado en EE, 107, 158, 170, 171, 173, 174, 175
educación para la ingeniería, 2, 64, 104, 125, 157
enculturación, 19, 20
Engineering Education, 1, 2, 4, 12, 13, 95, 181, 188, 189
epistemología contrastada, 56
especialidades, 17, 27, 32, 160, 173
especialista, 3, 4, 5, 6, 15, 26, 29, 32, 86, 87, 90, 97, 107, 108, 114, 115, 116, 143, 170, 172, 173, 174, 175, 191, 195, 197, 198, 208
especialización espontánea, 24
especialización planificable, 23
experto, 26, 32, 33, 34, 41
filosofía de la educación, 66
filosofía volátil, 134, 204
generación del conocimiento en paralelo, 35, 36
hipercomplejo, 59, 60
hiper-especialización, 41, 154
incertidumbre, 21, 48, 54, 55, 57, 58, 62, 63, 118, 120
ingenierías de aplicación, 93, 190
ingenierías duras, 78, 86, 89, 93, 94, 95, 119, 125, 190
ingenierías suaves, 93, 190
ingeniero-persona, 153, 154
integración, 19, 23, 41, 55, 105, 155, 156, 172, 176, 194
integración cultural, 19
integrador, 32, 106
inteligencia ciega, 51
intensificación del conocimiento, 31
interdisciplinariedad, 55, 64
maestría en EE, 161, 166, 167, 168, 169, 174
modelos cambiantes, 133, 204
modernismo líquido, 133, 204

orden caótico, 60, 61
orden complejo, 61
pensamiento complejo, 30, 53, 54, 181
pensamiento incierto, 55
pensamiento simplificante, 53
performatividad, 31, 34
posgrado, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 12, 18, 20, 27, 29, 100, 101, 107, 109, 110, 116, 121, 122, 158,
160, 161, 165, 167, 169, 176, 192, 195, 197
pregrado, 12, 18, 20, 167, 168, 169, 175, 176
producción del saber, 34
racionalidad praxeológica, 45
racionalidad tecnológica, 41
reproducción cultural, 19
reproducción del saber, 34
rigor, 23, 26, 27, 51, 61, 87, 90, 97, 116, 123, 129, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 142, 143,
147, 152, 153, 158, 169, 175, 191, 198, 200, 203, 204, 205, 207, 208
rigor ingenieril, 23, 27, 87, 90, 97, 116, 129, 130, 131, 132, 133, 135, 136, 142, 143, 147,
152, 153, 158, 169, 175, 191, 198, 203, 204, 205, 207, 208
saber performativo, 31
saber tecnológico, 31, 155
segmentación del conocimiento, 31
simplificación abstracta, 54
sistemas, 26, 53, 54, 55, 56, 58, 63, 64, 65, 93, 124, 178
tecnicidad del conocimiento, 30
teoría de la educación, 50, 51, 66, 180
transdisciplinariedad, 56, 64
transmisión del saber, 34
vivencia de razonamiento, 98, 114, 146, 191, 197

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

PUBLICACIONES

Durante el periodo de estudios doctorales, se publicaron los siguientes *papers* del área de *Engineering Education* en revistas arbitradas. El primero que se muestra es el más reciente, que fue presentado en conferencia por este autor.

Cázares, Víctor (2006). Engineering Education as support to a better Knowledge Communication. *Proceedings of the International Symposium on Knowledge Communication and Conferences*. Florida, EE.UU. : International Institute of Informatics and Systemics.

–publicación y presentación del *paper*–

Cázares, Víctor (2006). La comunidad virtual y su efecto en la identidad, intercambio y construcción de conocimiento ingenieril. *Senderos III. Comunidades de práctica en el noreste de México: Negociando conocimiento e identidad entre el Ciberespacio y la Vida Institucional*. México : Comité Regional Norte de cooperación con la UNESCO.

Cázares, Víctor (2004). Definición y Establecimiento formal de la Engineering Education en México. *Innovaciones de Negocios*. México : Universidad Autónoma de Nuevo León.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

DIRECCIÓN GENERAL DE BIBLIOTECAS

VITA

Víctor Manuel Cázares Rangel es egresado del ITESM donde cursó la carrera de Ingeniero en Sistemas Electrónicos, graduado con Honores. Es Maestro en Ciencias con especialidad en Ingeniería Electrónica egresado del ITESM, también graduado con Honores. Recibió al egresar de maestría la Mención de Excelencia, la más alta distinción que el ITESM otorga a un egresado de maestría, misma que se da solamente al primer lugar de la generación, siempre y cuando tenga un promedio superior a 96.

El M.C. Cázares es Profesor de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones en el ITESM. Ha estado involucrado en proyectos en la academia y en la industria. Es investigador de las áreas de Ingeniería y Educación.

Ha escrito artículos (*papers*) en revistas arbitradas a nivel internacional y nacional de las áreas de Ingeniería y Educación. Ha presentado *papers* en congresos nacionales e internacionales, así como también ha dado conferencias de esas áreas en diversos foros. Es Revisor a nivel Internacional de *papers* (árbitro) de las áreas de Ingeniería y de Educación.

Sus áreas de interés dentro de la Ingeniería son: Electrónica Analógica, Electrónica Digital, Electrónica Industrial, Control Electrónico, Microprocesadores, Microcontroladores Industriales, Automatización, Telecomunicaciones, Teleingeniería y Teleproceso. Las áreas de interés dentro de la Educación son: *Engineering Education*, Epistemología, Diseño Curricular, Teorías e Ideologías del Conocimiento, Diseño de la Práctica y de la Investigación. Así como también las ciencias Matemáticas y Físicas, teóricas y aplicadas.

Dirección permanente de email: vcazares@yahoo.com

ANEXO

Concentrado del Estudio de Campo

Parámetros	Frec	Ítems
1. Definición de Ingeniería	12	<ol style="list-style-type: none"> 1. La Ingeniería es el área que trata acerca del uso de la energía. Si la energía está en forma química, ahí entra la ingeniería química; si es energía eléctrica, la ingeniería eléctrica; y así con la mecánica y la civil. Esas son las ingenierías <u>duras</u>. 2. Yo asocio la energía con la ingeniería; yo digo que la ingeniería nace de los diferentes usos que se hacen de la energía. 3. Las ingenierías de <u>aplicación</u>, se derivan directamente de las duras. Ejemplos de éstas son Telecomunicaciones, Electrónica, Control. Las ingenierías de aplicación tratan con la manipulación y la aplicación de la energía. 4. Las ingenierías <u>suaves</u> son las que tratan con la información, con el conocimiento; como la Ingeniería Computacional, la de Sistemas, la de Software, la Informática, etc. Las ingenierías suaves son propias de la <u>era del conocimiento</u>.
2. Importancia de la Ingeniería para los países	14	<ol style="list-style-type: none"> 1. No concibo que exista un país que no le interese la ingeniería, la tecnología, la energía, las comunicaciones, las computadoras, la información. 2. El crecimiento de un país está en función del uso de la energía; y el uso de la energía se hace a base de la ingeniería. 3. Para el crecimiento económico de cualquier país, se necesita de la ingeniería. 4. El desarrollo de los países va de la mano con el nivel de la Educación de la Ingeniería. 5. Los países que tienen el "know-how" son los que pueden desarrollar y producir todo. 6. Contrario a las Humanidades, en Ingeniería, lo importante es hacer las cosas, no sólo hablar.
3. Importancia de las ingenierías duras	16	<ol style="list-style-type: none"> 1. En un mundo competitivo y globalizado, las ingenierías <u>duras</u> son lo importante para competir y generar nuestros propios diseños de máquinas y dispositivos; y por ende, independencia tecnológica y empleos. 2. Aunque estemos en la <u>era del conocimiento</u>, las <u>ingenierías duras</u> son las que siempre han tenido y tendrán permanencia. 3. Las "<u>duras</u>" son las básicas, son las que dan estabilidad, generan riqueza, crean infraestructura y permiten el desarrollo y estabilidad de las ingenierías de aplicación y de las suaves. 4. Un país que tiene riqueza, puede aspirar, tener y mantener las tecnologías duras limpias, las tecnologías de aplicación y las suaves. Si no fuera por la estabilidad de las duras, no hubiera conocimiento, porque éste se tiene que sostener con algo. 5. Un país que tiene ingenierías duras, puede darse el lujo de comprar los productos que la industria dura y contaminante produce, porque tiene capacidad económica creada por la misma ingeniería dura. 6. Los países que tienen consolidados las ingenierías duras y las de

