



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
PLANTEL ARAGÓN**

**“LAS HERRAMIENTAS MATEMÁTICAS
DE MAYOR USO PARA ESTUDIAR
INGENIERÍA”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO**

**P R E S E N T A:
ERICK RENÉ LÓPEZ SOTO**



**DIRECTOR DE TESIS:
DR. DANIEL ALDAMA ÁVALOS**

Ciudad Nezahualcóyotl, Estado de México, 2018



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A mi madre Rocío Esperanza:

Por su amor incondicional, esfuerzo y ejemplo que me ha transmitido para concluir esta etapa de mi vida.

A mi padre René:

Por el cariño y la confianza que me ha otorgado siempre.

A mis queridos abuelos Aída y César:

Por todo el cariño, apoyo y enseñanzas que me encaminaron a ser lo que soy.

Al Dr. Daniel Aldama Ávalos:

Mi gratitud y aprecio por su guía que me auxilió en todo momento.

Al Jefe de carrera de Ing. Mecánica

Alfredo Velasco Rodríguez:

Por el apoyo y las facilidades que me concedió.

A la Ing. Esther Flores Cruz:

por compartir su punto de vista.

Mi más sincero agradecimiento a los **66 profesores de la FES Aragón** que gustosamente participaron en la investigación de este trabajo y pese a que no me es posible mencionar a cada uno de ellos, deseo quede patente han sido imprescindibles, tanto para mi tesis como en mi desarrollo personal.

A los ingenieros del sector privado

Alfredo Rodríguez, Sergio Gutiérrez, Eduardo López, Víctor Martínez y Raúl Cañedo:

Por amablemente tomarse el tiempo de responder mi solicitud para la presente tesis y al mismo tiempo ampliar mi perspectiva sobre la profesión.

Índice.

	Pág.
Introducción.....	1
Objetivos.....	3
Objetivos particulares.....	3
Preguntas de investigación.....	3
Hipótesis.....	4
Capitulado.....	4
Capítulo I. Comparación de los planes y programas de estudios de algunas Instituciones de Educación Superior (IES) mexicanas, con énfasis en las asignaturas de matemáticas.....	6
I.1 Definiciones de ingeniería.....	6
I.2 Las currícula de ingeniería en el siglo XX.....	7
I.2.1 Informe Grinter.....	8
I.3 Creación y modificación de planes de estudio de ingeniería en México.....	10
I.4 Las ciencias básicas desde la concepción del CACEI para algunas carreras de ingeniería.....	14
I.4.1 Clasificación del CACEI versión 2014.....	16
I.5 Metodología para la comparación de los mapas curriculares de algunas universidades de México.....	19
I.5.1 Comparación de contenidos temáticos entre Instituciones de Educación Superior.....	22
I.5.1.1 Ingeniería Civil (ICI).....	23
I.5.1.2 Ingeniería en Computación (ICO), o Informática, o en Sistemas Computacionales.....	24
I.5.1.3 Ingeniería Eléctrica, o Electrónica, o Eléctrica-Electrónica (IEE).....	25
I.5.1.4 Ingeniería Industrial (IID).....	26
I.5.1.5 Ingeniería Mecánica (IMC), o Mecánica-Eléctrica (IME).....	28

Capítulo II. Nivel académico que ostentan los jóvenes antes de entrar a los estudios de educación superior (Prueba PISA, Método Singapur y Examen diagnóstico)	30
II.1 La prueba PISA.....	31
II.1.1 La Prueba PISA 2012.	32
II.1.1.1 Nivel de desempeño y comparación con la OCDE.....	33
II.1.1.2 Comparación de género.....	33
II.1.1.3 Puntualidad.....	33
II.1.1.4. La ansiedad.....	34
II.1.1.5 Las relaciones entre profesores y alumnos.....	34
II.1.1.6 Recursos educativos.....	34
II.1.1.7 Autonomía de las escuelas.....	35
II.1.1.8 Comparación entre escuelas públicas y privadas.....	35
II.1.1.9 La reprobación.....	36
II.1.2 La Prueba PISA 2015.....	36
II.1.3 Comparación de México con los primeros lugares de la Prueba PISA, 2015.....	37
II.1.3.1 Método Singapur.....	39
II.2 Nivel académico en matemáticas de los jóvenes que ingresan a la UNAM.....	40
II.2.1 Exámenes diagnóstico de matemáticas en la Facultad de Ingeniería.....	40
II.2.2 Exámenes diagnóstico de matemáticas para los alumnos de ingeniería de la FES Aragón.....	42
II.2.2.1 Resultados de los exámenes diagnóstico de matemáticas en la FES Aragón de las generaciones 2013 al 2017.....	44
Capítulo III. Trabajo de Campo (entrevistas a los profesores de CI e IA)	51
III.1 Propósitos.....	51

III.2 La entrevista.....	52
III.2.1 Las preguntas.....	53
III.2.2 Enfoque.....	54
III.3 Las respuestas.....	55
III.3.1 Académicos de las CI e IA.....	55
III.3.1.1 Información Concentrada.....	61
III.3.2 Información obtenida de los profesores de las cinco ingenierías que prestan o han prestado sus servicios fuera del sector educativo.....	62
III.3.2.1 Uso de las herramientas matemáticas por parte de los profesores que se desempeñan o han trabajado fuera del sector educativo.....	62
Capítulo IV. Conclusiones y recomendaciones.....	66
IV.1 Respuesta al cumplimiento de objetivos.....	66
IV.1.1 Cumplimiento de los objetivos particulares.....	66
IV.2 Resolución a las preguntas de investigación.....	66
IV.3 Observancia de las hipótesis.....	69
IV.4 Conclusiones generales.....	70
IV.5 Recomendaciones.....	72
Bibliografía.....	74
Anexos.....	78
Anexo A.1 Informe Mann 1918 (Extracto).....	78
Anexo A.2 Propuesta de modificación del CACEI para regir los criterios de acreditación que se llevaran a cabo después del 2018.....	81
Anexo A.3 Sumatorias de los contenidos temáticos de algunas universidades.....	85
Anexo A.4 Características de las cinco carreras que fueron parámetro de estudio y sus particularidades en las asignaturas de matemáticas.....	88
Anexo A.5 Peculiaridades que algunas de las universidades consideradas en este estudio difieren con la clasificación y seguimiento de las recomendaciones que hace el CACEI.....	90

Anexo A.6 Cuestionario para medir el uso de las herramientas matemáticas que son indispensables para impartir las asignaturas de CI e IA en la FES Aragón.....	94
Anexo A.7 Cuestionario para medir el uso de las matemáticas en los ingenieros que trabajan en los sectores secundario y terciario.....	96
Anexo A.8 Algunas entrevistas con ingenieros que se encuentran laborando en el sector productivo.....	98
A.8.1 Análisis de la información que nos compartieron los ingenieros entrevistados.....	98

Introducción.

Las matemáticas son reconocidas como pilar fundamental del desarrollo humano, en varios de sus aspectos fundamentales, uno de ellos es la ciencia, pues, “junto al método experimental, son la base sobre la que se ha edificado la ciencia moderna y, en consecuencia, el desarrollo tecnológico”. (Vázquez, 2002) Sin embargo, su estudio se complica cuando la enseñanza de las matemáticas no es la finalidad de una carrera universitaria, como el caso de las ingenierías, lo que ha ocasionado, desde la fundación de las primeras escuelas de ingeniería en Francia en el siglo XVIII, hasta nuestros días, que exista poca relación entre lo que se estudia y las necesidades que deben ser resueltas por los mencionados profesionistas.

Lo anterior, no es un planteamiento nuevo, y desde 1918, en Estados Unidos, con el informe Mann,¹ se realizaron diversas observaciones que pretendían mejorar el currículum y adecuar a los egresados con las demandas de los empleadores de aquel tiempo, no obstante, Mann sostenía que, “*la división de las materias de matemáticas era en sí misma una fuente de debilidad desde el punto de vista de las necesidades del estudiante*”.

Otra observación que se redactó en aquel informe al que hacemos alusión, apreciaba que los graduados universitarios tenían serias dificultades para relacionar a la teoría con la práctica. En la actualidad, estas menciones aún siguen siendo vigentes, según consta en el estudio del marco teórico que realizamos para reforzar este trabajo.

Tal como dice Adam Steltzner, (Ingeniero jefe del diseño de aterrizaje en Marte, en el documental “El gran misterio de las matemáticas”, 2015) “*Las matemáticas y quizás los matemáticos operan en el dominio del absoluto, y los ingenieros viven en el dominio de lo relativo, fundamentalmente nos interesa lo práctico, y por eso con frecuencia hacemos aproximaciones, tomamos atajos, nosotros ignoramos términos y ecuaciones para hacer cosas que son lo bastante simples para alcanzar nuestros objetivos*”. En coincidencia con la opinión de Steltzner, el que escribe observa que por esa razón los docentes que preparan ingenieros enfrentan la dificultad para hacer que la teoría y la práctica converjan y se logren los resultados que la sociedad espera.

Con el paso del tiempo, han surgido varios estudios que analizan y proponen de una u otra forma nuevas metodologías y opiniones para transmitir el conocimiento matemático, lo cual a la fecha sigue siendo un tema controversial, y no se ve claro el enlace efectivo de las matemáticas con el nivel superior, en general.

Esta preocupación generalizada, ha incitado que algunos catedráticos presenten propuestas, con la finalidad de orientar dicha área del saber. Al respecto Ceballos, M. (2012), señala en su segunda conclusión al respecto de la formación universitaria que se requiere: “*Diseñar algunas asignaturas del currículo con un contenido esencialmente práctico, en las que los alumnos puedan aprender unas matemáticas acordes a la especialidad en la que estén matriculados. Estas asignaturas deberán tener un fuerte componente informático*” lo cual coincide con nuestras conclusiones, en el sentido de que las matemáticas deben impartirse con una menor abstracción de la que actualmente se utiliza.

¹ Profesor Charles Riborg Mann, de la Universidad de Chicago. (1869-1942).

Esta ansiedad que no es aislada, también ocupó a Rogelio Méndez Mena, cuando en el 4º Foro Nacional de las Ciencias Básicas celebrado en Octubre del 2010, nos compartió que las ciencias básicas en la ingeniería deben establecer un vínculo con las otras áreas de la ingeniería, lo cual es clave para el aprendizaje de las mismas, su importancia para el estudiante en formación de ingeniero, nos comenta, radica en *“ayudar a ejercitar su razonamiento, a impulsarlo a ser creativo e innovador, indispensable para entender los problemas del mundo real a los que se enfrentará profesionalmente”*. Pero por el momento al estudiante que pasa por la enseñanza de la ciencia, nos explica que *“se presenta de forma fragmentada, sin lógica, donde lo más importante es la memoria y los procedimientos mecanizados, para aprenderla y que no permiten entender el porqué de las cosas”* por lo que para cambiar eso, el profesor debe fungir como guía del alumno para la construcción del conocimiento y no un mero transmisor de información (conductismo vs constructivismo).

De manera casi idéntica a los autores citados, Daniel Reséndiz (2008) opina, que la manera para enseñar las ciencias básicas, las ciencias de la ingeniería y los métodos de diagnóstico y diseño (es decir engloba los cursos posteriores en general), debe hacerse *“de modo que para el estudiante resulten claras las relaciones mutuas entre estos tres componentes del cuerpo de conocimientos del ingeniero”*, sin embargo, desde su óptica *“muy frecuentemente tal condición no se cumple debido a la falta de coordinación en los programas de estudio de cada una de aquellas tres partes del currículum; esto se manifiesta, en que los cursos de ciencias básicas (matemáticas, física, química) no muestran claramente, con ejemplos específicos de interés, la manera en que estos conocimientos se usan en cada una de las ciencias de la ingeniería que después se estudiarán en otros cursos”*. A su vez, Reséndiz manifiesta una posible solución, sin embargo comenta aunque fácil en la teoría, en la práctica se vuelve problemática, ya que consiste en *“asegurarse de que los ejemplos y ejercicios que se usen en la enseñanza de la ciencia básica se escojan de problemas de las ciencias de la ingeniería, y que las ciencias de la ingeniería se enseñen con ejemplos y ejercicios seleccionados de los problemas que se tratan en los cursos prácticos de diagnóstico y diseño”*, con lo anterior se contribuiría a que el estudiante sepa el porqué de los contenidos y relacionarlos, pero el problema es la gran diversidad de aspectos, que deben ser cubiertos por el perfil de varios profesores, *“cada uno muy especializado en su área, por lo que la coordinación constante con sus colegas se vuelve muy complicada”*.

Elia Trejo Trejo (2013) retoma a Patricia Camarena en la aplicación y beneficios de una metodología denominada Matemáticas en Contexto de las Ciencias, de tal forma que ejemplifica una manera en la cual se unen los contenidos de las matemáticas aplicadas y la ingeniería aplicada, tratándose de un caso particular de la carrera de Ingeniero en Procesos Bioalimentarios, en la que ligan temas de las ecuaciones diferenciales a su aplicación en la resolución de un problema del área de bioquímica, denotando una de las vías con las que un alumno se vuelve un sujeto activo en la generación del conocimiento matemático y su formación en general; lo anterior implica una gran labor previa del docente, no obstante, se convierte en un facilitador de la comprensión de la información, mientras que el estudiante es responsable de su formación y se vuelve más autónomo. Este tipo de técnicas de enseñanza nos revelan los esfuerzos por generar el cambio de la enseñanza tradicional y las repercusiones positivas que genera en los estudiantes de ingeniería al sentirse mayormente motivados y orientados a su ejercicio profesional, de manera que su paso por la universidad sea aún más significativa, (Conductismo vs Constructivismo).

Así vemos que diversas opiniones coinciden en que la preparación actual no está cubriendo de la manera óptima los requerimientos para impartir las asignaturas de los últimos semestres, por lo que es necesario revisar la estrategia y proponer varias acciones a futuro.

Objetivos.

Precisar, cuáles son los contenidos de las asignaturas de matemáticas (ciencias básicas) y las principales herramientas de este género, utilizadas al impartir las materias de Ciencias de la Ingeniería (CI) e Ingeniería Aplicada (IA).

Averiguar, cuáles son los conocimientos matemáticos que los ingenieros que trabajan en el sector productivo, utilizan con mayor frecuencia para el desempeño de su profesión.

Realizar una comparación de los contenidos matemáticos en algunas Instituciones de Educación Superior (IES) de México.

Objetivos particulares.

Remarcar los datos históricos que justifican el contenido de matemáticas para la formación de los ingenieros actuales.

Buscar la estructura educativa o los momentos en los cuales el estudiante desde el nivel básico comprende y entiende el uso de las herramientas matemáticas que en un futuro podría utilizar para formarse como ingeniero si así lo decide.

Preguntas de investigación.

Para reforzar la tesis que al final de este trabajo se defenderá, es menester que resolvamos en el cuerpo de este escrito algunos cuestionamientos que giran alrededor de la postura final que nos ocupará.

¿Qué referencias históricas utilizaron las IES en México para generar sus respectivos planes de estudio actuales y cómo se consideraron las matemáticas en cada caso?

¿El nivel de matemáticas es el mismo en todas las instituciones que forman ingenieros?

¿Las instituciones asignan el mismo número de créditos a las materias de matemáticas?

¿Le llaman igual a las materias y a sus contenidos o se pueden considerar equivalentes?

¿Hasta qué grado, las instituciones siguen las recomendaciones del CACEI, para dividir las currícula de ingeniería?

¿De qué manera: los resultados de los exámenes diagnóstico, la prueba PISA y el método Singapur, tienen influencia en el desempeño de los alumnos de educación superior en matemáticas?

¿Cuál es el nivel de matemáticas que ostentan los jóvenes de México, cuando se compara con el mundo?

¿El Sistema de Educación Superior Mexicano, está utilizando las estrategias correctas para la enseñanza de las matemáticas?

¿Cuáles son las materias de matemáticas en las carreras de ingeniería, que provocan mayores dificultades a los alumnos?

¿Cuál de las carreras de ingeniería que se imparten en la FES Aragón es la que recibe a los alumnos más capacitados en cuanto a nivel de matemáticas?

¿Hay alguna diferencia entre las herramientas matemáticas necesarias para las distintas carreras de ingeniería?

¿Las herramientas matemáticas necesarias y suficientes para las asignaturas de CI e IA, se pierden en la amplitud de los programas que se imparten en las ciencias básicas?

¿Hay una relación entre los contenidos matemáticos que se enseñan en las ciencias básicas, con respecto a los usados en el campo laboral?

Hipótesis.

Si el profesor tiene más experiencia en el sector productivo, entonces, sus clases se basan principalmente en las vivencias como ingeniero y enlaza mejor los conocimientos que le marca el programa de estudio.

Si orientamos la enseñanza de las matemáticas a problemas reales de la ingeniería, será posible, lograr una mejor comprensión de los contenidos en las asignaturas.

Si las IES logran que sus estudiantes dominen los aspectos básicos de las matemáticas, podrán dedicar más tiempo a su formación como ingenieros (CI e IA), para conseguir una mayor capacidad y criterio.

Cuando los temas de las CB no se comprenden completamente, los profesores de CI e IA, se ven obligados a repetir los conceptos, con la consiguiente disminución de tiempo, lo que perjudica los tiempos asignados.

Capítulo.

En el Capítulo I, se aborda el progreso paulatino que han experimentado los planes de estudio de las carreras de ingeniería en México, hasta llegar a la actualidad. Posteriormente, se realiza un análisis comparativo de los contenidos temáticos y de matemáticas de algunas universidades de México.

En el Capítulo II, se exponen algunas causas que se generan desde los niveles educativos previos al ingreso de las licenciaturas de ingeniería, con respecto a las dificultades para entender las matemáticas de forma plena, así como algunos resultados del desempeño en la materia de los jóvenes del país.

El Capítulo III, despliega los resultados obtenidos en un trabajo de campo realizado en la FES Aragón, que consiste en una serie de entrevistas con respecto a las herramientas

matemáticas empleadas por los docentes, que respondieron bajo dos puntos de vista, como educador y como ingeniero en labor.