		<p>aplicación, son las que <u>pueden aspirar a una verdadera economía del conocimiento.</u></p> <p>7. Las tecnologías duras, ya sean sucias o limpias, son las que siempre van a producir lo que se requiere, por ejemplo, el acero o el concreto.</p>
4. Definición de EE	17	<p>1. Estudio de lo que son las metodologías, los procesos de la educación en los niveles de ingeniería; todo lo que son las técnicas, metodología, procedimientos para la enseñanza-aprendizaje en ingeniería; sabiendo de antemano que son distintos que los aplicados a las ciencias sociales.</p> <p>2. Aplicación de las técnicas de enseñanza para la Ingeniería.</p>
5. Poco apoyo para las ingenierías	20	<p>1. Inclusive CONACYT, en su página <i>web</i>, tiene divisiones para todas las Humanidades (Literatura, Educación, etc.) y por el contrario, ellos mismos, agrupan todas las divisiones de la Ingeniería (Electrónica, Digital, Potencia, etc.) sólo bajo la clasificación de Ingeniería.</p> <p>2. Inclusive, dentro de las universidades, muchas veces se les da menos presupuesto a las ingenierías porque tienen menos alumnos.</p> <p>3. Hay poco apoyo de CONACYT, aún y cuando lo que mueve en realidad al país son las ingenierías.</p> <p>4. Se ve que en México no se apoya a las ingenierías.</p>
6. Objetivos de la EE (de los centros de EE)	19	<p>1. Formar especialistas en EE.</p> <p>2. Dar más la parte de Educación a los programas de Ingeniería.</p> <p>3. Entender mejor a los alumnos.</p> <p>4. Investigar en EE.</p> <p>5. Concientizar a los ingenieros de la necesidad de incorporar la Educación (como área) a la Ingeniería.</p>
7. Definición y características del docente de ingeniería	33	<p>1. Los docentes deben conocer el porqué de las cosas que enseñan.</p> <p>2. Debe tener los conocimientos ingenieriles y tener capacidad de investigación.</p> <p>3. El docente de ingeniería es un especialista en ingeniería que imparte clases del área.</p> <p>4. Un ingeniero llega a ser profesor de ingeniería, primero que nada, porque es buen ingeniero; y no porque estudió Educación.</p> <p>5. Llega a ser profesor porque estudió un área de la ingeniería.</p> <p>6. El docente de ingeniería debe saber de ingeniería; dominar la ingeniería. Eso es lo fundamental. Si sabe de Educación, pues mejor, pero eso es complementario.</p> <p>7. Saber de ingeniería, le va a permitir explicar bien.</p> <p>8. Si sabe 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 domina la Ingeniería y sabe de Educación.</p> <p>9. El docente de ingeniería debe haber tenido muy buenas calificaciones como estudiante. Esas hablan de la exigencia, la disciplina y la abstracción que tiene.</p> <p>10. Yo no cambiaría a un buen ingeniero, por uno que tuviera un expediente con calificaciones regulares y que sea muy comunicativo. A ése, nunca lo voy a hacer que entienda las teorías duras, rígidas, difíciles, no va a agarrar disciplina de rigor matemático e ingenieril.</p> <p>11. Un buen ingeniero, no necesariamente es un buen docente de ingeniería; sin embargo, un buen ingeniero puede enseñar muchas cosas, aunque sea con el sólo hecho de explicar, aunque no le entiendan porque no se puede comunicar muy bien o porque sabe</p>

		<p>mucho. Pero a lo mejor, los alumnos aprenden, i.e. entienden al verlo trabajar, verlo resolver problemas, ver sus <i>papers</i>, ver lo que ha hecho, hizo o hace en la empresa y/o en la universidad.</p> <ol style="list-style-type: none"> 12. Debe de <i>saber</i> para poder explicar, si no sabe, no'mas va a decir mentiras. Y que no dé clases de análisis usando filminas, porque no se vale <i>playback</i>. Para enseñar, debes hacer pasar el concepto por tu mente en la clase, aunque tú ya lo sabes; pero al hacerlo, lo haces pasar por la mente del alumno. Porque si usas filminas, pasó por tu mente cuando hiciste la filmina, no vuelve a pasar cuando la explicas. 13. El maestro, si usa filminas, las debe usar sólo para trabajar sobre ellas. 14. No debes de hacerte dependiente de las filminas porque ya no te preocupas por preparar la clase, te confias en las filminas. 15. El maestro, al no hacer <i>playback</i> y explicar la solución, la demostración, etc. hace una <i>vivencia de razonamiento</i>. Eso es lo que sí enseña, lo que hace aprender. Lo que nada ni nadie ni la tecnología ofrece y podrá suplir es la <i>vivencia del razonamiento</i> que se hace con el profesor, la capacidad de preguntar una duda, y que te la responda con creces. 16. Esa <i>vivencia de razonamiento</i> la reproduce, en ese instante el alumno, y así aprende (maestro explica "en vivo"). 17. La capacidad de razonamiento, el hacer en cada clase una vivencia del razonamiento, eso es lo que hace al maestro. 18. Un buen docente de ingeniería, tiene que ser buen ingeniero. 19. Debe ser un buen ingeniero; hasta donde es posible hablar de buenos. O sea, con rigurosidad, que maneje modelos, que sepa matemáticas, etc. 20. El maestro debe continuar aprendiendo; de los alumnos, de lo que hace en el aula, en el laboratorio. Que le guste aprender. 21. Si el docente de ingeniería sabe, entonces puede explicar. 22. Para ser docente de ingeniería, tiene que ser un buen ingeniero, no un ingeniero <i>light</i>; y ¡nunca alguien que no sea ingeniero!
<p>8. Situación actual de la Educación de la Ingeniería</p>	<p>15</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los procedimientos metodológicos que se quieren imponer en la Ingeniería vienen de la gente de Educación, i.e., de los pedagogos. 2. Los ingenieros son los que enseñan con sus propios métodos.. 3. Metodologías educativas del ingenieros son intuitivas, según su <i>feeling</i>; pero con conocimiento de lo que se explica. 4. Mi manera de enseñar es intuitiva; a prueba y error me formo y me voy haciendo de una metodología de enseñar. 5. Los ingenieros carecemos de formación en Educación, y la que nos dan, no aplica. 6. La formación en Educación actualmente se nos hace a base del trabajo diario y la capacitación que se nos dan mediante cursos.
<p>9. Presencia nula de EE en México</p>	<p>23</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sólo conozco a <u>ti</u> que en eso te estás especializando. 2. No hay centros de investigación de EE en México. 3. Esa especialización, Educación aplicada directamente a la ingeniería, no existe en México. 4. De hecho, no conozco una universidad nacional donde en el área de ingeniería tenga un estudio de educación en ingeniería a nivel posgrado. No conozco mucho; pero no conozco de una Universidad en México que tenga en el área de ingeniería un postgrado en educación en ingeniería. 5. Cuando menos en México, la presencia de EE no existe.