En el Capítulo IV, Conclusiones y Recomendaciones, se da respuesta al cumplimiento con los objetivos, a la resolución de las preguntas de investigación y al aterrizaje de las hipótesis planteadas en un inicio. Así mismo de acuerdo con la experiencia adquirida se dan las recomendaciones pertinentes.

Capítulo I. Comparación de los planes y programas de estudios de algunas Instituciones de Educación Superior (IES) mexicanas, con énfasis en las asignaturas de matemáticas.

En este capítulo se hace una remembranza de la evolución que, hasta la fecha, se tiene de los mapas curriculares que definen las currícula, para la formación de los ingenieros.

En primer lugar, se inicia con algunas definiciones de lo que es la ingeniería, en segundo, se abordan las currícula de ingeniería en el siglo XX. De manera tal, que con esta información tengamos una idea de los contenidos que se requieren para formar un ingeniero mexicano.

La estructura que define el sustento de este capítulo, culmina en una serie de gráficas, que muestran la cantidad de créditos, que de manera porcentual, tienen algunas IES, orientadas hacia la formación matemática de los estudiantes de ingeniería.

Este capítulo hace énfasis en la concepción que tiene el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI) especialmente en su referencia al contenido de matemáticas que todo ingeniero debe estudiar, incluidas como parte de las Ciencias Básicas (CB) en los planes de estudio.

I.1 Definiciones de ingeniería.

Antes de iniciar con el tema que nos ocupa es pertinente revisar algunas de las definiciones que prestigiados ingenieros u organizaciones afines a este campo, nos ofrecen al respecto:

Cross, H. (1952), nos dice que ingeniería “es el arte de tomar una serie de decisiones importantes, dado un conjunto de datos inexactos e incompletos, con el fin de obtener para un cierto problema, aquella entre las posibles soluciones, la que funcione de manera más satisfactoria”.

Krick, E. (1968), a su vez define la ingeniería como “una profesión principalmente relacionada con la aplicación de un cierto volumen de conocimientos, ciertas habilidades y un punto de vista en la creación de dispositivos, procesos y estructuras empleadas para transformar recursos llevándolos a formas que satisfagan las necesidades de la sociedad”.

La ABET (*Accreditation Board for Engineering and Technology*) que es un organismo norteamericano que acredita los programas de ingeniería, señala que esta profesión es aquella, “en la cual los conocimientos de las matemáticas y las ciencias naturales obtenidos a través del estudio, la experiencia y la práctica, son aplicados con criterio y con conciencia al desarrollo de medios para utilizar económicamente con responsabilidad social y basados en una ética profesional, los materiales y las fuerzas de la naturaleza para beneficio de la humanidad”.

Mientras que Aquiles Gay (1990) visualiza al ingeniero como “un hombre que, partiendo de conocimientos, ideas, medios y recursos (materiales y humanos) concibe y construye objetos o productos tecnológicos, realiza proyectos técnicos o desarrolla procesos; su objeto fundamental es, mejorar la calidad de vida del ser humano”.

Por otro lado Rosenblueth, E. y Elizondo J. (1994), señalan que la ingeniería “es una profesión, no un arte, no una ciencia ni una técnica. Estas categorías comparten herramientas, capacidades y propósitos. Sus diferencias son cuestión de énfasis. En un arte el propósito sobresaliente es la expresión; en una ciencia el acercamiento a la verdad; en una técnica el servicio al cliente, y en una profesión el servicio a la sociedad. Los conocimientos que requiere un técnico se hallan en manuales; lo que le interesa de cualquier problema de su incumbencia está resuelto. En cambio para el profesional cada problema es nuevo”.

I.2 Las currícula de ingeniería en el siglo XX.

Estados Unidos se constituye como uno de los países con más trayectoria en la acreditación de las ingenierías. En 1907, la SPEE (Society for the Promoción of Engineering Educación), en la actualidad conocida como la ASEE (American Society for Engineering Education), invitó a varias sociedades de ingeniería para ser parte de un comité que se encargaría de examinar la currícula de los jóvenes en las profesiones de ingeniería (Pritchett, 1918). En 1918 surge el informe Mann, este nació por la necesidad de renovar los planes de enseñanza que se tenían en ese entonces, ello asociándose en gran medida por las dificultades que se les presentaban a las instituciones de educación frente al crecimiento de las industrias, para comprender más el contexto de este acontecimiento se explicará el escenario de ese entonces y algunas de las propuestas presentadas por el profesor Charles R. Mann en el Anexo A.1.

Huertas, O. nos narra que realmente la acreditación de las ingenierías tuvo su inicio formal en 1922 cuando el American Institute of Chemical Engineers (AIChE), el cual estructuró un programa curricular para la ingeniería química, nombró un comité que tenía como función evaluar los programas de esta rama de las ingenierías y solicitó publicaran sus hallazgos, conclusiones y recomendaciones. Entre los años 1923 y 1929 un comité formado por la SPEE, realizó un estudio global de la enseñanza en las ingenierías dando como resultado el documento titulado “A Comparative Study of Engineering Education in the United States and Europe”, también conocido como el reporte Wickenden (Wickenden, 1930). Este estudio concluía y recomendaba como un factor importante para lograr mayor calidad en los 31 programas de ingeniería que habían, la creación de una organización que se encargara de establecer los estándares y revisar que los programas cumplieran con las especificaciones que se daban. Este comité se denominó: Engineers Council for Professional Development (ECPD). Para su fundación se reunieron siete sociedades de ingenieros:

- American Society of Civil Engineers (ASCE).
- American Institute of Mining and Metallurgical Engineers, actualmente American Institute of Mining, Metallurgical, and Petroleum Engineers (AIME).
- American Society of Mechanical Engineers (ASME).
- American Institute of Electrical Engineers (ahora IEEE).
- Society for the Promotion of Engineering Education, ahora la American Society for Engineering Education (ASEE).

- American Institute of Chemical Engineers (AIChE).
- National Council of Examiners for Engineering and Surveying (NCEES).

En 1936, el ECPD, evaluó el primer programa de grado de ingeniería y diez años después comenzó a evaluar programas de tecnología. En 1947, el ECPD ya había acreditado 580 programas de grado en Ingeniería y 133 instituciones. Actualmente se le conoce como Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET).²

Vargas, M. R. (1995), cita a D. L. Evans y B. W. MacNell, explicando que, “la caracterización de lo que debe entenderse por ingeniería y el currículo para la formación de ingenieros ha transitado por tres periodos. En el primero y hasta la primera guerra mundial predomina la idea de la ingeniería como arte, vocacional y especializada, *centrada en la solución de problemas y actividades en laboratorio*”.

Continúa Vargas señalando que la percepción de la ingeniería como la educación fundamentada en la ciencia, resultado de una nueva filosofía educacional que emergió después de la primera guerra mundial, experimenta cambios significativos en la ingeniería hacia el contenido de mayor ciencia y análisis. Lo anterior refiere a un período de 1942 a 1954. Dicha autora explica que en el período señalado se introducen radicalmente las ciencias básicas en el currículo. El impacto de este movimiento fue tan profundo que se le describe como una revolución en la enseñanza de la ingeniería. Pero los cambios más significativos se harían presentes hasta 1955 en el Reporte Grinter.

I.2.1 Informe Grinter.

El reporte Grinter fue muy mencionado después de 1954; en este informe, L. E. Grinter hace una evaluación del papel que jugaron los ingenieros para solucionar los problemas que surgieron en la segunda guerra mundial. Señala que su formación era muy científica y que no se apegaba a la resolución de casos prácticos, por ello, el plan de estudios para formar ingenieros que él propone, estaba dividido en cuatro segmentos.

- 1) Matemáticas y Ciencias Básicas
- 2) Ciencias de la Ingeniería
- 3) Ingeniería Aplicada y temas selectivos de la especialidad
- 4) Humanidades y Ciencias Sociales

Por lo anterior, Grinter propone una serie de cursos de acuerdo con la tabla siguiente:

² En 1979 empezó actividades internacionales cuando firmó su primer Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con el Canadian Engineering Accreditation Board (CEAB).

Tabla I.1
1955 “Report on Evaluation of Engineering Education”
American Society for Engineering Education (ASEE) Committee.

Courses	Recommendations of Grinter Report						Today
	Solids	Fluids	Thermo	Transfer Processes	Electrical	Materials	?????
Statics	X						
Mechanics of Materials	X					X	
Dynamics	X						
Fluid Mechanics		X	X	X			
Thermodynamics		X	X				
Heat Transfer			X	X			
Mass Transfer				X			
Circuit Theory					X		
Materials						X	

¿????

Fuente: Donald E. Richards (2002)

En esta tabla y en la información que la antecede, es posible observar, que los resultados que presentó Grinter son un parteaguas en la educación de ingenieros ya que, junto con su comité, hace la división de áreas igual que la ABET, CEAB y CACEI (comités responsables de acreditar las carreras de ingeniería en Estados Unidos, Canadá y México respectivamente en la actualidad).

De igual manera, se puede observar que las materias son casi las mismas que tiene cualquier universidad que forma ingenieros en el mundo occidental. Por lo anterior en 1952-1955 estuvo la clave para hablar de la formación de los ingenieros desde hace más de 50 años.

Así mismo, en el Journal of Engineering Education, encontramos 10 puntos que nos parecen interesantes para describir la intención del reporte Grinter:

1. Un fortalecimiento del trabajo en las ciencias básicas, incluyendo las matemáticas, la química y la física.
2. La identificación e inclusión de seis ciencias de la ingeniería, impartidas con pleno uso de las ciencias básicas, como núcleo común de los planes de estudios de ingeniería, aunque no necesariamente compuestas por cursos comunes.
3. Un estudio integrado de análisis de ingeniería, diseño y sistemas de ingeniería para el fondo profesional, planeado y llevado a cabo para estimular el pensamiento creativo e imaginativo, y hacer pleno uso de las ciencias básicas y de ingeniería.
4. La inclusión de materias electivas para desarrollar los talentos especiales de los estudiantes individuales, para servir a las diversas necesidades de la sociedad, y para proporcionar flexibilidad de oportunidades para estudiantes destacados.
5. Un esfuerzo continuo y concentrado para fortalecer e integrar el trabajo en las ciencias humanísticas y sociales en los programas de ingeniería.

6. Una insistencia en el desarrollo de un alto nivel de desempeño en la comunicación oral, escrita y gráfica de las ideas.
7. El fomento de experimentos en todas las áreas de la educación en ingeniería.
8. El fortalecimiento de los programas de posgrado necesarios para satisfacer las necesidades de la profesión, realizadas en aquellas instituciones que puedan:
 - a) Proporcionar una facultad especialmente calificada.
 - b) Atraer a estudiantes de habilidad superior.
 - c) Proveer apoyo financiero y administrativo adecuado.
9. Medidas positivas para asegurar el mantenimiento de las facultades con la capacidad intelectual, así como los logros profesionales y académicos necesarios para implementar las recomendaciones precedentes. Estos pasos incluyen:
 - a) Procedimientos bien establecidos de reclutamiento, desarrollo y evaluación.
 - b) Una atmósfera intelectual favorable, cargas de enseñanza razonables, e instalaciones físicas adecuadas.
 - c) Las escalas de sueldos basadas en el reconocimiento de la facultad superior, la cual puede ser asegurada sólo con una remuneración competitiva, ya que la práctica profesional en la industria y el gobierno es inherentemente atractiva para las mejores mentes en la ingeniería.
10. La consideración de estas recomendaciones en este momento (1955) antes de que los problemas para educar a un gran número de ingenieros se tornen críticos.

I.3 Creación y modificación de planes de estudio de ingeniería en México.

Hay varias carreras de ingeniería que por tradición surgieron desde la época de la colonia, sin embargo, anteriormente no se le catalogaba con el nombre de ingeniero, sino de “perito facultativo en minas” Aldama, D. (2016, p.35), cuando ya se le otorgó el nombre de ingeniero, fue por la influencia francesa, donde nace el nombre de ingenieros, como el de caminos y puentes, y en México ingenieros mecánicos e ingenieros electricistas, creados en 1867 en la Escuela Nacional de Ingenieros (ENI). La carrera de ingeniería industrial surge en 1883 en la misma ENI. Es hasta 1975 cuando aparece en los registros la Facultad de Ingeniería transformada de Escuela a Facultad al otorgar el grado de doctor en ingeniería, para mayor referente, mostramos la Tabla I.2.

Tabla I.2

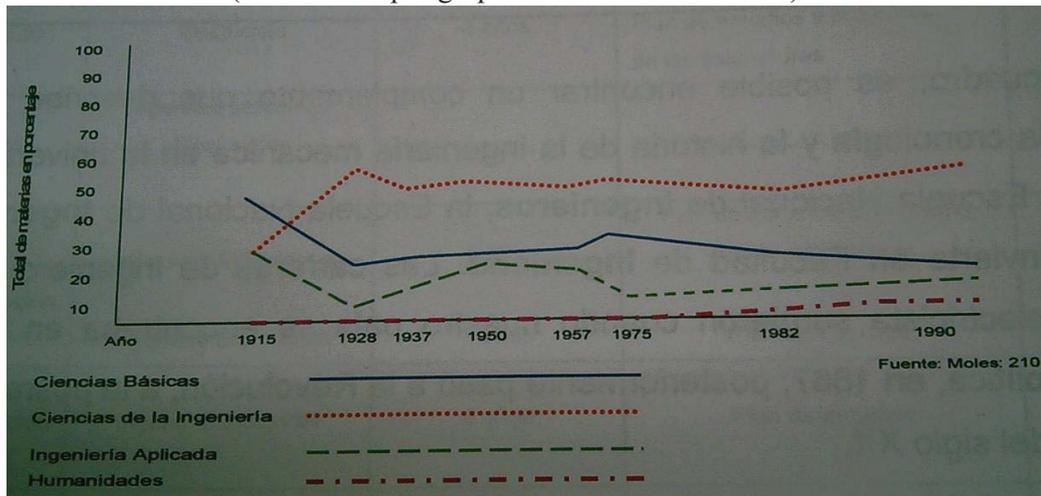
Cronología de la creación y las modificaciones al plan de estudios de la Carrera de Ingeniero Mecánico- Electricista.					
AÑO	ACCIÓN	NOMBRE DE LA CARRERA	DURACIÓN	DOCUMENTACIÓN EXISTENTE EN LA FACULTAD DE INGENIERÍA	NOMBRE DE LA INSTITUCIÓN
1867	Creación	Ingeniero Mecánico e Ingeniero Electricista	_____	_____	Escuela Nacional de Ingenieros

1883	Creación	Ingeniero Industrial	_____	_____	Escuela Nacional de Ingenieros
1902	Modificación	Ingeniero Industrial	4 años	Plan de estudios y programa de las asignaturas	Escuela Nacional de Ingenieros
1902	Creación	Electricista	3 años	Plan de estudios y programa de las asignaturas	Escuela Nacional de Ingenieros
1912	Fusión	Ingeniero Mecánico Electricista	_____	_____	Escuela Nacional de Ingenieros
1915	Modificación	Ingeniero Industrial e	4 años	Plan de estudios y programa de las asignaturas	Escuela Nacional de Ingenieros
		Ingeniero Electricista	4 años	Plan de estudios	
1918	Modificación	Ingeniero Industrial	4 años	Plan de estudios	Escuela Nacional de Ingenieros
1928	Modificación	Ingeniero Mecánico Electricista	5 años	Plan de estudios	Escuela Nacional de Ingenieros
1935	Modificación	Ingeniero Mecánico Electricista	5 años	Plan de estudios	Escuela Nacional de Ingeniería
1937	Modificación	Ingeniero Mecánico Electricista	5 años	Plan de estudios y programa de las asignaturas	Escuela Nacional de Ingeniería
1950	Modificación	Ingeniero Mecánico Electricista	5 años	Plan de estudios	Escuela Nacional de Ingeniería
	Creación	Ingeniero Aeronauta	5 años	Plan de estudios	
1957	Modificación	Ingeniero Mecánico Electricista	5 años	Plan de estudios	Escuela Nacional de Ingeniería

1975	Modificación	Ingeniero Mecánico Electricista (en sus tres áreas Mecánica, Industrial, Sistemas Eléctricos y Electrónicos)	10 semestres	Plan de estudios y programa de las asignaturas	Facultad de Ingeniería
1982	Modificación	Ingeniero Mecánico Electricista (en sus tres áreas Mecánica, Industrial, Sistemas Eléctricos y Electrónicos)	10 semestres	Plan de estudios y programa de las asignaturas	Facultad de Ingeniería
1990	Modificación	Ingeniero Mecánico Electricista (en sus tres áreas Mecánica, Industrial, Sistemas Eléctricos y Electrónicos)	10 semestres	Plan de estudios y programa de las asignaturas	Facultad de Ingeniería
Fuente: Moles, pp. 550-552					

Es significativo también, el mostrar la evolución y modificación que tuvo el currículum, dividido de acuerdo con los criterios del CACEI, a lo cual Moles (1991), quien efectuó una gráfica hasta 1996, nos da a conocer, el peso que por materias tiene el área de las Ciencias Básicas, así observamos:

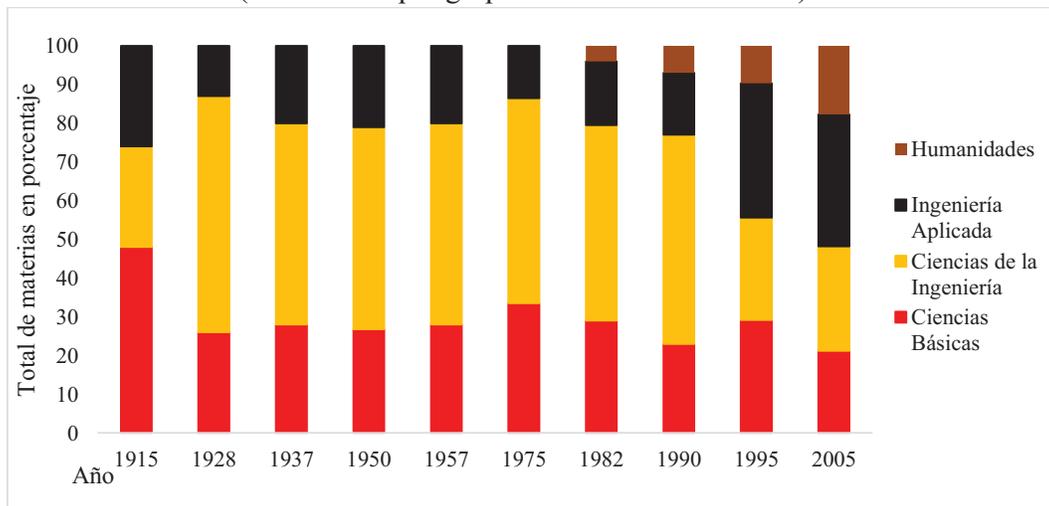
Gráfica I.1 Ingeniero Mecánico-Electricista
(Subdivisión por grupo de materias 1915-1996).



Fuente: Moles (1991) p.210

Para obtener una mejor apreciación de los criterios actuales, vale la pena cambiar a un análisis de barras, que nos muestren las cuatro áreas que tradicionalmente emplea el CACEI, a continuación se presenta la Gráfica I.2.

Gráfica I.2 Ingeniero Mecánico Electricista
(Subdivisión por grupo de materias 1915-2005).



Fuente: Elaboración propia, en base a la información de Moles (1991) y la FI de para el año 1995-2005.

Podemos observar que en 1915, Moles reporta que casi la mitad del currículum son contenidos de ciencias básicas. Con lo referido anteriormente (Informe Mann, Informe Wickender, Informe Grinter, y otros), el criterio cambió de tal manera que en la actualidad se observa un mayor peso para las materias de Ingeniería Aplicada, también la reducción de materias de Ciencias de la Ingeniería, así como de las Ciencias Básicas. Este comportamiento no ha sido lineal, ya que se aprecia que intervienen los criterios de quienes son responsables de emitir los resultados de las investigaciones para formar ingenieros.

I.4 Las ciencias básicas desde la concepción del CACEI para algunas carreras de ingeniería.

En Julio de 1994 nace el Consejo de Acreditación y Enseñanza de la Ingeniería (CACEI), como el primer organismo acreditador en México.

En 1995, México, Canadá y Estados Unidos se adhieren al NAFTA Forum, integrado por el Consejo Canadiense para la Práctica Profesional de la Ingeniería (CCPE), el Consejo Estadounidense para la Práctica Internacional de la Ingeniería (USCIEP) y el Comité Mexicano para la Práctica Internacional de la Ingeniería (COMPII).

En la actualidad (2016), el CACEI fue aceptado como miembro provisional del Washington Accord con la evaluación que le hicieron los organismos acreditadores de Estados Unidos y Canadá (ABET y CEAB).

El Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería A. C., de manera consecutiva, hace una clasificación de los programas de ingeniería, en donde caben las distintas especialidades (mecánica, industrial, civil, eléctrica electrónica, química, entre otras). Cada cuatro años ha mostrado una reconsideración, es decir, desde su fundación en 1994, hasta las últimas modificaciones consideradas en el 2014.³

En el criterio del 2014 la división abarca las subestructuras de Ciencias Básicas (CB), Ciencias de la Ingeniería (CI), Ingeniería Aplicada (IA), Ciencias Sociales y Humanidades (CSH) y Otros Cursos, para el 2018 se prevé la clasificación siguiente: Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería Aplicada, Diseño de Ingeniería, Ciencias Sociales y Humanidades, Ciencias Económicas y Administrativas, y Cursos Complementarios. Ambos criterios determinan un número equivalente a 2600 horas para la formación de los ingenieros.

A continuación, mostramos la Tabla I.3, donde se establece el número de horas para los criterios de 2014 y 2018.

Tabla I.3 Criterios del CACEI para los programas de Ingeniería (2014 y 2018).

Clasificación	Horas mínimas para la versión 2014	Horas mínimas para la versión 2018
Ciencias Básicas	800	800
Ciencias de la Ingeniería	1300*	500
Ingeniería Aplicada		250-550**
Diseño de Ingeniería	-	250-550**
Ciencias Sociales y Humanidades	300	200
Ciencias Económicas y Administrativas	-	200
Cursos Complementarios	200	100
Total de Horas	2600	2600

Fuente: CACEI, Marco de Referencia para la Acreditación de los Programas de Ingenierías, versión 2014 y 2018, www.cacei.org.mx, consultado el 24 de Noviembre de 2016.

³ En la actualidad ya se tiene una nueva versión para el 2018.

*Ciencias de la Ingeniería e Ingeniería Aplicada, en su conjunto, deben completar las 1300 horas señaladas.

**Ingeniería Aplicada y Diseño de Ingeniería deben sumar 800 horas y se repartirán de acuerdo a los Planes de Estudios (PE) de cada Institución.

Para la clasificación del 2014, el CACEI muestra la posibilidad de repartir 1300 horas entre CI e IA; es decir, acepta que las IES impartan sus materias de la manera que consideren más conveniente cualquiera de las dos áreas, siempre y cuando, sumen la cantidad de horas establecida. Algo parecido sucederá con la aplicación del criterio para el 2018, la diferencia radica que en este caso, junta las horas para IA y Diseño de Ingeniería, las cuales deben sumar 800 horas, pero establece un valor mínimo para ambas, de 250 horas. Por lo anterior, el número total de todos los contenidos en ambos casos, como ya se mencionó, es de 2600 horas.

Se puede interpretar con la nueva clasificación del 2018, que se induce a las IES para que en sus carreras de ingeniería se maximice el diseño sobre las otras áreas, como por ejemplo: manufactura, térmica y fluidos, mecatrónica, biomecánica entre otras. Lo que sucede con el criterio del 2018, es que el CACEI consideró los criterios del Washington Accord que es un organismo que se integró en 1989 para aglutinar los esfuerzos de 17 países (signatarios), con derecho a participar plenamente en cuanto a derechos y obligaciones. Dicho acuerdo es independiente a las instituciones académicas que imparten programas acreditados o reconocidos dentro de su jurisdicción.

Pertenecer al Washington Accord, permite que los estudiantes de ingeniería originarios de los países firmantes sean reconocidos por otras naciones, habiendo cumplido con los requisitos académicos para ingresar a la práctica de ingeniería.

Los países que forman parte del mencionado acuerdo son: Estados Unidos, Canadá, Inglaterra, Rusia, Turquía, Sudáfrica, China, China Taipéi, Japón, Corea, Australia, Nueva Zelanda, India, Sri Lanka, Irlanda, Malasia y Singapur.

Este proceso es muy significativo para México pues se reconoce al CACEI por sus estándares internacionales como organismo de acreditación, y sube al primer escalón (incorporado provisionalmente) hacia la integración definitiva o signataria al Washington Accord.

Nuestro país permanecerá dos años con el estatus de provisional, bajo la tutoría del Canadian Engineering Accreditation Board (CEAB). Cabe señalar que este organismo canadiense en conjunto con el Accreditation Board for Engineering and Technology (ABET) nos otorgaron el año pasado el aval por contar con la capacidad para entrar al Washington Accord.

Cabe hacer notar que cuatro de las cinco carreras de ingeniería que se imparten en la FES Aragón ya han obtenido la acreditación del CACEI y próximamente la carrera de Ingeniería en Computación solicitará su acreditación en el mismo organismo.⁴

⁴ Anteriormente para acreditar la carrera de Ingeniería en Computación se acudió al CONAIC, Consejo Nacional de Acreditación de Escuelas de Informática y Computación.

I.4.1 Clasificación del CACEI versión 2014.

Entre las diversas funciones del CACEI, una de ellas es vital para nuestro estudio, nos referimos a la definición que le ha otorgado a cada contenido temático, por áreas CB, CI, IA y CSH, los conceptos son los siguientes:

“Ciencias Básicas.

El objetivo de los estudios de las Ciencias Básicas será proporcionar el conocimiento fundamental de los fenómenos de la naturaleza incluyendo sus expresiones cuantitativas y desarrollar la capacidad de uso del Método Científico. Estos estudios deberán incluir Química y Física Básica en niveles y enfoques adecuados y actualizados. Para algunos programas deberán considerarse también la Geología y la Biología. El objetivo de los estudios en Matemáticas es contribuir a la formación del pensamiento lógico-deductivo del estudiante, proporcionar una herramienta heurística y un lenguaje que permita modelar los fenómenos de la naturaleza. Estos estudios estarán orientados al énfasis de los conceptos y principios matemáticos más que a los aspectos operativos. Deberán incluir Cálculo Diferencial e Integral y Ecuaciones Diferenciales, además de temas de Probabilidad y Estadística, Álgebra Lineal, Análisis Numérico y Cálculo Avanzado. Los cursos de computación no se consideran dentro del grupo de materias de Ciencias Básicas y Matemáticas.

Ciencias de la Ingeniería.

Deberán tener como fundamento las Ciencias Básicas y las Matemáticas, pero desde el punto de vista de la aplicación creativa del conocimiento. Estos estudios deberán ser la conexión entre las Ciencias Básicas y la aplicación de la Ingeniería y abarcarán entre otros temas: Mecánica, Termodinámica, Circuitos Eléctricos y Electrónicos, Ciencias de los Materiales, Fenómenos de Transporte, Ciencias de la Computación (no herramienta de cómputo), junto con diversos aspectos relativos a la disciplina específica. Los principios fundamentales de las distintas disciplinas deben ser tratados con la profundidad conveniente para su clara identificación y aplicación en las soluciones de problemas básicos de la Ingeniería.

Ingeniería Aplicada.

Deberán considerarse los procesos de aplicación de las Ciencias Básicas y de la Ingeniería para proyectar y diseñar sistemas, componentes o procedimientos que satisfagan necesidades y metas preestablecidas. Deben ser incluidos los elementos fundamentales del diseño de la Ingeniería, abarcando aspectos tales como: desarrollo de la creatividad, empleo de problemas abiertos, metodologías de diseño, factibilidad, análisis de alternativas, factores económicos y de seguridad, estética e impacto social, a partir de la formulación de los problemas.

Ciencias Sociales y Humanidades.

Con el fin de formar ingenieros conscientes de las responsabilidades sociales y capaces de relacionar diversos factores en el proceso de la toma de decisiones, deberán incluirse cursos de Ciencias Sociales y Humanidades como parte integral de un programa de Ingeniería. Dichos cursos deben responder a las definiciones generales de las Humanidades como ramas del conocimiento interesadas en el hombre y su cultura,

incluyendo el dominio oral y escrito del propio idioma, y de las Ciencias Sociales cuyo objeto es el estudio de la sociedad y de las relaciones individuales en y para la sociedad. Ejemplos de materias tradicionales en estas áreas son: Filosofía, Historia, Literatura, Artes, Sociología, Psicología, Ciencias Políticas, Antropología, Idiomas, etc.; materias no tradicionales son: Historia de la Tecnología y Ética Profesional, entre otras”.

Al indagar sobre las consideraciones que realiza el CACEI para clasificar algunas materias comunes en las carreras de ingeniería, se encontraron cuadros con la información al respecto, por lo cual, a continuación se mostrarán las carreras que son partícipes en este estudio.

Tabla I.4 Ciencias básicas para todas las carreras de ingeniería.

Matemáticas	Física	Química
Álgebra Cálculo Geometría Analítica*** Ecuaciones diferenciales Probabilidad y estadística Métodos numéricos	Mecánica Electromagnetismo Óptica*** Acústica*** Termodinámica Física Moderna* Física de semiconductores** Estructura y propiedades de los materiales***	Química básica Química Orgánica**** Química analítica****

Fuente: CACEI, Marco de Referencia para la Acreditación de los Programas de Ingenierías, versión 2014, www.cacei.org.mx, consultado el 24 de Noviembre de 2016.

* Sólo para las carreras de ingeniería eléctrica, electrónica y mecánica.

** Sólo para las carreras de ingeniería eléctrica y electrónica.

*** No aplica para los programas de ingeniería química.

**** Sólo para programas de ingeniería química.

Tabla I.5 Ciencias de la Ingeniería e Ingeniería Aplicada sugeridas para Ingeniería Civil.

Ciencias de la ingeniería	Ingeniería aplicada
Estructuras Geotecnia Hidráulica Ingeniería en sistemas	Construcción Estructuras Geotecnia Hidráulica Sanitaria Planeación Sistemas de transporte

Fuente: CACEI, Marco de Referencia para la Acreditación de los Programas de Ingenierías, versión 2014, www.cacei.org.mx, consultado el 24 de Noviembre de 2016.

Tabla I.6 Ciencias de la Ingeniería e Ingeniería Aplicada sugeridas para Ingeniería en Computación.

Ciencias de la ingeniería	Ingeniería aplicada
Ciencias de la computación Software en (sistemas de programación) Hardware (sistemas electrónicos) Comunicaciones Sistemas, señales y control	Arquitectura de sistemas digitales Inteligencia artificial Teleinformática

Fuente: CACEI, Marco de Referencia para la Acreditación de los Programas de Ingenierías, versión 2014, www.cacei.org.mx, consultado el 24 de Noviembre de 2016.

Tabla I.7 Ciencias de la Ingeniería e Ingeniería Aplicada sugeridas para Ingeniería Eléctrica Electrónica.

Ciencias de la ingeniería	Ingeniería aplicada
Teoría electromagnética Circuitos eléctricos Teoría del control Ingeniería eléctrica Mediciones eléctricas Ingeniería electrónica Dispositivos electrónicos Electrónica digital	Ingeniería eléctrica Máquinas eléctricas Turbomaquinaria Sistemas eléctricos de potencia Subestaciones eléctricas Protección del sistema eléctrico Plantas generadoras Instalaciones eléctricas Iluminación Ingeniería Electrónica Sistemas digitales Telecomunicaciones Microprocesadores y microcontroladores Filtros y procesamiento de señales Transmisión, distribución y control

Fuente: CACEI, Marco de Referencia para la Acreditación de los Programas de Ingenierías, versión 2014, www.cacei.org.mx, consultado el 24 de Noviembre de 2016.

Tabla I.8 Ciencias de la Ingeniería e Ingeniería Aplicada sugeridas para Ingeniería Industrial.

Ciencias de la ingeniería	Ingeniería aplicada
Introducción a los sistemas electromecánicos Procesos de manufactura Ingeniería eléctrica Introducción a los materiales Termodinámica aplicada Estadística aplicada Ingeniería de métodos Control de calidad y confiabilidad Instrumentación industrial Mediciones en ingeniería Investigación de operaciones Análisis de decisiones	Planeación y control de la producción Mediciones en ingeniería Instalaciones industriales Organización industrial Contabilidad industrial Relaciones industriales Distribución y localización de planta Comercialización Computación aplicada Desarrollo empresarial Legislación laboral

Fuente: CACEI, Marco de Referencia para la Acreditación de los Programas de Ingenierías, versión 2014, www.cacei.org.mx, consultado el 24 de Noviembre de 2016.

Tabla I.9 Ciencias de la Ingeniería e Ingeniería Aplicada sugeridas para Ingeniería Mecánica.

Ciencias de la ingeniería	Ingeniería aplicada
Mecánica Materiales Termodinámica Mecánica de fluidos Ingeniería eléctrica y electrónica Ingeniería de sistemas Estadística y probabilidad Investigación de operaciones	Diseño Manufactura y materiales Máquinas y equipos térmicos Máquinas hidráulicas y neumáticas Plantas y proyectos Refrigeración y aire acondicionado Impacto ambiental Manejo y ahorro de energía Instalaciones industriales Automatización Electrónica industrial Ingeniería de métodos y administración

Fuente: CACEI, Marco de Referencia para la Acreditación de los Programas de Ingenierías, versión 2014, www.cacei.org.mx, consultado el 24 de Noviembre de 2016.

En las tablas se puede notar que en ocasiones existen materias que se encuentran contempladas en más de una clasificación, por lo cual, para efectos del presente estudio se han señalado con color azul, las materias que serán tomadas en cuenta como Ciencias Básicas y las de color amarillo para Ciencias de la Ingeniería.

Pese a que en el presente estudio no se contemplará la versión 2018 por los motivos que en el siguiente tema se explicarán, en el Anexo A.2 se podrán encontrar unas tablas similares a las anteriores y así poder observar los cambios que sufrirán los planes de estudio en próximas fechas.

I.5 Metodología para la comparación de los mapas curriculares de algunas universidades de México.

Con el propósito de averiguar cuál es la cantidad de matemáticas que actualmente las diversas IES consideran necesarias para la formación de los ingenieros, se optó por realizar un análisis, el cual consistiría en realizar una comparación de los planes de estudios de algunas universidades de México.

Como es de suponerse, el universo al cual pertenece la ingeniería es muy amplio, de tal manera que se eligieron solo cinco carreras, las mismas que se imparten en la FES Aragón, (Ingeniería Civil, Ingeniería Industrial, Ingeniería Mecánica, Ingeniería en Computación e Ingeniería Eléctrica Electrónica), debido a que en esta tesis el trabajo de campo se realiza en estas carreras.

Otro aspecto que se tomará en cuenta en la investigación, es la distribución de los contenidos temáticos que son impartidos en el país, para ello, nos valdremos a lo largo de este trabajo con la clasificación que el CACEI dispone, y de esta forma podamos realizar una clasificación, que tomará en cuenta el criterio del 2014; aun cuando el criterio del 2018 ya se encuentra disponible, debido a que los planes de estudio de las instituciones aún no han realizado las modificaciones pertinentes con anticipación.

Para el análisis de las cinco carreras de ingeniería impartidas en algunas IES que existen en el país, fue necesaria primeramente, la búsqueda de sus matrículas, ello con la finalidad de averiguar cuáles escuelas eran más representativas en México. Al realizar la búsqueda, nos encontramos con un proyecto de investigación por parte de la UNAM titulado Estudio Comparativo de las Universidades Mexicanas (ECUM), el cual tiene como propósito “aportar información comparable sobre las características y funciones de las universidades y de otras instituciones mexicanas de educación superior”.