		<ol style="list-style-type: none"> 6. Los únicos doctores en educación que conozco son pedagogos (no hay ingenieros que sepan de Educación). 7. No conozco ninguna universidad nacional que tenga un centro de EE. 8. Sé que hay en EUA, pero en sólo algunas pocas universidades. 9. No hay nadie que yo sepa, que haya estudiado EE. 10. Los especialistas en Educación que me han asesorado no tienen el mismo background que yo, son sólo pedagogos, aunque tengan posgrado. 11. Todos los asesores pedagógicos que conocemos no son ingenieros. 12. No hay asesores pedagógicos que sean ingenieros. Todos son pedagogos con posgrado en Pedagogía o Educación. 13. Yo creo que alguien que sea buen ingeniero, se pusiera a desarrollar esta área (EE), la probará, y luego que viniera y me explicara el cómo y porqué enseñar ingeniería. 14. ¡Cómo me hubiera facilitado tener un asesor pedagógico que fuera ingeniero!
<p>10. Necesidad de tener a la Educación para un área en específico</p>	<p>22</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Porque existen problemas en la educación de las distintas disciplinas que obvio los pedagogos no van ni pueden resolver. 2. Los pedagogos tienen una Pedagogía muy general, nada en específico. Y aunque quieran tener una Pedagogía para un área, pues no pueden, porque no saben (del área). 3. Puede haber doctores en matemáticas; pero no saben de educación; pues <u>no</u> son doctores en educación con especialidad en Matemáticas. 4. No conozco doctores en Educación que no sean pedagogos. 5. Los asesores que he tenido de Educación no son ingenieros, por lo que no me entienden. 6. La enseñanza para cada una de las profesiones, está más basada en el conocimiento (de la profesión), que en el método. 7. Enseñar en una profesión es tener conocimiento y hacer un buen esfuerzo para tratar que ese conocimiento les llegue a los alumnos. Yo no siento que alguien puede no tener el conocimiento y que sea muy buen pedagogo y que pueda venir y enseñar ingeniería (o cualquier profesión). 8. Yo siento que la Pedagogía debe quedarse en su ámbito, yo siento que es con los niños. Por todo lo que diga la Pedagogía... viene de Paidós, y de ahí sale... y todo lo que nos muestran, todo lo que nos presentan, y todas las pruebas, y todas las estadísticas que nos muestran... todo eso aplica para los adolescentes, no para una profesión. 9. La prueba está que se proponen una serie de metodologías, una serie de cosas que están basadas en el aire (en la Pedagogía). Una serie de cuestiones pedagógicas, muy válidas, quizás muy integrales, ¿verdad?; de mucha amplitud, pero imprácticas completamente. No funcionan y no saben (los pedagogos). 10. Esa es la fundamental diferencia entre enseñarle a un 'secundario' que enseñarle a un ingeniero. Los pedagogos dicen: <No, no, no. Todo es enseñanza y todo es esto y todo es lo otro...> Yo no creo eso. Eso no aplica para nadie, mas que para la educación pre-universitaria. 11. Es muy difícil decirle a un médico cómo debe enseñar a operar. La educación que predicán los pedagogos no está pensada ni aplica para la ingeniería... yo no siento que necesariamente aplica. 12. Eso es lo que se necesita, una Educación para un área en específico. Pero no queremos una educación como la de los pedagogos, una

		<p>pedagogía pura no la queremos. Queremos una nuestra.</p> <p>13. Ya es hora que nos dejen nuestra Educación y que no acaparen ellos toda (la Educación).</p>
11. Necesidad de tener a la Educación para la Ingeniería	27	<p>1. Debería la Educación tener otra percepción, un tipo de análisis para la ingeniería; pero desde luego, por ingenieros.</p> <p>2. El mundo de las Humanidades y el de la Ciencia ha estado dividido desde hace mucho tiempo. Aunque hace 3 y 4 siglos no lo estaba. Pero desde hace décadas que hay una guerra entre ellos. Existe una falta de entendimiento entre ellos. El ingeniero que sepa de educación puede servir, primero para unir; luego, como los ingenieros de hace siglos, sabrá también de humanidades.</p> <p>3. Falta una integración, algo que una a la Educación, pero no la "educación de los pedagogos", sino una Educación para la Ingeniería. Eso es lo que va a unir a la Educación con la Ingeniería.</p> <p>4. Los ingenieros somos ajenos, casi por completo, a la parte de Educación.</p> <p>5. Los ingenieros desconocemos las metodologías educativas que apliquen para ingeniería.</p> <p>6. Los asesores que he tenido de Educación no son ingenieros, por lo que no me entienden.</p> <p>7. Sí queremos resolver los problemas educativos, pero no con Educación pura.</p> <p>8. Nos gustaría saber más de EE.</p> <p>9. La prueba está que se proponen una serie de metodologías, una serie de cosas que están basadas en el aire (en la Pedagogía). Una serie de cuestiones pedagógicas, muy válidas, quizás muy integrales, ¿verdad?; de mucha amplitud, pero imprácticas completamente. No funcionan y no saben (los pedagogos). Necesitamos las nuestras.</p> <p>10. Del aspecto educativo, tenemos que aprender para saber a la hora de enseñar; pero que sea de nuestra Educación, no de Educación pura.</p> <p>11. Enseñar en una profesión es tener conocimiento y hacer un buen esfuerzo para tratar que ese les llegue a los alumnos. Yo no siento que alguien puede no tener el conocimiento y que sea muy buen pedagogo y que pueda venir y enseñar ingeniería (o cualquier profesión).</p> <p>12. Yo preferiría que alguien que sea buen ingeniero, si le interesan los métodos de enseñanza a ese grado, que estudiara <u>la pedagogía que correspondiera a la ingeniería.</u></p> <p>13. Yo creo que alguien que sea buen ingeniero, se pusiera a desarrollar esta área, la probara, y luego que viniera y <u>me explicara el cómo y porqué enseñar ingeniería.</u></p> <p>14. Debe ser un área dentro de las escuelas de ingeniería</p> <p>15. Yo siento que la Pedagogía debe quedarse en su ámbito, yo siento que es con lo niños. Por todo lo que diga Pedagogía...viene de Paidós, y de ahí sale...y todo lo que nos muestran, todo lo que nos presentan, y todas la pruebas, y todas las estadísticas que nos muestran...todo eso aplica para los adolescentes, no para una profesión.</p> <p>16. Esa es la fundamental diferencia entre enseñarle a un 'secundario' que enseñarle a un ingeniero. Los pedagogos dicen: <No, no, no. Todo es enseñanza y todo es esto y todo es lo otro...> Yo no creo eso. Eso no aplica para nadie mas que para la educación pre-universitaria.</p> <p>17. Es muy difícil decirle a un médico cómo debe enseñar a operar. La educación que predicán los pedagogos no está pensada ni aplica para</p>

		<p>la ingeniería...yo no siento que necesariamente aplica.</p> <p>18. Todos los pedagogos que conozco NO saben nada de Educación para la Ingeniería</p>
12. Necesidad de contar con especialistas en EE	18	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sería conveniente que alguien de nosotros tuviera un Doctorado en Educación en/para Ingeniería <u>para poder entender muchas situaciones que ahorita conocemos y que nadie las resuelve.</u> 2. Con estos especialistas sí hablaríamos el mismo lenguaje. 3. 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 lenguaje (para el caso de la muestra, se implica que para tener capacidad técnica del área, se requiere tener maestría y licenciatura en la misma área). 4. La política educativa a nivel mundial en ingeniería es la misma: la que se diseña en las facultades de ingeniería 5. Las organizaciones públicas o privadas y las universidades tratan los problemas en un lenguaje muy filosófico. 6. Las cuestiones de la política y la filosofía educativa-ingeniería debe ser atendida por los especialistas en EE, pues ellos son los que van a entender de eso. 7. Sería bueno contar con alguien que sea ingeniero y que sepa de educación, pero aplicada a la ingeniería. 8. La prueba está que se proponen una serie de metodologías, una serie de cosas que están basadas en el aire (en la Pedagogía). Una serie de cuestiones pedagógicas, muy válidas, quizás muy integrales, ¿verdad?; de mucha amplitud, pero imprácticas completamente. No funcionan y no saben (los pedagogos). Necesitamos las nuestras. 9. Yo preferiría que alguien que es buen ingeniero, si le interesan los métodos de enseñanza a ese grado, que estudiara la pedagogía que correspondiera a la ingeniería. 10. Yo creo que alguien que sea buen ingeniero, se pusiera a desarrollar esta área, la probará, y luego que viniera y me explicara el cómo y porqué enseñar ingeniería. 11. Es muy difícil decirle a un médico cómo debe enseñar a operar. La educación que predicán los pedagogos no está pensada ni aplica para la ingeniería...yo no siento que necesariamente aplica. 12. Que sea ingeniero de carrera con una maestría en Educación (para la Ingeniería) 13. Que sea ingeniero y que tenga una especialidad en Educación, como una especie de <i>minor</i> pero después de la carrera.
13. EE de, desde y para los ingenieros	31	<ol style="list-style-type: none"> 1. Debe ser un área dentro de las escuelas de ingeniería. 2. La gente de Ingeniería no somos gente de Educación pura. 3. Pudiera ser un área dentro la Educación pero controlada por ingenieros que tienen contacto con la ingeniería; esto último es muy importante. Pero que no resida en un área de Educación pura; eso también es muy importante; que resida en un centro de EE o dentro de las escuelas de Ingeniería. 4. El ingeniero, el que sabe de ingeniería, de matemáticas, del área; el que ha aprendido todo eso, el que sabe de eso; es el que realmente puede entender la problemática de transmitir esos conocimientos. 5. El ingeniero es el que conoce la problemática y la solución de la misma. 6. Ya nos percatamos que la solución de los problemas educativos de la Ingeniería no está en la Educación, sino en nuestra Educación para la Ingeniería.