Se localizó la información requerida en el portal <http://www.execum.unam.mx/> y se seleccionaron las IES con más alto número en cuanto a la matrícula, para que, posteriormente fuera posible encontrar el plan de estudios de cada carrera conforme a CACEI. Lo anterior representó otra limitante, debido a que algunas instituciones no manejan esa información de manera pública en sus portales principales, por lo cual se seleccionaron las instituciones que cuentan con esa información, dando lugar a las siguientes instituciones como objeto de estudio:

Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de México (UNAM).

Universidad de Guadalajara (U. de G.).

Instituto Politécnico Nacional (IPN).

Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL).

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (Tec. de Monterrey).

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP).

Universidad Autónoma Metropolitana (UAM).

Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM).

Sistema Universidad Iberoamericana (IBERO).

Facultad de Estudios Superiores Plantel Aragón (UNAM).

Otro pilar fundamental para comenzar a desmenuzar los planes académicos de las universidades, es su distribución de créditos académicos, el cual se define como: *“una unidad de medida del trabajo del estudiante para obtención de niveles, grados o títulos y/o para la transferencia de sus logros académicos a otras IES. El crédito es el valor que se otorga a una asignatura, actividad o unidad de aprendizaje en la que el estudiante participa con el fin de obtener las competencias, los conocimientos, habilidades y actitudes requeridos en un plan de estudios de acuerdo con ciertos elementos, como los objetivos educativos que cumple en la formación profesional, su complejidad, el tiempo que requiere para ser realizada, los medios que son necesarios, su carácter en la formación del estudiante, etc”*.

Actualmente, la manera para establecer los créditos en nuestro país, toma como base el “Acuerdo de Tepic (1972)” el cual expresa en sus cláusulas que la forma para otorgar cierto valor a alguna asignatura se dispone de la siguiente manera:

“1. En actividades que requieren estudio o trabajo adicional del alumno, como en las clases teóricas y en los seminarios, una hora de clase-semana-semestre corresponde a dos créditos.

2. En actividades que no requieren estudio o trabajo adicional del alumno, como las prácticas, los laboratorios y los talleres, una hora-semana-semestre corresponde a un crédito.

3. El valor en créditos de actividades clínicas y de las prácticas para el aprendizaje de la música, las artes plásticas y las asignaturas de preparación para el trabajo, se computarían globalmente según su importancia en el plan de estudios y a criterio de los cuerpos académicos correspondientes”.

Tomando como referencia los conceptos anteriores, se puede generar en base al plan de estudios de cada carrera de ingeniería un desglose que implique separar a las asignaturas de matemáticas del resto, con el objeto de observar la carga que estas tienen dentro de la formación de un Ingeniero.

Al consultar los planes de estudio, que nos permitirían comparar con respecto al mapa curricular de la Facultad de Ingeniería, fue posible observar la influencia que tiene el CACEI sobre estas, dado que, acuden al mismo organismo para acreditarse, no obstante, encontramos algunas diferencias.

También existen casos excepcionales en cuanto a la clasificación independiente que las instituciones realizan, puesto que catalogan algunas materias como “otras” y para los fines del presente estudio, esa clasificación no se consideró. En estos casos se estudió la materia para clasificarla en ciencias básicas, ciencias de la ingeniería, ingeniería aplicada o ciencias sociales y humanidades, conforme a las tablas del I.4 al I.9. Otra de las peculiaridades que existen para cada institución es el manejo de las prácticas profesionales, tesis, servicio social o bien trabajo de campo contemplado dentro de la estructura curricular con créditos obligatorios para la formación de los ingenieros, ante ello, en el presente estudio no se tomaron en cuenta dentro del mapa curricular, puesto que es difícil encontrarles una clasificación en específico, aunado a que no consideramos que esa preparación pertenezca plenamente meta de comparación que perseguimos.

En la comparación que hace Moles sobre la proporción que guardan las cuatro áreas que establece el CACEI para definir un currículum, se tomó el criterio que contabiliza el tipo y número de materias en cada caso. Sin embargo, a medida que avanza el tiempo, las IES ofrecen cada vez más materias optativas, las cuales, alcanzan un mayor número de créditos que a los que el alumno puede acceder.

Por lo tanto para comparar los distintos currícula de ingeniería con la flexibilidad que impera en la actualidad, se utilizó el criterio para comparar los créditos por asignatura en donde se tuvo especial cuidado de ubicar las obligatorias con respecto a las optativas. Si se tomaran en cuenta todas las materias optativas, nos darían un número inflado, entonces, se consideró el número de créditos totales que las universidades asignan a cada carrera.

En el Anexo A.3 se muestran algunas hojas de Excel para ejemplificar los cálculos, así como los datos introducidos, para que fuera posible una distribución matemática (sumatorias), que nos permitieran otorgar el peso correspondiente a cada una de las áreas en las que se clasificaron.

Antes de realizar nuestro análisis a fondo para saber el peso porcentual que adquieren las matemáticas en la formación de los ingenieros al cursar la licenciatura, es oportuno indicar de manera específica, la cantidad de materias de matemáticas que componen a los planes de estudio de las universidades referidas. A continuación en la Tabla I.10 observamos el número de materias de matemáticas que las universidades enseñan a sus estudiantes.

Tabla I.10 Número de materias de matemáticas impartidas en las IES estudiadas.

Carrera	FI	FES Aragón	IPN	UAM	BUAP	UAEM	U. de G.	UANL	Ibero	ITESM
ICI	8	8	5	8+4*	7	10	7	7	5	8
ICO	10	11	6	11+2*	9	10	8	7	5	8
IID	9	9	7	8	7	-	7	8	5	7
IMC	9	8	6	8+4*	7	9	8	8	5	7
IEE	9	8	7	10	8	10	-	-	-	7

Fuente: Elaboración propia con base a las páginas correspondientes a cada una de las IES analizadas.

*Materias optativas con contenido matemático

Para profundizar sobre las carreras y materias que imparten las universidades analizadas y complementar el cuadro anterior, consulte el Anexo A.4.

En algunas universidades, no se encuentran las carreras de Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica-Electrónica, en su lugar podemos localizarlas con el nombre de Ingeniería Mecánica-Eléctrica, Ingeniería Eléctrica o Ingeniería Electrónica; de esta manera, para fines del presente, agrupamos la carrera de Ingeniería Mecánica-Eléctrica dentro de Ingeniería Mecánica, y las de Ingeniería Eléctrica o Ingeniería Electrónica con la de Ingeniería Eléctrica-Electrónica.

A simple vista podemos notar que la UAEM en general, tiene más materias de matemáticas, le sigue la Facultad de Ingeniería en segundo lugar, posteriormente la UAM y FES Aragón, en tercer y cuarto puesto respectivamente, sin embargo, lo que la Tabla muestra, no refleja completamente los contenidos matemáticos que se enseñan a lo largo de la carrera, para obtener una proporción correcta, nos debemos basar en los créditos académicos que representan la carga que tiene cada materia en particular (traducido en horas efectivas de estudio) por lo cual se hará el análisis en detalle a continuación.

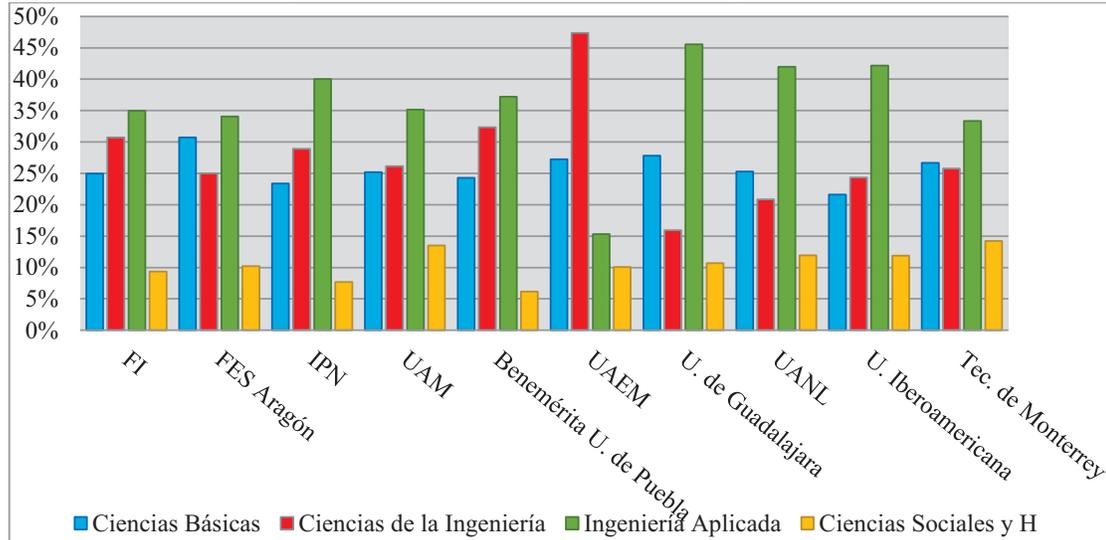
I.5.1 Comparación de contenidos temáticos entre Instituciones de Educación Superior.

Conforme a las carreras seleccionadas para llevar a cabo nuestro estudio, (Ingeniería Civil, Ingeniería en Computación, Ingeniería Eléctrica-Electrónica, Ingeniería Industrial e Ingeniería Mecánica) a continuación, mostramos las mismas por orden alfabético.

I.5.1.1 Ingeniería Civil (ICI).

Con el propósito de mostrar el área de las CB comparada con las otras tres que hemos señalado en diversas IES, y con la intención de ubicar solamente las asignaturas obligatorias, se muestra la Gráfica I.3.

Gráfica I.3 Comparación de los contenidos temáticos para Ingeniería Civil.

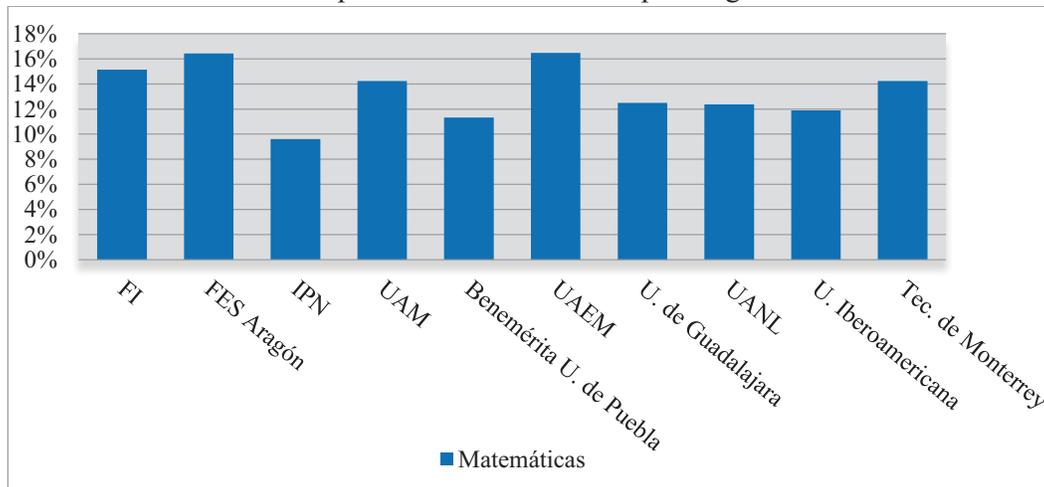


Fuente: Elaboración propia con base a las páginas correspondientes a cada una de las IES analizadas.

Al comparar la proporción de créditos en las cuatro áreas que hemos manejado a través de este estudio, sobresale el predominio de las asignaturas de Ingeniería Aplicada, ya que en la mayoría de los casos, salvo en la UAEM, la proporción es notable.

Debido a que nuestro interés se centrará en las materias de matemáticas, en la gráfica buscamos el nivel de importancia que tiene esta área, de tal manera que cinco de las diez universidades dejan a las ciencias básicas en tercer lugar, y en la misma proporción le corresponde el segundo sitio.

Gráfica I.4 Comparación de matemáticas para Ingeniería Civil.



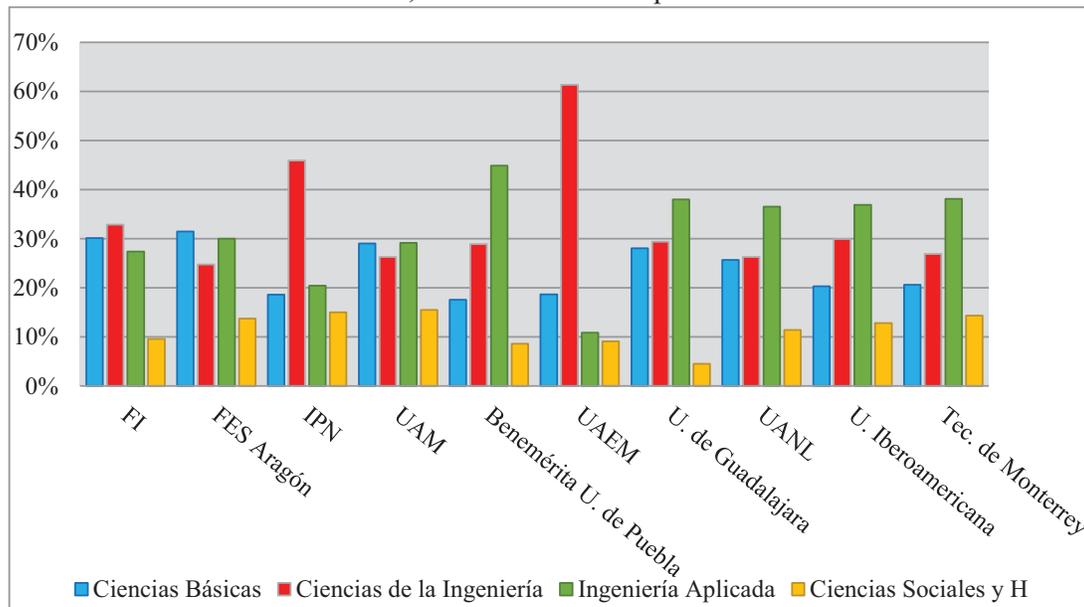
Fuente: Elaboración propia con base a las páginas correspondientes a cada una de las IES analizadas.

En el área de CB están contenidas las asignaturas de matemáticas, de tal manera que es posible visualizarlas en la Gráfica I.4, que el mayor número de créditos de matemáticas para impartir la carrera de Ingeniería Civil se encuentra en la FES Aragón y en la UAEM. Al respecto, sobresale el IPN, en donde la proporción de matemáticas es inferior.

I.5.1.2 Ingeniería en Computación (ICO), o Informática, o en Sistemas Computacionales.

En segundo lugar, nos ocuparemos de la carrera de ingeniería en computación, la cual se muestran las muestran las gráficas I.5 y I.6.

Gráfica I.5 Comparación de los contenidos temáticos para Ingeniería en Computación, o Informática, o en Sistemas Computacionales.

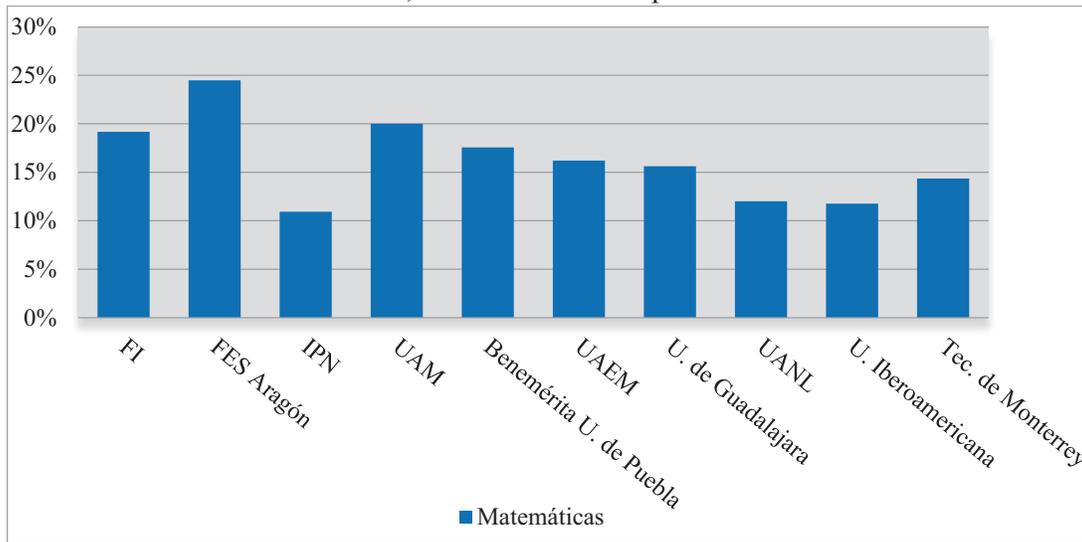


Fuente: Elaboración propia con base a las páginas correspondientes a cada una de las IES analizadas.

En la Gráfica I.5 podemos observar el predominio de la IA en cinco de las diez universidades consideradas, para las dos instituciones de la UNAM que se revisaron, este hecho no es así, ya que, sobresale la CI, en una de ellas y las CB en la otra.

En la siguiente gráfica mostramos, los porcentajes de matemáticas en la carrera en cuestión.

Gráfica I.6 Comparación de matemáticas para Ingeniería en Computación, o Informática, o en Sistemas Computacionales.



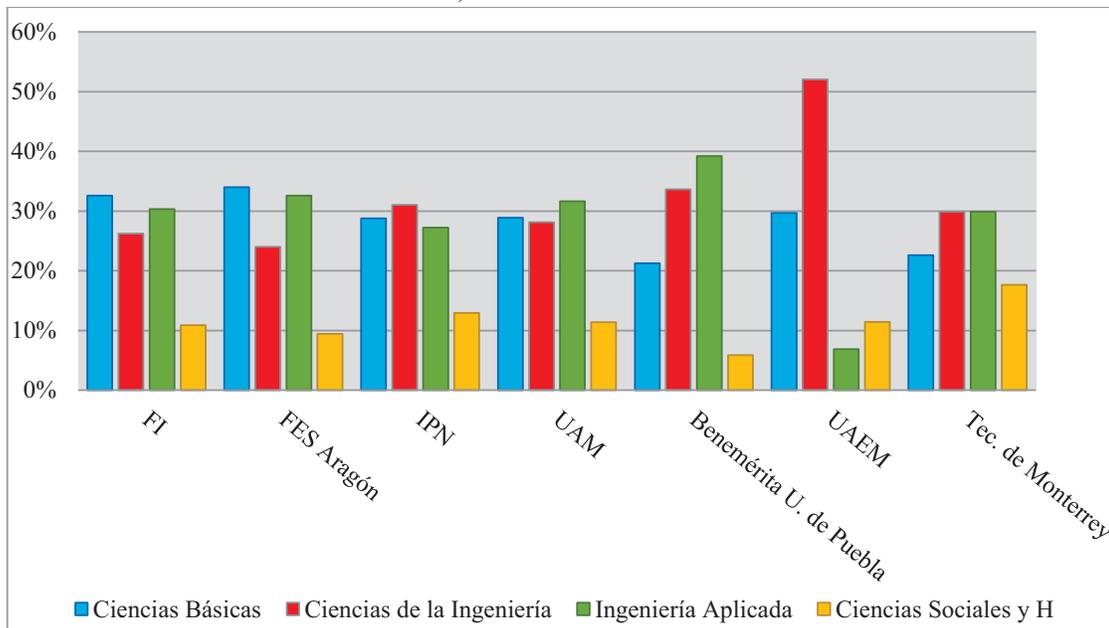
Fuente: Elaboración propia con base a las páginas correspondientes a cada una de las IES analizadas.

Al igual que en la Gráfica I.4, en la I.6 correspondiente a ICO, nuevamente sobresale la FES Aragón como el primer lugar con el manejo de créditos para las materias de matemáticas. El IPN otra vez aparece con el menor número de créditos al igual que en la carrera de Ingeniería Civil.

1.5.1.3 Ingeniería Eléctrica, o Electrónica, o Eléctrica-Electrónica (IEE).

Con dos gráficas (contenidos y créditos de matemáticas) analizamos ahora la carrera de IEE.

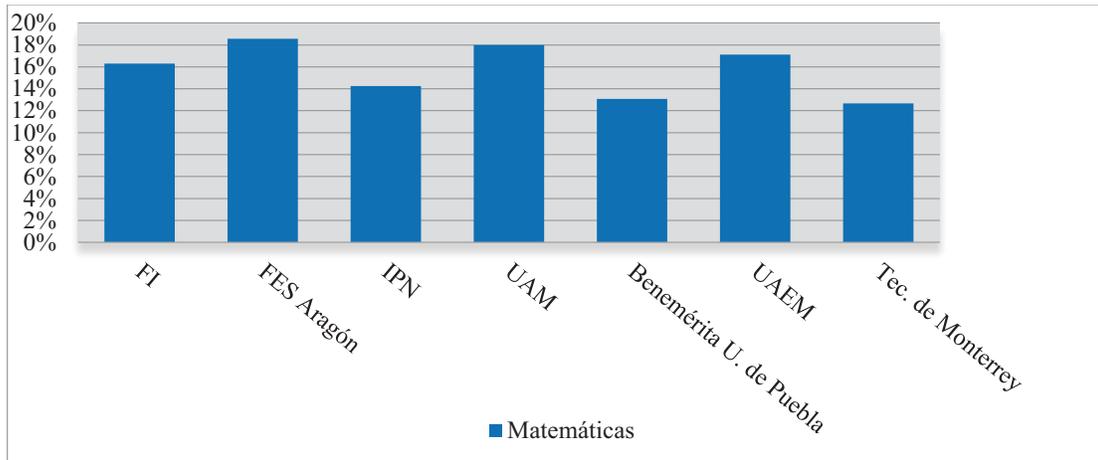
Gráfica I.7 Comparación de los contenidos temáticos para Ingeniería Eléctrica, o Electrónica, o Eléctrica-Electrónica.



Fuente: Elaboración propia con base a las páginas correspondientes a cada una de las IES analizadas.

En la gráfica anterior I.7 es posible mencionar que las instituciones de la UNAM (FI y FES Aragón) para dicha carrera, las ciencias básicas son el área más abundante, para las otras cinco analizadas, encontramos predominio en las CI e IA. Al continuar con el análisis es sorprendente el bajo número que la UAEM tiene para las asignaturas de IA.

Gráfica I.8 Comparación de matemáticas para Ingeniería Eléctrica, o Electrónica, o Eléctrica-Electrónica.



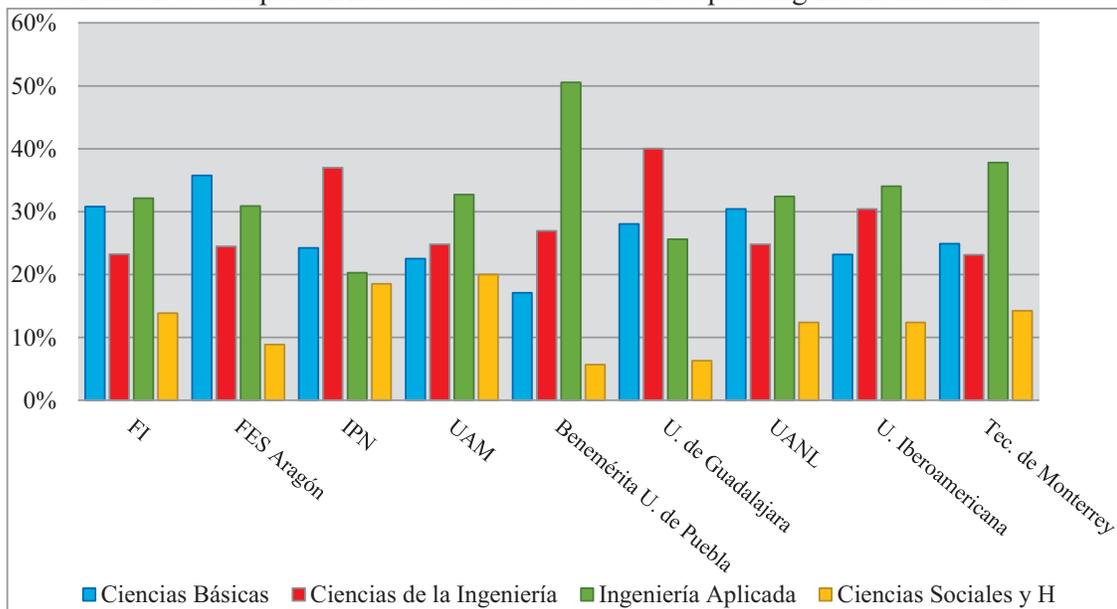
Fuente: Elaboración propia con base a las páginas correspondientes a cada una de las IES analizadas.

En la gráfica anterior, al igual que en las otras carreras, analizadas hasta el momento (Ingeniería Civil e Ingeniería en Computación), sobresalen los créditos de matemáticas para la carrera de IEE de la FES Aragón.

I.5.1.4 Ingeniería Industrial (IID).

Para continuar con el mismo análisis, ahora nos abocaremos a los programas de Ingeniería Industrial.

Gráfica I.9. Comparación de los contenidos temáticos para Ingeniería Industrial.

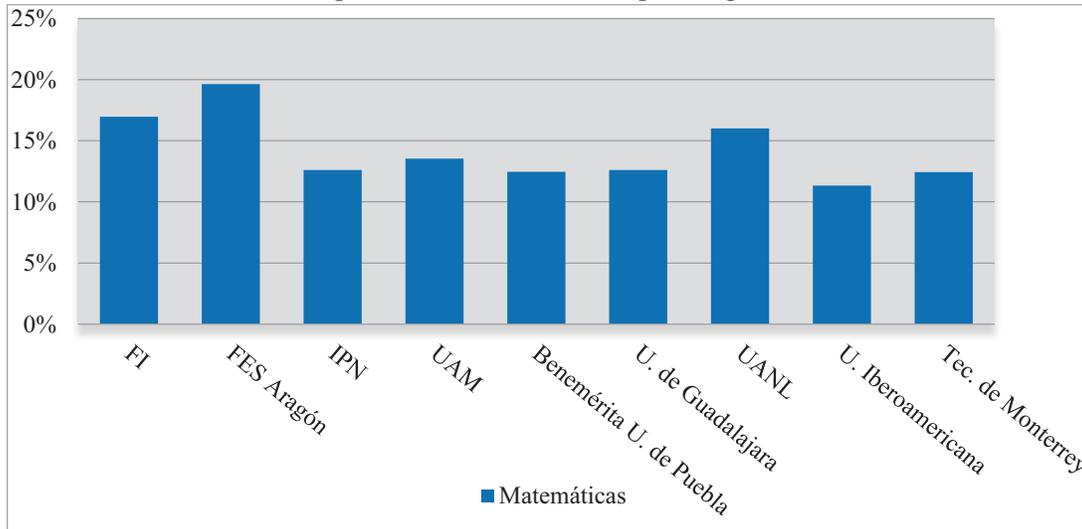


Fuente: Elaboración propia con base a las páginas correspondientes a cada una de las IES analizadas.

En la gráfica anterior, sobresale en el marco de comparación de este estudio, el área de las CB en primer lugar para la FES Aragón, las otras instituciones tienen como predominio las CI e IA.

En la gráfica siguiente, de la misma manera que en las ocasiones anteriores se particulariza sobre el porcentaje de matemáticas.

Gráfica I.10 Comparación de matemáticas para Ingeniería Industrial.



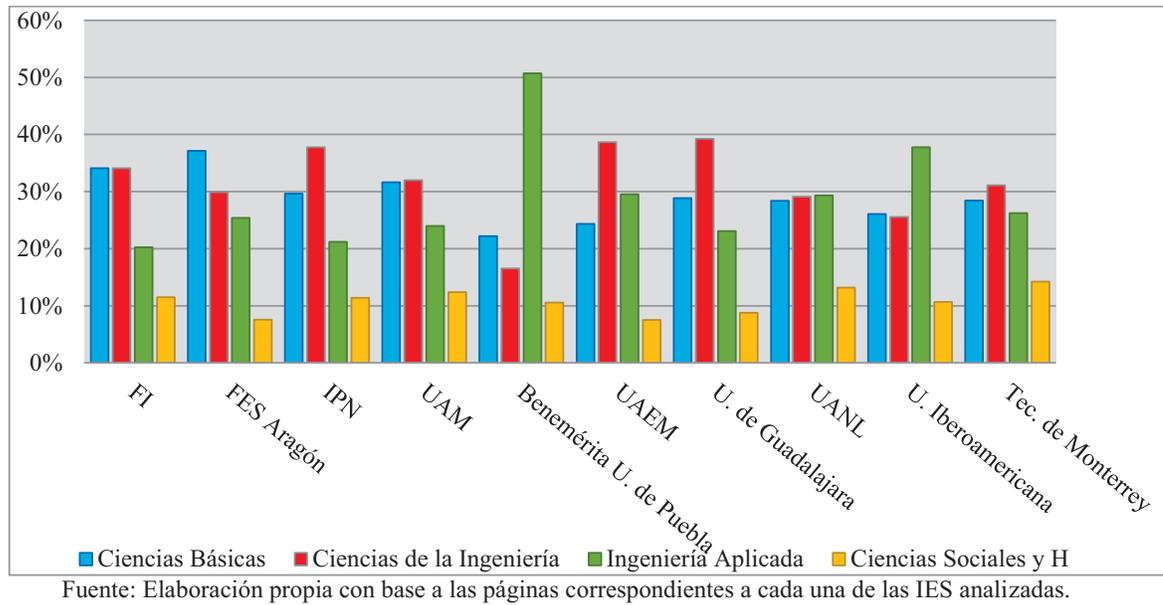
Fuente: Elaboración propia con base a las páginas correspondientes a cada una de las IES analizadas.

En las barras de la gráfica I.10, es posible señalar que nuevamente la FES Aragón es número uno en materias de matemáticas. Para el caso de esta carrera, la acompaña en esta tendencia la Facultad de Ingeniería, por lo anterior, hasta el momento podemos decir que cuatro de las cinco carreras de ingeniería analizadas tienen un predominio en esta área en particular.

I.5.1.5 Ingeniería Mecánica (IMC), o Mecánica-Eléctrica (IME).

En quinto lugar, haremos el mismo ejercicio para revisar los contenidos temáticos y los porcentajes de matemáticas.

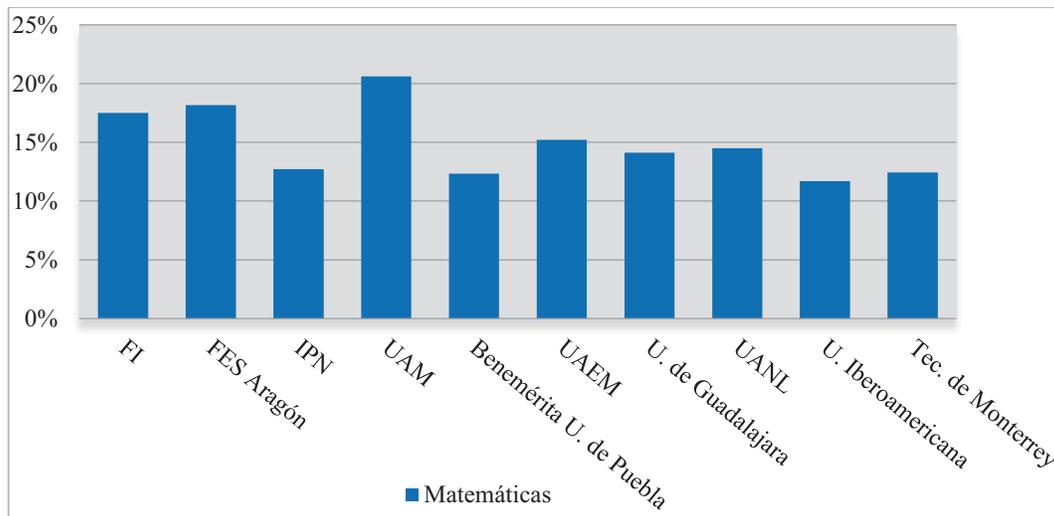
Gráfica I.11 Comparación de los contenidos temáticos para Ingeniería Mecánica, o Mecánica-Eléctrica.



En la gráfica I.11 es posible observar que Ingeniería Mecánica es una de las carreras con más diversidad en el número de créditos asignados por área, así vemos que sobresalen ligeramente las CI, (ocho veces entre los dos primeros lugares) y en una proporción parecida, las CB y las de IA.

A continuación se observará la concentración única y exclusivamente del porcentaje de matemáticas.

Gráfica I.12 Comparación de matemáticas para Ingeniería Mecánica, o Mecánica-Eléctrica.



Para la carrera de Ingeniería Mecánica en la gráfica anterior, destaca por primera vez la UAM con su predominio en el área de matemáticas, esto se debe a que incluso algunas de sus materias optativas son de ésta área del conocimiento, seguida por la FES Aragón, y muy de cerca, le sigue la FI; de manera tal que vuelve a aparecer el hecho de que en la UNAM se encuentran de manera importante las materias de matemáticas.

En las gráficas anteriores, podemos percatarnos que se manifestaron diferencias con respecto a la Tabla I.10, pues en algunas ocasiones pese a tener la misma cantidad de materias, factores como la duración de la carrera (ocho, nueve o diez semestres) o el valor que tienen en créditos académicos, modifican los contenidos matemáticos comparados con la carrera en su totalidad.

Así mismo, es notorio que, las escuelas privadas tienen un menor contenido de matemáticas concentrándose siempre dentro de los primeros tres lugares (de menor a mayor), sin embargo, resulta peculiar que instituciones como el IPN y la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla en casi todas las ocasiones también entran dentro de los tres lugares mencionados, así pues, podemos concebir que estas diferencias existen gracias a los distintos contextos académicos en los que se encuentran las instituciones.

Al analizar las universidades, no se debe pasar por alto la diferente agrupación y clasificación de los planes de estudio de cada institución en particular, por ello, presentamos en el Anexo A.5 en donde se encuentran datos adicionales con el ánimo de mostrar las peculiaridades encontradas.

Capítulo II. Nivel académico que ostentan los jóvenes antes de entrar a los estudios de educación superior (Prueba PISA, Método Singapur y Examen diagnóstico).

En el capítulo anterior, fue posible señalar algunos aspectos de la evolución que ha tenido la ingeniería en nuestro país, así como, lo que las IES se preocupan por transmitir a las generaciones subsecuentes. Para continuar este estudio, se utilizará como antecedente un análisis a uno de los múltiples problemas que detiene a la formación de los futuros ingenieros: la deserción, que en este caso, será abordada desde el punto de vista de la formación matemática y nos permitirá observar cómo ha sido su recepción a lo largo de los años.

Similar a este trabajo es el de Patricia Camarena (2012), donde formula una metodología para la enseñanza de las ciencias básicas en donde señala que esta ha sido aplicada parcialmente en ESIME, ESCOM y UPIBI del Instituto Politécnico Nacional. Dicho trabajo encuentra las mismas debilidades de las ciencias básicas de las que somos conscientes y compartimos opinión. La mencionada autora propone tres etapas para llevar a cabo su metodología: una “Etapa Central” que hace un análisis de los textos de los cursos específicos de la ingeniería para detectar los contenidos de cada área básica, tanto explícitos como implícitos (esta etapa requiere de un gran esfuerzo y relación entre los docentes en activo, para encontrar la información). La siguiente etapa, **que es la que coincide con los temas que se abordarán en este Capítulo**, es la “Etapa Precedente” en la cual se diagnostica el nivel de conocimientos de cada área básica, que tienen los alumnos al ingreso de sus carreras. Y la última, “Etapa Consecuente”, que coincide con la actividad que describiremos en el Capítulo III, la cual consiste en efectuar entrevistas a los ingenieros en ejercicio, sobre el uso que tienen de las ciencias básicas en su labor profesional.

Respecto a lo mencionado anteriormente, se puede apreciar, que para llevar a cabo la Etapa Central se requiere de la participación de prácticamente todos los académicos, por lo que, consideramos en este trabajo, no es posible llegar a efectuar dicho logro, sin embargo, las otras dos etapas, bien caben en nuestro análisis, de manera que nos sea posible detectar cuales son las necesidades que deben ser cubiertas en la formación y egreso de los estudiantes, con respecto a las matemáticas.