		<ol style="list-style-type: none"> 7. Por años hemos enseñado sin conocimientos de Pedagogía, pero nuestros problemas los resolvemos nosotros mismos. 8. Las teorías de Educación no aplican aquí pues ellos sólo son pedagogos. 9. Es muy difícil decirle a un médico cómo debe enseñar a operar. La educación que predicán los pedagogos no está pensada ni aplica para la ingeniería...yo no siento que necesariamente aplica. 10. Las teorías que funcionan en la educación de la Medicina, no aplican aquí. Nosotros no somos médicos. El que funcione allá no significa que funciona aquí. 11. No vamos a aceptar que las soluciones vengan de gente que no sean ingenieros. 12. La EE debe ser hecha por nosotros mismos. 13. Qué bueno que la EE se haga por los ingenieros mismos. 14. Enseñar en una profesión es tener conocimiento y hacer un buen esfuerzo para tratar que ese les llegue a los alumnos. Yo no siento que alguien puede no tener el conocimiento y que sea muy buen pedagogo, pueda venir y enseñar ingeniería. 15. La prueba está que se proponen una serie de <u>metodologías</u>, una serie de cosas que están basadas en el aire (en la Pedagogía). Una serie de cuestiones pedagógicas, muy válidas, quizás muy integrales, ¿verdad?; de mucha amplitud, pero imprácticas completamente. No funcionan y no saben (los pedagogos). Necesitamos las nuestras. 16. ¿Cómo nos quieren enseñar de Educación para la Ingeniería si ni siquiera los pedagogos son ingenieros! 17. Yo preferiría que alguien que es buen ingeniero, si le interesan los métodos de enseñanza a ese grado, que estudiara la pedagogía que correspondiera a la ingeniería. 18. Yo creo que alguien que es buen ingeniero, se pusiera a desarrollar esta área, la probará, y luego que viniera y me explicara el cómo y porqué enseñar ingeniería. 19. Siento que a lo mejor es necesario saber más del aspecto educativo; pero de la <u>Educación para la Ingeniería</u>, no de la Educación que predicán los pedagogos.
<p>14. Concientización a los ingenieros acerca de la EE</p>	<p>17</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Un pedagogo no tiene la capacidad de abstracción que tenemos los ingenieros; y ellos no estudiaron ingeniería por eso mismo. Nosotros sí podemos estudiar otras cosas porque dominamos lo duro, lo difícil; pero ¿cuántos ingenieros están dispuestos a estudiar Educación? 2. A lo mejor tenemos que aprender mucho del aspecto educativo; pero del nuestro. 3. Hay una necesidad de incorporar el área de la Educación a la Ingeniería. 4. Dar más la parte de Educación a los programas de Ingeniería. 5. Hacer llegar a los docentes de ingeniería el concepto de lo que es EE. 6. La Educación para la Ingeniería, <u>ayudará a entender mejor al alumno</u>, porque a veces se nos olvida que también fuimos alumnos. La EE nos <u>concientizará</u> del humanismo de la Ingeniería, que es poco, pero necesario como enfoque. 7. La EE no hace ingenieros <i>light</i>, forma a los que ya son ingenieros en la Educación del área. 8. Yo creo que alguien que sea buen ingeniero, se pusiera a desarrollar esta área, la probará, y luego que viniera y me explicara el cómo y porqué enseñar ingeniería.

		<p>9. Es muy difícil decirle a un médico cómo debe enseñar a operar. La educación que predicán los pedagogos no está pensada ni aplica para la ingeniería...yo no siento que necesariamente aplica.</p>
15. Importancia y rol del <u>maestro</u> en la Ingeniería	24	<ol style="list-style-type: none"> 1. El maestro es el guía para solucionar dudas, orientar, y lo más importante, es él quien enseña los conceptos, que en esta área de ingeniería, el alumno no los puede aprender solos ya que son muy complicados. 2. Los alumnos de ingeniería, la gran mayoría por no decir que todos, no pueden hacer sus análisis sin la guía del maestro, digo, en los temas nuevos de concepto o de herramientas matemáticas. 3. Requieren los alumnos de la guía del maestro para la solución de los circuitos, para el conocimiento de las leyes, etc. 4. En las Humanidades, sólo se requiere de la guía del maestro. En Ingeniería sí se requiere del maestro para aprender. 5. Aquí no es como en Humanidades, donde el alumno sólo con leer el libro ya aprende. 6. El maestro de ingeniería debe saber de Ingeniería; estar probado en Ingeniería. Saber Ingeniería es lo que le permite explicar. 7. Debe de saber para poder explicar, si no sabe, no más va a decir mentiras. Y que no dé clases de análisis usando filminas, porque no se vale <i>playback</i>. Para enseñar, debes hacer pasar el concepto por tu mente, y hacerlo pasar por la mente del alumno. Porque si usas filminas, pasó por tu mente cuando hiciste la filmina, no vuelve a pasar cuando la explicas. 8. Cuando usas filminas, úsalas sólo para trabajar sobre ellas. 9. No debes de hacerte dependiente de las filminas porque ya no te preocupas por preparar la clase, te confías en las filminas. 10. El maestro debe ser independiente de la tecnología. La tecnología ayuda a explicar mejor algunas cosas, agiliza algunas cosas; pero el conocimiento, el <i>insight</i>, la <i>asimilación</i>, no se puede dar tan rápido. 11. El maestro, al no hacer <i>playback</i> y explicar la solución, la demostración, etc. hace una <i>vivencia de razonamiento</i>. Eso es lo que sí enseña, lo que hace aprender. Lo que nada, ni nadie, ni la tecnología ofrece y podrá suplir, es la <i>vivencia del razonamiento</i> que hace el profesor; el que el alumno tenga la capacidad de preguntar una duda, y que le respondan con creces. 12. Esa <i>vivencia de razonamiento</i> la reproduce, en ese instante, el alumno, y así aprende. 13. La <i>capacidad de razonamiento</i>, el hacer en cada clase una <i>vivencia del razonamiento</i>, eso es lo que hace al maestro. 14. 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, dicen lo mismo con la Internet, pero no se puede suplir lo que no es reemplazable. 15. Además, recuerden que los autodidactas son garbanzos de a libra. El 99.99% de las personas necesitan del maestro en la gran mayoría de su aprender.
16. Perfil de ingreso del especialista en EE	19	<ol style="list-style-type: none"> 1. Que tenga licenciatura y maestría del área (en este caso, ambas de ingeniería). 2. Ser ingeniero y tener maestría en el área que va a dar clases. 3. Que sea ingeniero y con posgrado en ingeniería, con capacidad técnica y de abstracción. 4. Debe ser un ingeniero que haya tenido muy buenas calificaciones. 5. Que haya sido un muy buen estudiante. Porque un buen estudiante