Antes de comenzar a hablar de una preparación universitaria e incluso del nivel con el que ingresan a las IES, es necesario explorar, cuáles son las deficiencias que los jóvenes presentan desde su etapa de educación obligatoria, para conocer un poco sobre esta situación, y visualizar las fortalezas y deficiencias que se suscitan, tendremos que referenciar a un panorama internacional, afortunadamente, existe un programa que se encarga de una evaluación de los alumnos con las características antes mencionadas, nos referimos a la Prueba PISA que tiene como finalidad evaluar la formación de los alumnos una vez culminados sus estudios básicos, pero ¿de qué se trata concretamente este programa? A continuación se explicará en que consiste.

II.1 La prueba PISA.

Desde 1961 existe un organismo preocupado por buscar respuestas a los problemas comunes, identificar buenas prácticas y coordinar políticas locales e internacionales, nos referimos a la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, (OCDE), que reúne a 34 países, con el fin de lograr la máxima expansión posible del crecimiento económico y el empleo, y un mejor nivel de vida de los países miembros, sin dejar de mantener la estabilidad financiera, y de esa forma, contribuir: al desarrollo de la economía mundial, a una sana y sólida expansión económica en países –tanto miembros como no miembros– que estén en pleno proceso de desarrollo económico, etc.

Algunos de sus miembros son: Alemania, Reino Unido, Francia, España, Finlandia, Australia, Japón, Estados Unidos, Canadá, México por mencionar algunos.

Un proyecto en particular de este organismo es el que nos despierta interés, la Prueba PISA, por sus siglas en inglés: Programme for International Student Assessment, que significa, Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos, cuyo fin es el de evaluar la formación en aquellos que han culminado su etapa de estudios obligatorios, hacia los 15 años. Este programa destaca como un recurso para ofrecer información abundante y detallada que permita a los países miembros adoptar las decisiones y políticas públicas necesarias para mejorar los niveles educativos.

A grandes rasgos, este programa trata de una evaluación en forma de examen que se aplica cada tres años (comenzando a partir del año 2000) a una muestra de alumnos de cada país, alrededor de 4,500 o 10,000. Cada año de su realización se ha concentrado en alguna de las tres áreas que son evaluadas; en el 2000 se dio especial atención a la competencia en lectura, en el 2003 a las matemáticas y en 2006 a las competencias en el área de ciencias, esto quiere decir que el examen cuenta con alrededor de un 66% de contenido del rubro en el que se especializará cada año, y un 17% para las dos restantes.

Un punto importante el cual se considera de esta prueba, es que no evalúa conocimientos específicos, más bien se enfoca en las destrezas y conocimientos que tienen los participantes, fruto de numerosas circunstancias más allá de la educación escolar. Los resultados de la prueba describen el grado en el que se presentan las competencias estudiadas y permiten observar la ubicación de los resultados de cada país en el contexto internacional.

Para efectuar la evaluación en el área de matemáticas se han establecido seis niveles de competencia tanto en la escala combinada, como en las sub-escalas que se refieren a los componentes particulares, cantidad, espacio y forma, cambio y relaciones probabilidad. Los niveles de la escala combinada se definen como sigue:

Nivel 6 (más de 668 puntos). Los estudiantes que alcanzan este nivel son capaces de conceptualizar, generalizar y utilizar información basada en sus investigaciones y en su elaboración de modelos para resolver problemas complejos. Pueden relacionar diferentes fuentes de información. Demuestran pensamiento y razonamiento matemático avanzado. Pueden aplicar sus conocimientos y destrezas en matemáticas para enfrentar situaciones novedosas. Pueden formular y comunicar con precisión sus acciones y reflexiones.

Nivel 5 (de 607 a 668 puntos). En este nivel los estudiantes pueden desarrollar y trabajar con modelos para situaciones complejas. Pueden seleccionar, comparar y evaluar estrategias adecuadas de solución de problemas complejos relacionados con estos modelos. Pueden trabajar de manera estratégica al usar ampliamente habilidades de razonamiento bien desarrolladas, representaciones de asociación y caracterizaciones simbólicas y formales.

Nivel 4 (de 545 a 606 puntos). Los estudiantes son capaces de trabajar efectivamente con modelos explícitos para situaciones complejas concretas. Pueden seleccionar e integrar diferentes representaciones, incluyendo símbolos y asociándolos directamente a situaciones del mundo real. Pueden usar habilidades bien desarrolladas y razonar flexiblemente con cierta comprensión en estos contextos. Pueden construir y comunicar explicaciones y argumentos.

Nivel 3 (de 483 a 544 puntos). Quienes se sitúan en este nivel son capaces de ejecutar procedimientos descritos claramente, incluyendo aquellos que requieren decisiones secuenciales. Pueden seleccionar y aplicar estrategias simples de solución de problemas. Pueden interpretar y usar representaciones basadas en diferentes fuentes de información, así como razonar directamente a partir de ellas. Pueden generar comunicaciones breves para reportar sus interpretaciones.

Nivel 2 (de 421 a 482 puntos). En el segundo nivel los alumnos pueden interpretar y reconocer situaciones en contextos que requieren únicamente de inferencias directas. Pueden extraer información relevante de una sola fuente y hacer uso de un solo tipo de representación. Pueden emplear algoritmos, fórmulas, convenciones o procedimientos básicos. Son capaces de hacer interpretaciones literales de los resultados.

Nivel 1 (de 358 a 420 puntos). Los estudiantes son capaces de contestar preguntas que impliquen contextos familiares donde toda la información relevante esté presente y las preguntas estén claramente definidas. Son capaces de identificar información y desarrollar procedimientos rutinarios conforme a instrucciones directas en situaciones explícitas. Pueden llevar a cabo acciones que sean obvias y seguirlas inmediatamente a partir de un estímulo.

Por debajo del nivel 1 (menos de 358 puntos). Se trata de estudiantes que no son capaces de realizar las tareas de matemáticas más elementales que pide PISA.

Tomando en cuenta que cada tres años la prueba PISA se realiza en distintas especialidades (lectura, matemáticas y ciencias) para el 2003 tuvo el inicio en el área de matemáticas, el cual se repitió hasta el 2012, por ello, tomaremos esta información, ya que la siguiente prueba PISA orientada a ésta área se realizará en el año 2021.

II.1.1 La Prueba PISA 2012.

Al observar los resultados con los comentarios de los especialistas que elaboraron este reporte, se tiene una gran ventaja, la cual aprovechamos, para sustentar las distintas posiciones de este trabajo de tesis. Debido a las evaluaciones de la prueba PISA, el Instituto Nacional de Evaluación de la Educación de México (INEE) ha señalado, “el enfoque memorístico acostumbrado en la enseñanza nacional, como un factor que debe

revisarse, en beneficio de una enseñanza que enfatice más el desarrollo de las capacidades que la retención de información”.

II.1.1.1 Nivel de desempeño y comparación con la OCDE.

- Entre PISA 2003 y PISA 2012, México aumentó su matrícula de jóvenes de 15 años en educación formal (del 58% a poco menos del 70%). El rendimiento de estos alumnos en matemáticas también mejoró (de 385 puntos en 2003 a 413 puntos en 2012), el cual cabe destacar fue uno de los más importantes entre los países de la OCDE. Sin embargo, en PISA 2012, el 55% de los alumnos mexicanos no alcanzó el nivel de competencias básicas (nivel 2) en matemáticas, cuando el puntaje promedio era de 494, esa diferencia es equivalente a casi dos años de escolaridad. De mantenerse las tasas de mejora actuales, a México le tomará más de 25 años para alcanzar los niveles promedio actuales de la OCDE en matemáticas. *Al respecto, desde nuestro punto de vista pese al incremento que se obtuvo en la matrícula y puntuación, estos siguen estando muy por debajo de las estadísticas de los demás países, por lo que costará mucho estar en la media.*

- Menos del 1% de los alumnos mexicanos de 15 años logra alcanzar los niveles de competencia más altos (niveles 5 y 6) en matemáticas. En los otros países el nivel 5 y 6 es acaparado por el 13% en promedio, (539 puntos). *Lo anterior refleja que hay una correlación entre los bajos resultados y el bajo porcentaje de alumnos mexicanos sobresalientes.*

- Tanto los alumnos de buen desempeño (90% o mayor) como los de más bajo desempeño (10%) muestran mejoras en su rendimiento, aunque éstas son más fuertes entre alumnos de más bajo desempeño. Si el percentil 10 en matemáticas estaba en 276 puntos en 2003, éste mejoró a 320 puntos en 2012; si el percentil 90 estaba en 497 puntos en 2003, éste mejoró a 520 puntos en 2012. *Se observa con estos datos, que principalmente ocurrió algo, que suponemos fue una mejor atención de los profesores sobre los de bajo porcentaje.*

II.1.1.2 Comparación de género.

- Al hacer comparaciones de género, los hombres obtienen, en promedio, puntajes más altos en matemáticas que las mujeres (30 puntos de diferencia). En México, como prácticamente en toda la OCDE, al comparar un hombre con una mujer con el mismo rendimiento en matemáticas, la mujer muestra más ansiedad hacia las matemáticas y tiene menos confianza en sus habilidades matemáticas. Estas brechas de género no se han alterado desde 2003. La experiencia con otros países demuestra que éstas brechas pueden cerrarse. *Los datos muestran, de alguna manera, porque en las carreras de ingeniería encontramos más hombres que mujeres.*

II.1.1.3 Puntualidad.

- En México, el 40% de los alumnos de 15 años declara haber llegado tarde a la escuela al menos una vez en las dos semanas antes de dar la prueba PISA y el 22% señala haber faltado a alguna clase o el día completo sin autorización. Estos porcentajes están por arriba del promedio OCDE (35% y 18%, respectivamente). Los alumnos que reportan haber llegado tarde a clases obtienen al menos 10 puntos menos en matemáticas que

aquellos que reportan no haber llegado tarde. *Lo anterior nos muestra que para recibir una formación matemática de calidad, se requiere constancia en la asistencia a clases.*

II.1.1.4. La ansiedad.

- Los alumnos que sienten ansiedad hacia las matemáticas tienden a evitarlas, privándose así de la posibilidad de emprender carreras profesionales relacionadas con esta materia. Los altos niveles de ansiedad en torno a las matemáticas tienen consecuencias negativas en el corto plazo, en términos de menor rendimiento en matemáticas, pero también en el largo plazo, en términos de potencial escasez de profesionales en áreas relacionadas con esta materia. *Al respecto, en el mundo, cada vez tenemos noticias de que se incrementa la ansiedad y con lo anterior nos percatamos surge a más temprana edad.*

- En México, el nivel de ansiedad hacia las matemáticas es alta. Más de 75% de los alumnos mexicanos declara estar de acuerdo o muy de acuerdo con la afirmación “frecuentemente me preocupa que tendré dificultades en clases de matemáticas” y casi la mitad de los alumnos sienten ansiedad al intentar resolver problemas de matemáticas. En efecto, el índice de ansiedad hacia las matemáticas es, en México, el más alto de entre todos los países de la OCDE. *Es necesario revisar porque ocurre ese temor a las matemáticas principalmente en nuestro país. ¿Será debido a la manera actual para enseñarlas?*

II.1.1.5 Las relaciones entre profesores y alumnos.

- Los alumnos que asisten a escuelas con malas relaciones entre profesores y alumnos y con mal clima disciplinario tienden a mostrar menores niveles de compromiso con la escuela. Los alumnos en estos establecimientos tienen más probabilidades de llegar tarde, faltar sin autorización y tener actitudes negativas hacia la escuela. Establecer una comunidad escolar sólida puede ayudar a mejorar los niveles de compromiso de los alumnos con la escuela y el aprendizaje. Profesores y directivos deben ser capaces de identificar aquellos alumnos que muestran un compromiso débil, apoyándolos individualmente antes que esa falta de compromiso se consolide. *Desde nuestro punto de vista, es bastante significativo un buen ambiente escolar, pues este puede ser un factor importante para evitar tanta abstinencia de los alumnos y si el alumno se siente más confiado podrá comenzar a aprender más y sentirse motivado para emprender más desafíos.*

II.1.1.6 Recursos educativos.

- Entre los países que gastan menos de USD 50,000 en educar a cada alumno (de 6 hasta 15 años) hay una relación positiva entre el nivel de gasto en educación y el rendimiento en matemáticas promedio; sin embargo, existen importantes niveles de variación en el rendimiento promedio, incluso entre países con un nivel de gasto similar, por ejemplo el nivel de gasto en educación de México (USD 23,913) es levemente superior al de Turquía (USD 19,821), pero el rendimiento promedio de Turquía supera al de México por 34 puntos en matemáticas, o el equivalente a nueve meses de escolaridad. *Como se puede notar, nuestra inversión a la educación se encuentra cerca de 2 veces menor a la mínima recomendada, con el inconveniente extra para encontrar resultados satisfactorios en la misma proporción, lo cual no ocurre.*

- Al comparar a México con respecto a la OCDE en cuanto a escuelas con recursos educativos socio-económicamente altos, nuestro país se encuentra con la mayor desventaja de todos. En cuanto a los países que aplican la prueba PISA (detrás de Perú y Costa Rica) refleja un alto nivel de desigualdad en la distribución de recursos educacionales. *Con lo anterior podemos posicionar a nuestro país como bajo en recursos educativos y alta desigualdad de la distribución de los mismos.*

II.1.1.7 Autonomía de las escuelas.

- Los resultados de PISA muestran que los sistemas educativos exitosos tienden a otorgarle mayores niveles de autonomía curricular a sus escuelas. Esta autonomía suele venir acompañada de incentivos para que los establecimientos mejoren su gestión educativa. En Corea, Holanda, Hong Kong-China y Japón, por ejemplo, las escuelas tienen mayores niveles de responsabilidad para establecer las políticas de admisión, disciplina y evaluación, así como escoger qué libros y manuales se usan y qué cursos se ofrecen.

- Las escuelas en México tienen, en términos comparativos, bajos niveles de autonomía curricular dentro de la OCDE, tampoco se encuentra posicionado como uno de los más altas en la prueba PISA.

- La provisión de mayor autonomía no asegura mejores rendimientos. Los mayores niveles de autonomía están relacionados con mayor rendimiento en matemáticas en contextos donde existe un ambiente colaborativo entre profesores y directivos y/o sistemas de rendición de cuentas. *En nuestro análisis, queremos acentuar lo dicho en este último párrafo, en donde se expresa que, aunque no en manera directamente proporcional, los mayores niveles de autonomía están relacionados con un mayor rendimiento en matemáticas.*

II.1.1.8 Comparación entre escuelas públicas y privadas.

En el informe que emiten los especialistas respecto a la calidad educativa y los mecanismos de mercado para impartir la educación, nos dice lo siguiente:

- La competencia entre las escuelas por los mejores alumnos, no tiene relación clara con el rendimiento de los mismos. Alumnos aventajados tienen mayores probabilidades de estar matriculados en escuelas privadas. Al comparar alumnos con el mismo nivel socio-económico, aquellos que están matriculados en escuelas privadas no tienen rendimientos más altos que aquellos matriculados en escuelas públicas.

- El 9% de los alumnos mexicanos asiste a escuelas privadas. Después de tomar en cuenta las diferencias en el nivel socio-económico de los alumnos y las escuelas, los alumnos en escuelas privadas no obtienen mejores puntajes en PISA que sus pares que están en escuelas públicas. *En la prueba PISA, no se encuentra por parte de los especialistas, alguna ventaja cuando se hace una comparación de los alumnos con el mismo nivel socio-económico.*

II.1.1.9 La reprobación.

- PISA revela que reprobado uno o más años escolares es una práctica costosa, ya que esto lleva a mantener a los alumnos más tiempo en la escuela y a dilatar su entrada al mercado laboral, así como disminuir el compromiso con la escuela y el aprendizaje.
- En México, 30% de los alumnos evaluados en PISA 2003 declararon haber reprobado al menos un año en primaria o secundaria; este porcentaje disminuyó al 15% entre aquellos evaluados en PISA 2012.
- La reducción de la tasa de reprobación escolar es positiva siempre y cuando venga acompañada de mejor apoyo para los alumnos que más lo necesitan y no se convierta en una aprobación automática de alumnos de un año a otro. *Antes de hablar de la poca inversión y de la reprobación, que se presenta en nuestro país, es conveniente la implementación de un plan general que tenga como propósito mover estos índices para el beneficio de la enseñanza de las matemáticas.*

II.1.2 La Prueba PISA 2015.

Esta evaluación se enfocó en el área de ciencias, como se explicó anteriormente. Por esta razón el informe PISA de este año, analiza los resultados en ciencias con mayor detenimiento que los resultados en matemáticas hechos en el año 2012.