		<p>implica que tiene disciplina, capacidad de abstracción, que le gusta investigar, desarrollar. Y todo esto, implica que también le gusta el ambiente académico.</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Debe tener un "cariño" a la enseñanza. 7. Que sea una persona que tenga licenciatura y maestría en ingeniería. 8. Debe saber de ingeniería y dominarla (para dominar un área se requiere tener una maestría en la misma área que estudió la licenciatura) 9. Tener la licenciatura y la maestría en la misma área que imparte clases. 10. Que sepa de Ingeniería, que la domine, que la viva, para poder explicarla. El saber del área permite explicarla, no es saber de Educación. La Educación le va a ayudar, lo va a concientizar.
17. Perfil de egreso del especialista en EE	20	<ol style="list-style-type: none"> 1. Una persona que está formada en el área de educación; pero en ingeniería. 2. Será una persona que analice de una manera más concreta ambos puntos (Educación e Ingeniería). Porque requiero de conocimientos, de técnicas, de la tecnología, y el punto de educación; pero ambas convergiendo en un mismo punto, en un mismo objetivo. 3. Él va a <u>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.</u> 4. Si sabe de ingeniería y además de educación, va a poder <u>entender mejor a los alumnos, "medirse" sin afectar el rigor ingenieril</u>, va a ser mejor docente, pues domina la Ingeniería y sabe de Educación. 5. Podrá estar en certificación, en diseño de programas de estudio, etc. 6. Serán docentes de ingeniería que saben también de Educación para la ingeniería misma. 7. Persona que tiene conocimientos de Ciencia e Ingeniería y que sabe de Educación. 8. Debe ser una persona que sabe de Ingeniería, que la domina (que es especialista del área que estudió en licenciatura, ya que se especializó en esa área durante la maestría); y que además, sabe de Educación. 9. Es muy importante que sepa de Ingeniería, antes de Educación. 10. Es crucial que la Educación no le haga perder la Ingeniería. 11. Debe de saber de ingeniería primero, ¡y bien! La cuestión de la Educación lo va a <u>concientizar en cómo, qué tan rápido explicar.</u> Pero él seguirá explicando Ingeniería. 12. Yo creo que alguien que es buen ingeniero, se pusiera a desarrollar esta área, la probará, y luego que viniera y me explicara el cómo y porqué enseñar ingeniería.
18. Campo de trabajo del especialista en EE	12	<ol style="list-style-type: none"> 1. Posgrado ideal para los docentes de ingeniería que ya tienen maestría en el área. 2. Estudio ideal para los que dirigen o coordinan la Ingeniería. 3. Administradores de la Educación que se imparte en Ingeniería.
19. Pedagogía <u>no aplica</u> a la Ingeniería	19	<ol style="list-style-type: none"> 1. La Educación trata de teorías generales para cualquier área; por lo tanto no aplica para ingeniería. 2. La Pedagogía es un área que se dedica al estudio de la Educación solamente. 3. Los pensamientos e ideas de los pedagogos, debido a que solo saben de Educación, no aplican a la Ingeniería. 4. Los ingenieros carecemos de formación en Educación, y la que nos

		<p>dan, no aplica.</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. Como no conocen de Matemáticas ni de Ingeniería, no saben que sus ideas no aplican para cosas complejas, pues ellos mismos no conocen esa complejidad. 6. Sólo te dan los pedagogos simples ideas que ellos creen se pueden aplicar para la ingeniería. 7. Los pedagogos han osado llevar conceptos tan de ciencia, y extenderlos a cosas para las cuales no fueron diseñados, como el principio de Incertidumbre. Pero no es que no se pueda aplicar a las Humanidades, sino que lo aplican mal o hablan sin saber o comprender el concepto. 8. La pedagogía es general, no para un área en específico. 9. Los pedagogos se manejan en otro ambiente, sus conceptos no aplican para la ingeniería. 10. Quieren los pedagogos aplicar sus metodologías en la enseñanza de la Ingeniería; pero esas no aplican aquí. 11. Es muy difícil decirle a un médico cómo debe enseñar a operar. La educación que predicen los pedagogos no está pensada ni aplica para la ingeniería...yo no siento que necesariamente aplica.
20. Pedagogos desconocen de Ingeniería	25	<ol style="list-style-type: none"> 1. Los pedagogos por sólo saber de Educación, no entienden de ingeniería, ni saben de ella. 2. ¡No saben de ingeniería! 3. Los pedagogos sólo saben de Educación, no saben de ingeniería. 4. Este es el problema básico, pues los pedagogos no me entienden, no saben de ingeniería, no hablamos el mismo idioma. 5. Los pedagogos no tienen la menor idea de lo que es Electrónica o Ingeniería en sí. 6. Muchos de los pedagogos no tienen la menor idea de lo que son Matemáticas, y no me refiero a las básicas, sino a Fourier, Laplace, Ecuaciones Diferenciales, etc. 7. No entienden los conceptos de Matemáticas que se usan en Ingeniería. 8. Por lo mismo que no entienden y no saben de Matemáticas ni de Ingeniería, los pedagogos no saben qué tan complicado es la Ingeniería. 9. Los pedagogos no saben de Cálculo, de integrales, de circuitos. 10. Como no saben del área, ellos sólo dan simples ideas a los ingenieros; ideas pedagógicas generales. 11. "Mire Ud (dirigiéndose a un doctor en pedagogía): Ud. ya vio la cantidad de problemas, pero Ud. no nos va a poder ayudar a resolverlos pues Ud. no sabe siquiera resolver una ecuación diferencial" 12. La ingeniería sí es una ciencia exacta y no una pseudo-ciencia. 13. ¡Cómo los pedagogos proponen cosas hacia la Ingeniería si ni siquiera saben lo que implica! 14. Es muy difícil decirle a un médico cómo debe enseñar a operar. La educación que predicen los pedagogos no está pensada ni aplica para la ingeniería...yo no siento que necesariamente aplica. 15. Piaget y todos los pedagogos NO tienen estudios de ingeniería, de medicina, de química, etc. ¡No, no, no! Todos los grandes pensadores de la Pedagogía NO eran ingenieros.
21. Pedagogos creen tener todo el conocimiento	22	<ol style="list-style-type: none"> 1. Nos debaten los pedagogos todos los puntos porque creen que sólo ellos saben enseñar. 2. Cuando los pedagogos, enviados por los directivos, asesoran a los

		<p>ingenieros, ellos creen tener el control de cosas que no entienden y por eso chocamos.</p> <ol style="list-style-type: none"> 3. Creen los pedagogos que la ingeniería es un área sencilla, que ellos no conocen, pero que con sólo el hecho de ser pedagogos pueden decirnos qué hacer. 4. Creen tener una varita mágica para enseñar. 5. Hay pedagogos que se meten con el principio de Incertidumbre porque lo leyeron en un libro de Humanidades. ¡Cómo vas a aplicar eso! Ve a un libro de Física, pero ellos no los entienden), y analiza, por lo menos, el concepto. Y luego extiéndela a tu área. ¡Pero conoce el concepto original primero! 6. ¡Cómo un pedagogo va a querer sugerirnos cómo dar nuestras clases de Ingeniería! Sabrá de pedagogía y sabrá enseñarla; pero no sabe de ingeniería, menos decirnos cómo enseñar algo que desconoce. 7. Yo siento que la Pedagogía debe quedarse en su ámbito, yo siento que es con lo niños. Por todo lo que diga Pedagogía...viene de Paidós, y de ahí sale...y todo lo que nos muestran, todo lo que nos presentan, y todas la pruebas, y todas las estadísticas que nos muestran...todo eso aplica para los adolescentes, no para una profesión. 8. Esa es la fundamental diferencia entre enseñarle a un 'secundariano' que enseñarle a un ingeniero. Los pedagogos dicen: <No, no, no. Todo es enseñanza y todo es esto y todo es lo otro...> Yo no creo eso. Eso no aplica para nadie mas que para la educación pre-universitaria. 9. Todos los cursos de Pedagogía que he tomado son cursos "tru, tru", no he aprendido nada. ¡Y esto no lo borren del cassette!
<p>22. Rechazo hacia los que no tienen las mismas credenciales académicas</p>	<p>21</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ningún pedagogo va a venir a decirme cómo enseñar, porque él no sabe ingeniería, no sabe de ciencia y no es ingeniero. 2. Creen los pedagogos que la ingeniería es fácil. Creen que no importa saber de Física, de Matemáticas, de Ingeniería. 3. Los que no saben de Matemáticas, de diseño, de maquinaria, no me pueden venir a enseñar metodologías que no son para ingeniería. 4. No vamos a aceptar que las soluciones vengan de gente que no sean ingenieros 5. Ningún pedagogo va a venir a decirme cómo enseñar ingeniería; él ni siquiera es ingeniero. 6. A mí, nadie que no sea ingeniero, me va a venir a decir cómo enseñar. Si alguien de ingeniería sabe de educación, bueno, lo escucharé. 7. Ingeniería, para los ingenieros; la Educación que impartimos es de nosotros; la Educación para la Ingeniería es nuestra también. 8. Yo creo que alguien que es buen ingeniero, se pusiera a desarrollar esta área, la probara, y luego que viniera y me explicara el cómo y porqué enseñar ingeniería.
<p>23. Pedagogía es subjetiva, Ingeniería es objetiva</p>	<p>17</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. En ingeniería, las cosas no son las que dictan las emociones o el corazón, sino lo que en realidad es. 2. Aquí y en China, si el resultado es 5V, es 5V, no hay lugar para ambigüedades. 3. En las Ciencias Sociales, Ud. puede "alucinar" y hacer suposiciones, hacer cosas que no requieren estar sustentadas con hechos, sino con solo ideas y letras. 4. En las Humanidades, sí hay lugar para relatividades, para ambigüedades, para tener opiniones. En la Ingeniería no, porque

		<p>esta sí es ciencia exacta, con soluciones únicas y modelables matemática y/o físicamente.</p> <ol style="list-style-type: none"> 5. “La ingeniería sí produce cosas tangibles y soluciona problemas, no es mera palabrería” 6. “La ingeniería es lo que mueve al mundo, todo lo demás es administrativo” 7. Aquí no se trata de que deliberen como en las Humanidades, aquí es todo exacto. 8. Lo subjetivo tiene emotividad. La emotividad es parte del ser humano; pero no me digan que con emotividad se van a resolver los problemas ingenieriles. 9. Hay que ser objetivos, que no por estética solamente nos rijamos. Que sea siempre por la funcionalidad, por no salirnos de los presupuestos, por servir a la sociedad; pero con los pies en la tierra. Esa es la racionalidad del ingeniero. 10. La ingeniería es un arte, pero es un arte objetivo. 11. No olvidemos que los aspectos humanísticos NO hacen al ingeniero. El ingeniero se hace con los aspectos objetivos, los fundamentales, los científicos. 12. Para hacer un plan de estudios, 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. 13. Viendo la misma literatura pedagógica, uno no encuentra estudios pedagógicos a fondo, analíticos, estadísticos, con rigor y conocimiento de causa. Habrá sólo unos cuantos artículos y son cosa muy aislada.
<p>24. Problemas <u>sentidos</u> contra los pedagogos</p>	<p>22</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Siempre tenemos problemas con esa gente (con los pedagogos), ellos están alejados de la Ingeniería. 2. Chocamos mucho; es muy difícil trabajar con los pedagogos porque están encerrados solamente en el área de Educación y sus ideas y pensamientos no aplican a la Ingeniería. 3. Los pedagogos al asesorarnos, chocamos porque no aplican sus ideas y sólo saben de Educación. 4. Tenemos descontento porque nos mandan a los pedagogos para que nos expliquen teorías que no funcionan y nuestros <u>directivos</u> (no ingenieros) quieren que les hagamos caso. 5. Los pedagogos creen saber de Ingeniería, aunque no sean ellos ingenieros...es más algunos piensan que la Ingeniería es un área sencilla donde pueden aplicar sus teorías. 6. Quieren siempre imponer sus teorías porque son doctores en educación y pedagogía, y ni siquiera saben de lo que hablamos nosotros. 7. Los pedagogos creen saber la solución a los problemas de la Ingeniería. 8. La manera en la cual los pedagogos o la gente de humanidades hablan, es por demás intolerable para nosotros los ingenieros porque los “humanistas” hacen sonar todo como solucionable con una varita mágica. 9. ¿Queremos iniciar una discusión? ¡Pues hay que hablar de los pedagogos! 10. Si tienes todos los métodos pero no sabes nada en especial, en concreto; pues no sabes nada. 11. Ellos se sienten con autoridad. Sabrán de pedagogía y la podrán enseñar; pero no saben ingeniería, tampoco pueden dar sugerencias de lo que desconocen.

		12. Se siente el pedagogo "chile de todos los moles" al querer estar en todo.
25. Problemas relacionados con las <u>metodologías</u> que quieren los <u>pedagogos</u> aplicar en Ingeniería	16	<ol style="list-style-type: none"> 1. Son simples ideas, ideas que no aplican a la Ingeniería. 2. Como no saben de Ingeniería ni de Matemáticas, no se dan cuenta, no se imaginan los problemas que se enfrentan para explicar un tema, digamos de Circuitos, y explicarle al alumno el porqué de usar una senoidal, etc. 3. Muchas veces, quieren los pedagogos implementar metodologías de la educación, a la ingeniería...pero ahí es donde dices "eso no funciona, aquí no lo puedes implementar". 4. Los pedagogos, por ser expertos en Educación, creen saber lo que la Educación para la Ingeniería necesita. 5. Los pedagogos nos dicen que "como todo está cambiando muy rápido, ya no vale la pena ver los conocimientos; mejor vamos a aprender puras metodologías, aprender solamente dónde está la información" 6. Dicen los pedagogos "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" 7. A nadie lo van a contratar por saber métodos; sino por lo que sabe, por lo que sabe hacer. 8. A nadie le van a pagar en una empresa por estar "capacitándose" aplicando un método. Él debió haber aprendido ese conocimiento en la universidad. Nadie te va a pagar por aprender en el instante. 9. Ya me imagino un médico o un ingeniero que les haga caso a eso de "sólo saber metodologías". El día que tenga que operar o que trueque una máquina, no va a saber qué hacer. Y el tiempo que debió haberlo dedicado para aprender, pues lo perdió.
26. Pedagogos no pueden enseñar ingeniería	17	<ol style="list-style-type: none"> 1. A un pedagogo <u>nunca</u> lo vas a hacer ingeniero. Ellos no saben de diseño de máquinas, de Fourier, de Laplace, etc. 2. Los pedagogos ni siquiera deben opinar acerca de la ingeniería, pues ni hablan nuestro idioma. 3. Ningún pedagogo puro puede enseñar ingeniería. 4. Ingeniería para los ingenieros; el pedagogo no es ingeniero, no tiene nada que hacer en ingeniería. 5. Todos los maestros de ingeniería somos ingenieros y no licenciados en educación. 6. Y como los pedagogos no saben nada 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? ¿qué saben ellos de qué necesita y en qué orden se deben impartir? 7. Ahora que se están cambiando los planes de estudio, ellos juntan lo que antes se daba en 2 o 3 materias, lo juntan en una sola. ¡Por favor! Va a bajar 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 porque NO se puede simplemente hacer eso. 8. Enseñar en una profesión es tener conocimiento y hacer un buen esfuerzo para tratar que ese les llegue a los alumnos. Yo no siento que alguien puede no tener el conocimiento y que sea muy buen pedagogo y que pueda venir y enseñar ingeniería. 9. ¡nunca alguien que no sea ingeniero va a enseñar ingeniería!
27. Un ingeniero sí	20	<ol style="list-style-type: none"> 1. A un pedagogo <u>nunca</u> lo vas a hacer ingeniero. Ellos no saben de

<p>puede saber de Educación; pero no al revés.</p>		<p>diseño de máquinas, de Fourier, de Laplace, etc. pero a un ingeniero si le puedes enseñar Educación.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Cualquier ingeniero bueno, aunque no sea comunicativo, puede enseñar ingeniería. Y él mismo puede aprender Educación; pero ya sabe ingeniería y bien. Pero un pedagogo <u>nunca</u> sabrá ingeniería. 3. Se puede que un ingeniero conozca de Educación pero <u>no</u> que un pedagogo sepa de Ingeniería. 4. La Ingeniería, como es mucho más compleja que la Educación, le permite al ingeniero ahondarse en otras áreas igual de complejas y, con más razón en las menos complejas. 5. Un pedagogo no tiene la capacidad de abstracción que tenemos los ingenieros; y no estudiaron ingeniería por eso mismo. Nosotros sí podemos estudiar otras cosas porque dominamos lo duro, lo difícil. 6. Siento que a lo mejor debemos saber más del aspecto educativo; pero del nuestro. 7. Un ingeniero, definitivamente sí puede saber de Educación; pero un pedagogo jamás va a saber de ingeniería. 8. Definitivamente un ingeniero puede saber de educación, a lo mejor no va a saber lo mismo que el Pedagogo, pero qué bueno, porque ni nos interesa saber todo ese rollo. Lo que sí, es que nosotros sí podemos entender la Educación, ellos nunca sabrán ni lo mínimo de la Ingeniería. 9. Un ingeniero que sepa de Educación es más fácil que un pedagogo de Ingeniería. Y nos pueden cuestionar el nivel, pero nunca se van a poder medir los pedagogos con nuestro nivel de Educación, porque la Educación que nos interesa es la que aplica para la Ingeniería, no la de ellos. 10. Un pedagogo jamás aprendería ingeniería; no pueden, y menos si es muy humanista, si tiene piel del área emocional. 11. Un pedagogo nunca tendrá ni un "minor" en Ingeniería. ¡Por favor!
<p>28. Rigor ingenieril en la Educación de los Ingenieros</p>	<p>19</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El nivel no debe bajar. 2. El nivel con el cual se estudian las ingenierías no debe bajar. 3. Complejidad de la ingeniería es alta. 4. El rigor ingenieril tiene que ver con la "friega" que ve el alumno. Pero esa friega no se siente si al alumno le gusta la ingeniería. 5. El rigor ingenieril es la "friega" que se le va a poner al alumno. 6. Es el rigor ingenieril, lo que permite que no salgan con títulos <i>light</i>. 7. El rigor ingenieril es la exigencia que se le hace al alumno. 8. Necesitamos exigirle al alumno que haga las cosas, presionarlo para que desarrolle y aprenda, que tenga orden y disciplina. 9. Sin ese rigor, no hay desarrollo, no hay ingeniería, nunca podremos desarrollarnos y ser en realidad un país competitivo. 10. El análisis debe ser riguroso y si es posible, pasar al diseño. 11. En base al rigor ingenieril, que el alumno va captando en sus clases, va en cierta forma seleccionando a lo que se va a dedicar después. 12. Los ingenieros de China, Japón, India y Alemania se han distinguido porque se sienten orgullosos de la friega, de lo duro, del rigor, de la exigencia.
<p>29. Rigor ingenieril en general</p>	<p>14</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. El rigor ingenieril también aplica para el rigor, la precisión, la exactitud de los modelos que se usan en las clases. 2. La rigurosidad de los modelos debe ser <u>no simplista</u>, lo más apegado a la realidad; que considere efectos secundarios, materiales, temperatura, etc. 3. Usar en los modelos lo más apegado a la realidad (características