- Los estudiantes de México obtuvieron en promedio 408 puntos en matemáticas, por debajo del promedio OCDE de 490 puntos. El promedio del 2015, está por debajo al obtenido el 2009 (419 puntos). Los jóvenes mexicanos de 15 años obtienen una diferencia de alrededor de 80 puntos por debajo de Portugal y España, y entre 10 y 15 puntos por debajo de los estudiantes de Chile y Uruguay, pero se sitúan por encima de Brasil, Colombia, la República Dominicana y Perú. En promedio, el rendimiento en matemáticas mejoró en 5 puntos por cada tres años entre el 2003 y el 2015. *Cabe señalar que esta tendencia a la alza tuvo su máximo en el 2009.*
- En 2015, México invierte USD 27,848 en educar a cada estudiante entre las edades de 6 a 15 años. Este nivel de gasto es 31% del promedio de la OCDE, mientras que el PIB per cápita de México (USD 17,315) es 44% del promedio de la OCDE.
- Los estudiantes en México declaran altos niveles de interés en ciencias comparados con sus pares en otros países de la OCDE, ya sea medido a través de sus expectativas de llegar a concluir carrera profesional relacionada con las ciencias, de sus creencias en la importancia de la investigación científica, o de su motivación por aprender ciencias. Sin embargo estas actitudes positivas están débilmente asociadas con el desempeño de los estudiantes en matemáticas. *Una vez más tal y como se observó en el 2012, los jóvenes pese a tener un gusto por las ciencias, (que también se relacionan con matemáticas) se ven limitados por sus conocimientos y habilidades para utilizar estas herramientas, lo cual también influye en la elección de carrera.*
- En promedio en los países de la OCDE, casi uno de cada cuatro estudiantes (23%) no alcanza el nivel 2 de competencia (recordar que el Nivel 2, establecido por las normas de la prueba PISA, se encuentra entre 421 y 482 puntos). En matemáticas, los estudiantes que no alcanzan dicho nivel pueden, de vez en cuando, realizar procedimientos rutinarios, tales como operaciones aritméticas en situaciones donde

todas las instrucciones les son dadas, pero ellos tienen problemas para identificar situaciones del mundo real, y representarlas matemáticamente (por ejemplo, comparar la distancia total entre dos rutas alternativas, o convertir precios a una moneda diferente). En México, el 57% de los estudiantes no alcanzan el nivel básico de competencias, lo cual es mayor que el porcentaje de Chile y Uruguay, a diferencia de Brasil, Colombia, la República Dominicana y Perú, en donde es menor. La proporción de estudiantes mexicanos que no alcanzan el nivel mínimo de competencia permaneció estable entre el 2003 y el 2015. *La tendencia no se ha podido revertir y permanecemos en el nivel 1 de competencias en promedio, lo cual implica que la mayoría no alcanza el nivel básico de competencia que se menciona, lo que repercute en la dificultad de resolver una situación más compleja.*

- En promedio, uno de cada diez estudiantes en los países de la OCDE (10.7%) alcanzan un nivel de competencia de excelencia en matemáticas. En México, 0.3% de los estudiantes alcanzan niveles de excelencia, por debajo de los porcentajes de Brasil, Chile y Uruguay. En el 2015, México tuvo una proporción similar de estudiantes que alcanzaron niveles de competencia de excelencia en matemáticas en comparación con el 2003, pero una menor proporción que en el 2006, 2009 y 2012. *Al recordar los datos para el 2012, se tenía un porcentaje de 0.6% de alumnos en el nivel 5 en comparación con el resultado para el 2015 que fue la mitad de esta pequeñísima proporción.*

- En México, los chicos en promedio superan a las chicas por 7 puntos; esta diferencia es mayor entre estudiantes de alto desempeño (16 puntos). En ambos niveles, la brecha de género es similar al promedio de la OCDE. No hubo cambios significativos en el tamaño de la brecha de género en el desempeño en matemáticas entre el 2003 y el 2015. *Cuando observamos esta diferencia en los estudiantes de alto desempeño, la brecha entre hombres y mujeres, aumenta.*

II.1.3 Comparación de México con los primeros lugares de la Prueba PISA, 2015.

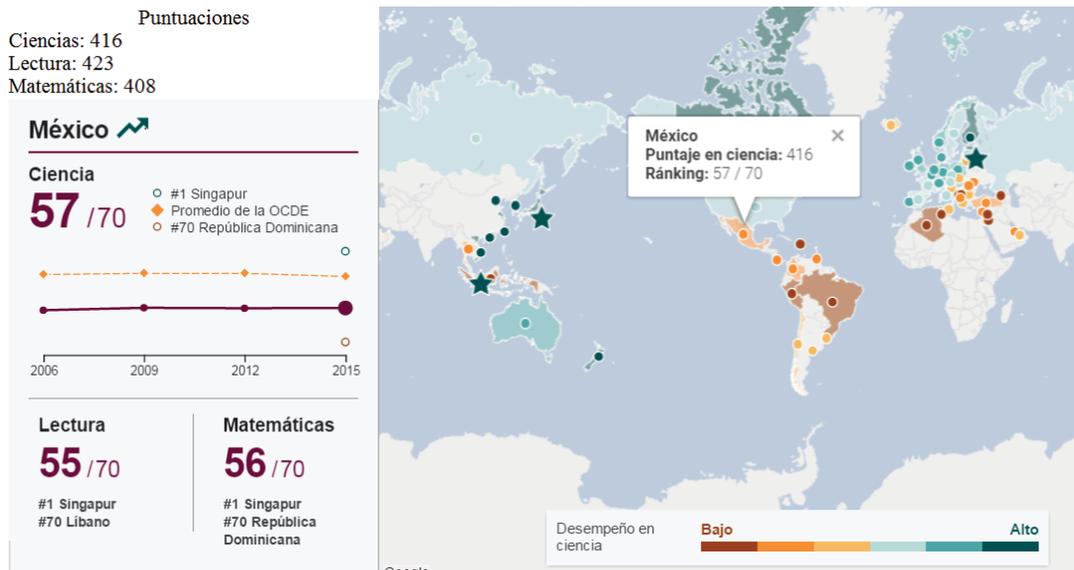
De acuerdo con BBC Mundo (Ver Figura 1), México obtuvo en la prueba PISA 408 puntos para el área de matemáticas y en el primer lugar se encontró a Singapur que logró 564 puntos, la diferencia entre estos dos países implica una equivalencia de aproximadamente tres años y cinco meses de retraso para México (cálculos realizados personalmente de acuerdo con los datos de la prueba PISA).

Para ubicar a los distintos países en un rango comparativo, nos basamos en los datos de BBC y nos parece interesante ubicar a los 10 primeros lugares en cuya relación México se encuentra en el lugar 56 de 70.

Los 10 primeros lugares en la prueba PISA, en el área de matemáticas, para el 2015 encontramos las siguientes zonas de clasificación: 1.- Singapur, 2.- China: Hong Kong, 3.- China: Macao, 4.- Taiwán, 5.- Japón, 6.- China: Pekín, Shanghai, Jiangsu y Guangdong, 7.- Corea del Sur, 8.- Suiza, 9.- Estonia y 10.- Canadá.

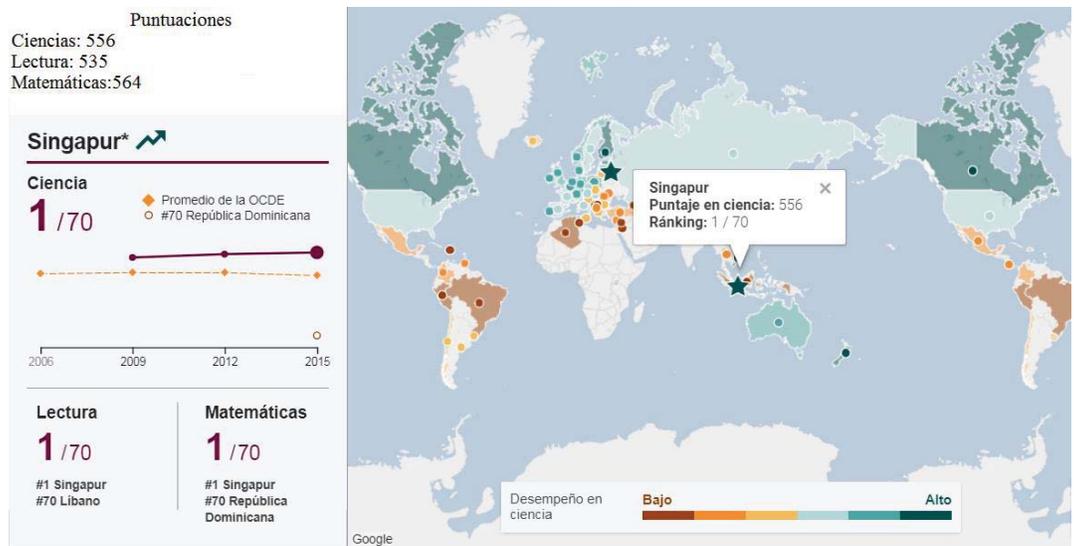
Al respecto de los anteriores posicionamientos, en Singapur, casi 4 de cada 10 alumnos (39.1%), alcanzan niveles 5 o 6 de excelencia, todo ello en las distintas áreas. México por otra parte, obtiene un porcentaje de 0.6% en el mismo año de referencia (2015).

Figura 1. Mapa de la puntuación de México en la prueba PISA con respecto a los demás países participantes.



Fuente: Martins, A. (6 de diciembre de 2016). Pruebas PISA: ¿cuáles son los países que tienen la mejor educación del mundo? ¿Y cómo se ubica América Latina? *BBC Mundo*. Recuperado de: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-38211248>.

Figura 2. Mapa de la puntuación de Singapur en la prueba PISA con respecto a los demás países participantes.



Fuente: Martins, A. (6 de diciembre de 2016). Pruebas PISA: ¿cuáles son los países que tienen la mejor educación del mundo? ¿Y cómo se ubica América Latina? *BBC Mundo*. Recuperado de: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-38211248>.

II.1.3.1 Método Singapur.

De los países antes mencionados, para la prueba PISA, el más consistente en el éxito de sus resultados es, sin duda, Singapur, que ocupó el primer lugar en las tres áreas que considera la prueba PISA (lectura, matemáticas y ciencias), por lo anterior se ha vuelto un foco de atención, por sus excelentes resultados. Es por esa razón que, incluso en nuestro país, se habla de la peculiar forma de enseñanza, conocida como el Método Singapur, el cual destaca por sus siguientes rasgos.

1. Para enseñar matemáticas desarrolla la comprensión, retención, gusto por la aplicación de las matemáticas y la **resolución de problemas de la vida diaria** a través de ejemplos sencillos. Estos programas **no** apuntan a **memorizar** sino a generar habilidades de fondo.
2. Tanto la enseñanza como el aprendizaje de las matemáticas, es aplicable a todos los niveles educativos, pues su propósito es el de resolver problemas sobre la base de una **adecuada lectura del planteamiento**, para conseguir una **solución acertada**.
3. Su cualidad ante otros métodos es la **disposición gráfica de los datos** y el manejo de algunos **objetos para el apoyo a la comprensión**, explicación y respuesta de los problemas. Su enseñanza va de lo concreto (material palpable) a lo pictórico (uso de imágenes y colores), para finalizar con lo abstracto (símbolos).
4. El enfoque particular del método Singapur, es que el **aprendizaje de conceptos matemáticos** se produce gradualmente, a la manera de una **espiral**, respetando el momento en el que el estudiante contará con la **madurez cognitiva** adecuada para entenderlo. Los contenidos se van retomando, con distintos grados de avance.
5. Otro de los principios básicos de este método es “la variación sistemática”, que es una ejercitación reiterada de problemas matemáticos, pero con ajustes graduales en la dificultad, no es que los estudiantes repitan los mismos hasta memorizarlos o mecanizarlos, no se enseñan procedimientos como en la enseñanza de las matemáticas de manera tradicional, sino que se les ayuda a **tomar las mejores decisiones** en ciertas circunstancias.
6. Con lo anterior el método Singapur, apoya a los estudiantes para que consigan **visualizar un problema** de matemáticas de forma fácil y por tanto, produce la **habilidad** de generar **estrategias mentales**, lo que propicia el pensamiento flexible para que los estudiantes consigan la mejor estrategia para aplicar en una situación de cálculo.
7. El procedimiento del Método Gráfico de Singapur comprende ocho pasos para resolver cualquier problema en forma rápida y sencilla.
 - Leer y analizar varias veces el problema

- Determina sobre qué o de quién se habla
- Dibuja una barra unidad (rectángulo)
- Lee nuevamente el problema frase por frase para evitar falsear u omitir información
- Ilustrar las cantidades del problema
- Identificar la pregunta guía, lo que ayudará a resolver el problema
- Realizar las operaciones correspondientes
- Escribir la respuesta con sus unidades

Como se podrá observar en estos pasos para el **Método Singapur** es muy importante la **comprensión del texto que se lee**, entender con claridad lo que se requiere, para llegar a la respuesta adecuada “mirando” o “tocando” los componentes del problema.

La actitud y participación del docente es clave, y claro su capacitación en el método, ya que es necesario que provoque el conocimiento a través del planteamiento de problemas, oriente a los estudiantes a tomar determinaciones adecuadas, y los conduzca a través de su propio conocimiento y posibilidades de resolución.

II.2 Nivel académico en matemáticas de los jóvenes que ingresan a la UNAM.

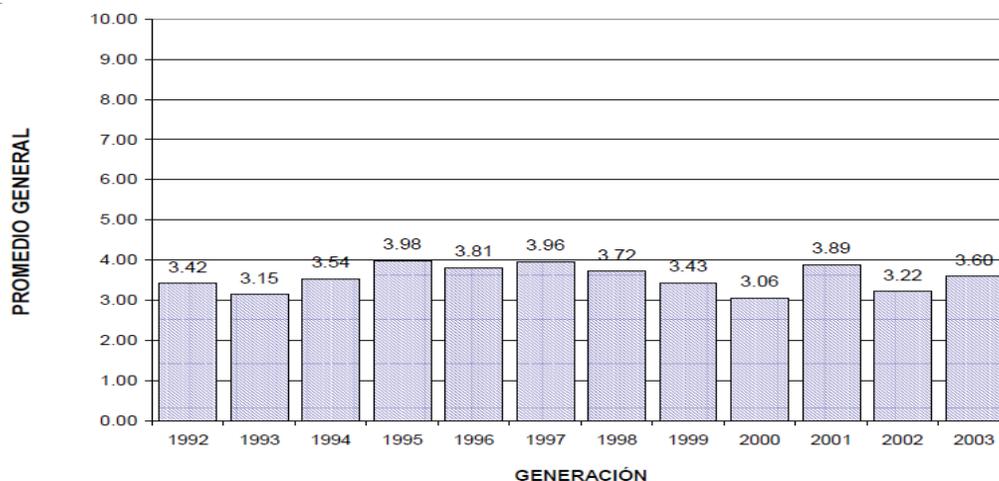
En términos generales la problemática actual, al referirnos a las matemáticas, es el bajo rendimiento. A nivel universitario, para las carreras de ingeniería, se acostumbra recibir a los jóvenes con un examen diagnóstico, que seguramente los llevará a la obligación de tomar un curso propedéutico. Todo lo anterior con el propósito, de que a lo largo de la permanencia en la institución, enfrente el menor número de problemas para el dominio de las herramientas matemáticas necesarias.

Para tener perspectiva del nivel de matemáticas con el que los jóvenes egresan del nivel medio superior, una buena fuente de información puede ser la misma UNAM, ya que esta capta a una gran número de aspirantes, que no se limita a la zona centro de la República, se extiende en todo el país con estudiantes deseosos de convertirse en ingenieros, siendo este el caso, se tuvo oportunidad de conseguir información al respecto sobre los conocimientos de matemáticas que los chicos poseen al ingreso de sus carreras de ingeniería.

II.2.1 Exámenes diagnóstico de matemáticas en la Facultad de Ingeniería.

En un estudio sobre las matemáticas y el abandono escolar que presenta la División de las Ciencias Básicas de la Facultad de Ingeniería de la UNAM de 1994 al 2003 (Barrera, 2003), fue posible darnos cuenta que para las carreras de ingeniería en este caso, la FI imparte 11 programas. Observamos en la Gráfica II.1, que el promedio general oscila entre calificaciones de 3 y 4, en escala de 0 a 10.

Gráfica II.1 Resultados del examen diagnóstico por generaciones. Promedio general.



Fuente: Barrera, G. F. (2003).

Lo anterior nos muestra que los alumnos del nivel bachillerato, aun cuando tengan la intención de estudiar ingeniería, tienen un bajo nivel en las ciencias básicas.

En el Cuadro II.1 del estudio referido, se observa un mayor desglose por ejemplo que los peores resultados se obtuvieron en Geometría Analítica (2.95), le sigue Trigonometría (3.29), Cálculo (3.53), Geometría Euclidiana (3.79) y al final Álgebra (4.77).

Cuadro II.1 Resultados en el examen diagnóstico en las áreas de matemáticas. Generaciones 1994 a 2003

ÁREA GENERACIÓN	ÁLGEBRA	TRIGONOMETRÍA	GEOMETRÍA EUCLIDIANA	GEOMETRÍA ANALÍTICA	CÁLCULO	PROMEDIO MATEMÁTICAS	NÚMERO DE ALUMNOS
1994	5.56	3.08	2.89	2.89	3.82	3.97	1761
1995	4.66	4.01	3.21	3.38	3.76	3.95	1652
1996	4.55	4.49	3.76	2.35	4.27	3.99	1735
1997	5.48	3.84	5.41	2.79	4.96	4.66	1791
1998	3.88	3.73	4.83	3.51	2.67	3.75	1749
1999	4.53	2.49	4.08	3.15	3.18	3.66	1639
2000	4.69	2.09	3.03	2.31	2.74	3.26	1318
2001	5.23	3.03	4.94	3.67	3.08	4.18	1523
2002	4.11	2.57	2.35	2.88	3.76	3.3	1794
2003	5.05	3.58	3.41	2.59	3.03	3.79	1776
PROMEDIO	4.77	3.29	3.79	2.95	3.53	3.85	1674

Fuente: Barrera, G. F. (2003).

En el Cuadro II.2 del estudio, se reporta una relación con la reprobación, deserción y resultado de las asignaturas que se imparten en las carreras de ingeniería como División de Ciencias Básicas. Al observar los promedios generales, el porcentaje de reprobación osciló alrededor del 50% y las materias más críticas fueron: Geometría Analítica (59.8%), Álgebra (57.4%), y Cálculo I (53.6%), en menor proporción tenemos la

reprobación en Cálculo II (43.9%), Cálculo III (41.8%) y Ecuaciones Diferenciales (39.8%). Ver el cuadro siguiente:

Cuadro II.2 Estadísticas de reprobación y deserción. 1994-1 al 2003-1.