		<p>reales), usar por ejemplo, resistencias, capacitancias, fijas e implícitas, el ruido, etc.</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. También se puede hablar del rigor ingenieril en los cálculos matemáticos. 5. No a los modelos simplistas o reduccionistas. 6. El rigor también debe aplicar a las herramientas matemáticas. 7. Todo se debe aplicar a la realidad, sin violar las leyes, sin simplificar...porque es muy fácil simplificar para resolver bien fácil, pero no sirve en la vida eso. 8. El rigor ingenieril también aplica para la seguridad con la cual se diseñan o construyen los equipos.
<p>30. Factores que afectan el rigor ingenieril</p>	<p>41</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Las limitantes "humanísticas" que nos impiden exigirles a los alumnos, aplicar la tan necesaria y benéfica "mano dura". 2. Nos falta autoridad. 3. Ya no puedes (por presiones de encuestas, por las actitudes de los alumnos, por presión de dirección) establecer el nivel, la profundidad y la complejidad de tu clase. 4. Se afecta el rigor si los estudiantes no sienten la presión de que pueden reprobar si no cumplen con sus obligaciones. 5. La falta de poner disciplina, la falta de exigirle a los alumnos. 6. El bajar la presión, el rigor, la complejidad, la profundidad, provoca un relajamiento, un bajo nivel. 7. El "modernismo" que los pedagogos mencionan que "todo está cambiando, todo cambia", pero no puedes aceptar cualquier cambio y tampoco cambios superficiales...es un "modernismo líquido". 8. Todos esos cambios superficiales, <i>light</i>, 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."; por desgracia, se está permeando hasta en las esferas más "sesudas", las más conservadoras, las que dirigen. 9. Y esas ideas 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. 10. Ya aparece el término de "modelos cambiantes". Los modelos no pueden ser cambiantes, necesitamos referencias absolutas. 11. Las universidades, si continúan así, van a hacerse "deformativas" 12. Les venden 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, a sacar un título profesional. 13. Mira, aquí tenemos alberca, <i>spa</i>, canchas, mil clubes, y si estás en todos, pues eres integral...no importa que no aprendas nada. 14. Los pedagogos o los que hacen los planes de estudio, por desgracia, piensan de la anterior manera, aligeran todo y lo ponen en los <i>planes de estudio</i>. 15. Yo siento que se juntan 2 o 3 personas, normalmente pedagogos o bajo su influencia, y dicen: "mira yo creo que hay que agregar esto porque es la moda, o la tendencia, etc. sin saber lo que se requiere de verdad" 16. Ya todo está basado en una "filosofía volátil". Te dicen los pedagogos, "nada es cierto", "nada es absoluto". Pues si así fuese, el conocimiento científico sería nada. 17. Las actividades fundamentales de la universidad, las que requiere el alumno, han sido sustituidas por las actividades "accesorias" 18. Las distracciones desmedidas de los estudiantes afectan el rigor.

		<p>19. El "activismo desahogado" de estar en decenas de actividades y sólo cumplir con ir a la clase.</p> <p>20. 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.</p> <p>21. Los <u>directivos</u>, 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.</p> <p>22. Cree el estudiante que va a aprender más en un Simposium que en la clase. Ok, ve al congreso, pero tienes que aprender los conceptos; esos son más importantes.</p> <p>23. El "juntar" 2 o 3 materias en una sola, baja el rigor ingenieril.</p> <p>24. Las materias de Humanidades dentro del plan de estudios, "quitan" materias de ingeniería. Pero es innecesario "aprender" humanidades mediante cursos.</p> <p>25. Todo esto que hemos comentado, deja al rigor ingenieril por los suelos. Y nos preocupa mucho.</p> <p>26. Si seguimos permitiendo eso o que ellos continúen haciéndolo, ya nadie va a hacer ingeniería. Nos tendremos que dedicar a otra cosa.</p> <p>27. Sin el rigor ingenieril, un ingeniero se convierte en una secretaria ejecutiva organizada que entiende 2 o 3 conceptos de ingeniería; sin ofender a las secretarias, porque eso no tiene nada de malo; pero sí es malo para el ingeniero, el que no pueda hacer su trabajo.</p> <p>28. Ante la falta de rigor ingenieril, de friega, de complejidad, se hacen los ingenieros <i>light</i>.</p> <p>29. Las limitantes de la exigencia, hacen que se caiga el rigor ingenieril.</p> <p>30. Lo más importante es el conocimiento, y por desgracia, se le da el mismo valor, el mismo peso, a todo; porque todo lo promueven por igual.</p>
<p>31. Complejidad, nivel y profundidad de la ingeniería</p>	<p>16</p>	<p>1. Compleja</p> <p>2. Complejidad de conceptos.</p> <p>3. Se requiere de muchos conceptos matemáticos y de ingeniería para comprender la complejidad del área.</p> <p>4. La actitud que predicaban los pedagogos, es una actitud simplista al creer que con sus ideas y métodos solucionan la complejidad de todas las áreas.</p> <p>5. Si baja el nivel de las clases, si baja la complejidad en aras del simplismo, el futuro ingeniero no va a saber nada.</p> <p>6. El contenido de una materia, para ver bien los contenidos, para ver bien el análisis, es la manera más correcta de profundizar. Pero últimamente quieren juntar 2 o 3 de esas materias en una sola. Automáticamente, el nivel de la clase va a bajar y no se van a profundizar en los contenidos.</p> <p>7. En los países orientales como China, Japón e India, el conocimiento, el <i>saber</i> y el rigor ingenieril están muy altos. Se sienten seguros de lo que saben y sólo los que quieren saber, entender, disciplinarse, etc. son los que estudian. Así es, ellos se frustran menos, no tienen miedo a la friega, se sienten confortables con ella, saben que así es.</p> <p>8. Si no tienes complejidad, no podrás resolver nada</p> <p>9. Si no hay profundidad, nunca podrás analizar, sólo armarás, sólo implementarás, pero no sabrás porqué suceden las cosas... ¡menos diseñarás!</p>

<p>32. Conocimiento de la problemática ingenieril</p>	<p>17</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Creo que todos conocemos la problemática ingenieril porque sabemos lo que enseñamos y sabemos donde batallan los alumnos. 2. ¿Quién mejor que nosotros para saber en dónde batallan los alumnos? Si nosotros estudiamos eso, vimos a nuestros maestros, somos ingenieros, enseñamos ingeniería, etc. 3. ¿Cómo vas a explicarme de Transformadores, si no has llevado Electricidad y Magnetismo, etc.? 4. ¿Cómo resuelves un circuito que requiere de ecuaciones diferenciales, si no las sabes? 5. Ellos batallan al solucionar un circuito, porque les faltan herramientas matemáticas o dominio de las mismas, etc. 6. Las materias anteriores pudieron haber fallado en cumplir con los temas que necesitan en las materias actuales de ingeniería. Y éstas se requerirán para las futuras. 7. Una cosa es saber resolver las cosas y otra es querer resolverlas usando casos de otros en el pasado; y sin conocer el cómo y el porqué.
<p>33. Primero soy ingeniero antes que Educador</p>	<p>21</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Yo soy un ingeniero que enseña. 2. Debo ser buen ingeniero, buen investigador, tener conocimiento. 3. Mi objetivo nunca ha sido transmitir las metodologías educativas, sino los conocimientos de ingeniería. 4. Creo que tú y todos nosotros, primero que nada, somos ingenieros. Luego de ser ingenieros, somos educadores que transmitimos esos conocimientos que sabemos. 5. A "la fregada" con las metodologías educativas. 6. Un docente de ingeniería es docente porque sabe de Ingeniería, no porque sabe de metodologías educativas; es decir, primero es ingeniero. 7. Yo me considero un ingeniero que enseña. 8. Yo soy un ingeniero que trabaja en el ambiente académico. 9. Yo no soy educador, soy un ingeniero que enseña ingeniería. 10. La docencia es algo que es importante para hacer buenos ingenieros; pero los temas de Educación son complementarios, los importantes son los de Ingeniería. 11. Yo soy un buen ingeniero, y por eso, soy un buen profesor de ingeniería.
<p>34. Importancia del conocimiento y no de la metodología</p>	<p>19</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Según los pedagogos, ya no importan los conocimientos sino los métodos para llegar a ellos. Díganme ¿quién va a contratar a alguien que no sabe y que le vas a pagar para que aprenda? Porque lo único que aprendió en la universidad fue los métodos, no sabe nada. 2. Tienes que aprender algo para que puedas servir, ejercer tu profesión, trabajar, tener conocimiento y habilidades, tener con qué defenderte en la vida. 3. Si tienes todos los métodos pero no sé nada en especial, en concreto; pues no sabes nada. 4. No importa el conocimiento, sólo la metodología, según los pedagogos 5. Los conocimientos, el <i>saber</i>, eso es la motivación del ingeniero. 6. Nadie se motiva sólo con metodologías, tengo que adquirir algo: conocimiento. 7. La motivación o el interés para el futuro profesionista, es el adquirir algo que le garantice que él/ella está razonablemente preparado para ejercer la profesión. 8. La motivación te la da el conocer, el razonar, el saber y el poder

		<p>hacer algo.</p> <p>9. Los pedagogos suelen decir “no te sacrifiques por entender esta u otra teoría. Mejor te digo cómo estudiar y cómo buscar en la biblioteca y tú aprendes cuando lo necesites; aunque no vas a entender esa teoría que encuentres, porque nunca tuviste conocimientos de nada”.</p> <p>10. Ya me imagino que un médico les hiciera caso a los pedagogos. Si él no adquiriera conocimientos, el día que opere, no va a saber cómo ni qué hacer, porque sólo tuvo “métodos”.</p> <p>11. Si aceptáramos puros métodos, los ingenieros egresarían “light”, sin saber nada.</p> <p>12. El peso que le estamos dando a la importancia del conocimiento está decreciendo cada vez más.</p> <p>13. Te dicen los pedagogos: “No importa que no se puedan cubrir los temas, mientras haya método, con eso la harán (los alumnos)”. ¡Claro que no! No va a saber nada o sabrá <i>light</i>. Nadie le va a pagar el tiempo para que “se prepare” lo que debió haber aprendido en la universidad.</p>
35. Conocimiento Ingenieril	14	<p>1. Lo más importante es el conocimiento ingenieril, de ciencia y de tecnología; antes que los conceptos de Educación.</p> <p>2. Mi objetivo nunca ha sido transmitir las metodologías educativas, sino los conocimientos de ingeniería.</p> <p>3. Lo primero es el conocimiento de ingeniería, el proyecto de investigación. La metodología y el procedimiento educativo queda en segundo término.</p> <p>4. El conocimiento ingenieril es lo que hace la diferencia entre ser ingeniero y otro tipo de profesionista. Es cierto que hay carreras de ingeniería, que de ingeniería no tienen nada....por eso, aquí hablamos de las duras y de las de aplicación; las que hacen que todo ocurra.</p> <p>5. La cantidad y la calidad del conocimiento es lo que puede limitar a una persona al momento de buscar un trabajo o al aspirar a un tipo de trabajo.</p> <p>6. El conocimiento ingenieril y el rigor ingenieril en los países de oriente (China, Japón e India) se encuentran perfectamente establecidos. Y es ese conocimiento, es esa friega, la que hace que esos cuates salgan de la licenciatura como los nuestros salgan de maestría. Ellos no tienen títulos <i>light</i>.</p>
36. “Eros” por la Ingeniería y la Educación de la misma	17	<p>1. Me gusta ser ingeniero y me gusta enseñar.</p> <p>2. 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.</p> <p>3. Nos gusta enseñar y nos gustaría saber más de EE.</p> <p>4. La pasión, el que al estudiante le guste la ingeniería; va a hacer que la friega, lo duro de la ingeniería, el rigor, lo va a aceptar como algo necesario de la ingeniería y algo que así es, que es lo que mueve y hace la ingeniería.</p> <p>5. Hay que despertar ese cariño, esa pasión, esa actitud en los alumnos.</p> <p>6. Es necesario aceptar, querer el rigor ingenieril como el componente eje de la Ingeniería.</p> <p>7. Siento que los profesores están perdiendo el cariño a la enseñanza. A veces afectados por la burocracia, o los sueldos, o las limitantes, o la actitud de los alumnos.</p> <p>8. A veces los directivos o el sistema se quieren meter con uno hasta el</p>

		borde, y eso nos hace perder ese <i>feeling</i> , esa libertad.
37. Un profesionalista no-ingeniero no puede entender el rigor ingenieril	16	<ol style="list-style-type: none"> 1. Así es, yo creo que no. 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. 2. No puede entender algo que ni siquiera sabe que existe. El rigor ingenieril no es sólo un concepto que aquí estamos definiendo por primera vez. Es algo que siempre ha existido, que ahora se está poniendo de manera formal; pero que se conoce, se aprende al vivirlo, cuando se educa en ingeniería. 3. Alguien no-ingeniero no sabe de ingeniería, ¿cómo me va a entender? 4. No se puede entender algo que no vives o viviste. 5. Un profesionalista no-ingeniero no me ayudaría en mi práctica docente.
38. Un ingeniero es quien mejor me puede ayudar en mi práctica docente	19	<ol style="list-style-type: none"> 1. Un profesionalista no-ingeniero no me ayudaría en mi práctica docente. 2. Un especialista en pedagogía no me entiende y no sabe nada más que de Pedagogía. 3. Ya hemos discutido las <i>n</i> cosas por las cuales no queremos a los pedagogos. 4. Un ingeniero, aunque no sepa de educación es el que más me puede ayudar en mi práctica docente; claro, suponiendo que es un buen ingeniero. 5. Un ingeniero, con que sea bueno o que haya trabajado fuera de la academia, con eso me basta. 6. Un ingeniero que haya sido un muy buen estudiante, eso es para mí lo mejor, mejor aún que el que trabajó fuera de la academia. Yo creo que para muchas cosas, sobretodo las de diseño, las de investigación, se requiere gente de la academia; pero que sepan. Para otras cosas se necesita gente que haya estado o esté afuera de la academia. Pero un buen académico que implemente también es mejor que los de afuera. No importa el caso, el asunto es que me quedo con que sea ingeniero. 7. Un ingeniero que conozca de educación me serviría también. 8. Definitivamente un ingeniero, y si sabe de educación, mejor. 9. Cómo me hubiera gustado tener como asesor pedagógico a un ingeniero.
39. Lo más importante es saber	18	<ol style="list-style-type: none"> 1. Lo más importante es saber, antes que explicar. 2. El que sabe bien las cosas, puede explicarlas mejor. 3. Los grandes maestros son los que saben, aunque no enseñen, aunque no den clases, sólo porque saben. 4. Si alguien es muy bueno, o sea, que sabe; y si además sabe cómo explicar, pues qué perfecta combinación. Pero primero tiene que saber y dominar la ingeniería. 5. A muchas universidades, el alumno va sólo porque ahí trabaja el maestro X. Porque 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; pero él está ahí porque sabe, porque merece ser profesor porque sabe mucho. O a lo mejor el alumno sólo va a esa universidad porque sabe que el autor de los <i>papers</i>, el árbitro, el autor del libro de texto más bueno, ahí está. 6. Yo creo que el que sabe, puede explicar bien.