ASIGNATURA INDICES SEMESTRE	ÁLGEBRA			CÁLCULO I			GEOM. ANA.			ÁLGEBRA LINEAL			CÁLCULO II			EC. DIF.			CÁLCULO III		
	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP	% REP	% NA	% NP
94 - 1	61	40	21	49	30	19	59	34	25	64	32	32	63	27	36	60	22	38	56	30	26
94 - 2	67	47	20	64	38	26	72	40	32	53	30	23	44	31	13	68	30	38	63	25	38
95 - 1	60	35	25	56	33	23	50	31	19	62	39	23	51	35	16	27	16	11	60	28	32
95 - 2	56	31	25	55	28	27	66	39	27	47	30	17	46	31	15	45	31	14	25	12	13
96 - 1	52	29	23	52	34	18	51	29	22	66	47	19	49	35	14	38	28	10	35	23	12
96 - 2	59	39	20	57	35	22	65	38	27	53	36	17	43	26	17	30	22	8	46	33	13
97 - 1	49	31	18	55	34	21	57	33	24	56	33	23	53	34	19	35	23	12	38	20	18
97 - 2	59	35	24	61	37	24	54	27	27	46	27	19	42	31	11	36	26	10	36	21	15
98 - 1	46	24	22	48	26	22	56	34	22	50	26	24	46	25	21	44	29	15	43	25	18
98 - 2	54	30	24	58	32	26	60	28	32	43	26	17	41	25	16	47	31	16	43	22	21
99 - 1	51	25	26	49	26	23	54	27	27	50	27	23	44	25	19	35	26	9	45	27	18
99 - 2 *	77	0	77	15	0	15	70	0	70	63	0	63	4	0	4	1	0	1	1	0	1
2000 - 1**	56	2	54	51	4	47	52	3	49	39	1	38	35	2	33	32	1	31	44	1	43
2000 - 2	68	32	36	68	32	36	70	24	46	54	21	33	47	25	22	47	20	27	44	19	25
2000 - 3	58	26	32	59	28	31	57	22	35	54	19	35	49	20	29	46	16	30	45	21	24
2001 - 1	41	19	22	45	18	27	55	25	30	57	29	28	52	19	33	41	17	24	50	26	24
2001 - 2	65	35	30	62	31	31	67	24	43	53	25	28	46	23	23	44	19	25	42	17	25
2002 - 1	53	32	21	53	29	24	61	30	31	62	38	24	39	22	17	39	14	25	41	20	21
2002 - 2	60	27	33	61	35	26	64	23	41	52	23	29	36	16	20	42	16	26	46	24	22
2003 - 1	56	32	24	53	30	23	56	32	24	58	29	29	47	20	27	38	10	28	33	15	18
PROMEDIOS	57.4	28.6	28.9	53.6	28.0	25.6	59.8	27.2	32.7	54.1	26.9	27.2	43.9	23.6	20.3	39.8	19.9	19.9	41.8	20.5	21.4

*Este semestre fue el de paro de actividades en la UNAM. Los índices de reprobación son bajos debido a que se les dio a los estudiantes la posibilidad de dar de baja las asignaturas no acreditadas. El número de alumnos que quedaron inscritos al término del semestre fue mucho menor en algunas asignaturas.

**Este semestre se desarrolló fuera de las instalaciones universitarias y la inscripción a las diferentes asignaturas correspondió a 2/5 aproximadamente de lo acostumbrado.

Fuente: Barrera, G. F. (2003).

II.2.2 Exámenes diagnóstico de matemáticas para los alumnos de ingeniería de la FES Aragón.

A continuación presentamos los resultados de exámenes de conocimiento, que normalmente el Departamento de Planeación Académica, correspondiente, a la Unidad de Planeación de la FES Aragón, realiza periódicamente a las 14 carreras que existen en la institución, para nuestro estudio, nos centraremos en las cinco carreras de ingeniería.

En las generaciones 2013 al 2017 se manejaron las cifras que corresponden al universo examinado en cada una de las carreras como se muestra a continuación:

Tabla II.1 Total de alumnos que realizaron el examen diagnóstico del 2013 al 2017.

Número de alumnos aceptados en alguna carrera de ingeniería.					
Carrera	2013	2014	2015	2016	2017
ICI	258	218	233	287	239
ICO	260	262	253	270	234
IMC	131	121	134	140	145
IID	113	111	122	134	93
IEE	113	119	134	169	145
TOTAL	875	831	876	1000	856

Fuente: Resultado del examen de conocimiento para el diagnóstico de las generaciones 2013-2017. Unidad de Planeación. Departamento de Planeación Académica. FES Aragón, UNAM.

La razón por la que el número de alumnos examinados para las carreras de ingeniería mecánica, industrial y eléctrica-electrónica son menores, es debido a que en el 2008 todas estas se encontraban en la matrícula de otra carrera llamada Ingeniería Mecánica Eléctrica.

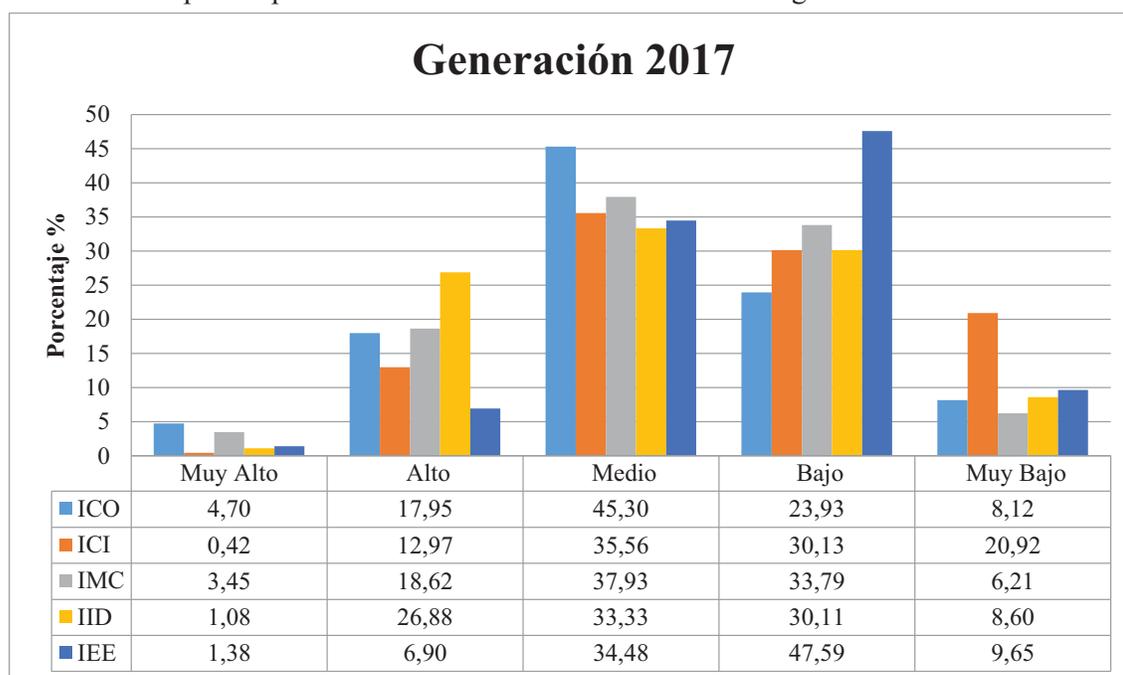
El examen se realizó para averiguar cuál era el nivel los alumnos en las siguientes áreas:

Física, literatura, química, geografía, matemáticas, biología, historia universal, historia de México.

Pero como en el capítulo anterior, en el presente trabajo, nos ocuparemos solamente de los resultados en cuanto a los exámenes diagnósticos de matemáticas.

Si nos acercamos a los datos más recientes, podemos encontrar que la FES Aragón ha dedicado tiempo para desarrollar una serie de listas con los resultados que los jóvenes han obtenido en los exámenes diagnósticos, en cada área del conocimiento; para fines del presente, nos centramos en la materia de matemáticas nuevamente y utilizaremos los resultados para el 2017 con el criterio que la misma FES Aragón tomó, para mostrar el panorama general, (Muy Alto, Alto, Medio, Bajo y Muy bajo).

Gráfica II.2 Examen diagnóstico, según los criterios de separación de la FES Aragón, para la prueba de matemáticas en las carreras de ingeniería.



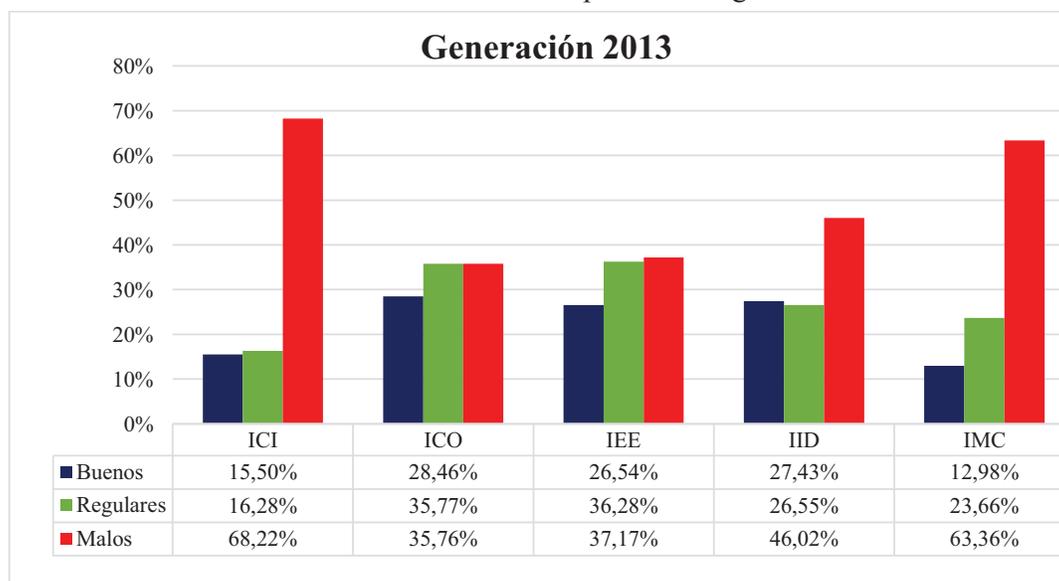
Fuente: Resultado del examen de conocimiento para el diagnóstico de las generación 2017. Unidad de Planeación. Departamento de Planeación Académica. FES Aragón, UNAM.

II.2.2.1 Resultados de los exámenes diagnóstico de matemáticas en la FES Aragón de las generaciones 2013 al 2017.

Tomando en cuenta los resultados que se obtuvieron en los exámenes diagnósticos de las cinco carreras, desde el año 2013 hasta el 2017, se pudo elaborar una serie de Gráficas II.3, II.4, II.5, II.6 y II.7, donde se reflejan las proporciones que se obtuvieron en los diferentes rubros, que van desde Muy Alto a Muy Bajo, (Ver Gráfica II.2).

Para facilitar en análisis optamos por unir los resultados de los extremos; es decir, sumamos los Muy Altos con los Altos, y los Bajos con Muy Bajos, el caso de los regulares, quedó sin alterarse.

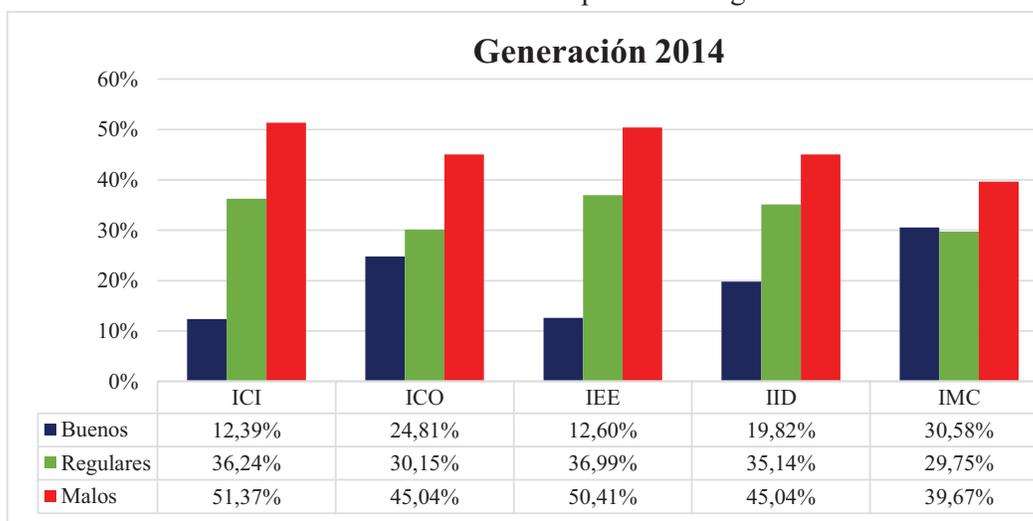
Gráfica II.3 Resultados de la prueba de Matemáticas en el examen Diagnóstico de Conocimientos de los alumnos de las carreras de Ingeniería de la Generación 2013 en la Facultad de Estudios Superiores Aragón.



Fuente: Elaboración propia, tomando los datos de los resultados del examen de conocimiento para el diagnóstico de la generación 2013. Unidad de Planeación. Departamento de Planeación Académica. FES Aragón, UNAM.

Es clara la diferencia entre los resultados malos y muy malos entre las cinco carreras de ingeniería, de la FES Aragón. Se aprecia un predominio significativo de malos resultados, principalmente en las carreras de ingeniería civil (Muy malo); ingeniería mecánica (malo) e ingeniería industrial (predomina también el malo). Las otras carreras (ICO e IEE) no tienen diferencias tan grandes.

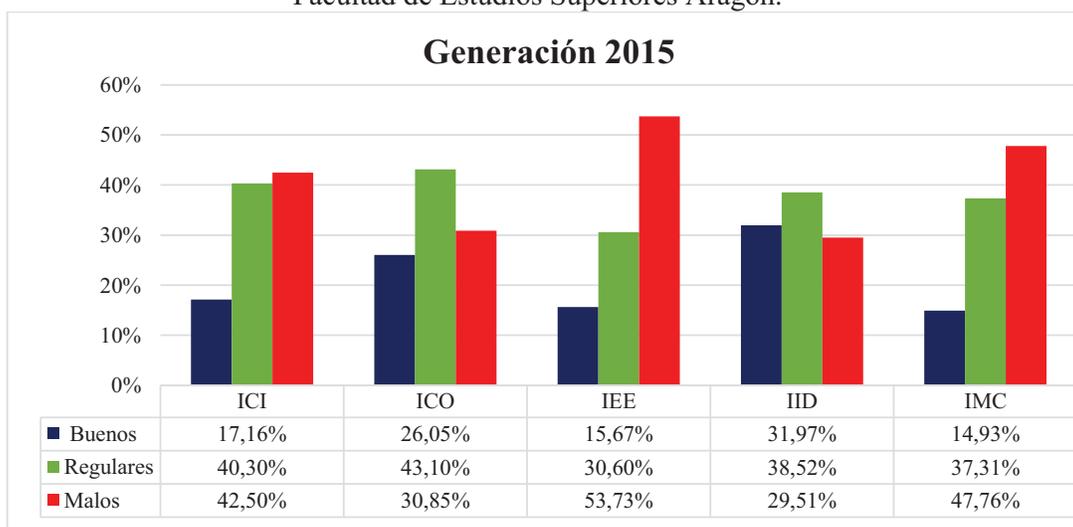
Gráfica II.4 Resultados de la prueba de Matemáticas en el examen Diagnóstico de Conocimientos de los alumnos de las carreras de Ingeniería de la Generación 2014 en la Facultad de Estudios Superiores Aragón.



Fuente: Elaboración propia, tomando los datos de los resultados del examen de conocimiento para el diagnóstico de la generación 2014. Unidad de Planeación. Departamento de Planeación Académica. FES Aragón, UNAM.

Trágicamente en el año 2014, la generación que entró a las cinco carreras de ingeniería, lo hizo con un predominio de malos resultados. En el lado contrario (muy buenos y buenos), predominan las carreras de IMC e ICO.

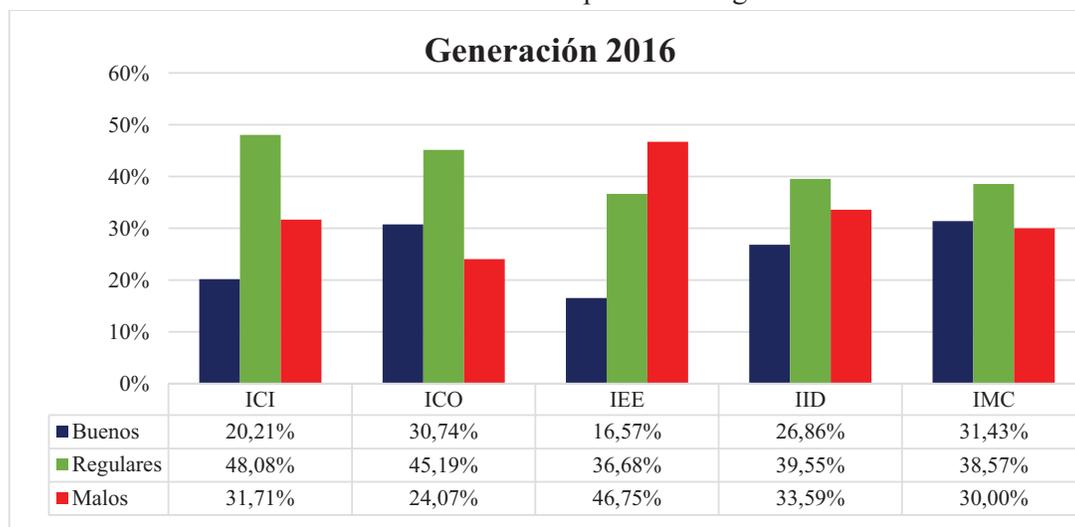
Gráfica II.5 Resultados de la prueba de Matemáticas en el examen Diagnóstico de Conocimientos de los alumnos de las carreras de Ingeniería de la Generación 2015 en la Facultad de Estudios Superiores Aragón.



Fuente: Elaboración propia, tomando los datos de los resultados del examen de conocimiento para el diagnóstico de la generación 2015. Unidad de Planeación. Departamento de Planeación Académica. FES Aragón, UNAM.

Aparentemente, los resultados del examen diagnóstico, en este caso en matemáticas, no tiene mucha relación con el tipo de carrera en la que se encuentran inscritos los alumnos, ya que, se aprecia otra circunstancia diferente que para el caso del 2015, deja en peor posición a IEE e IMC. Estas carreras tuvieron un predominio significativo entre los resultados malos y muy malos con respecto a los buenos y muy buenos.

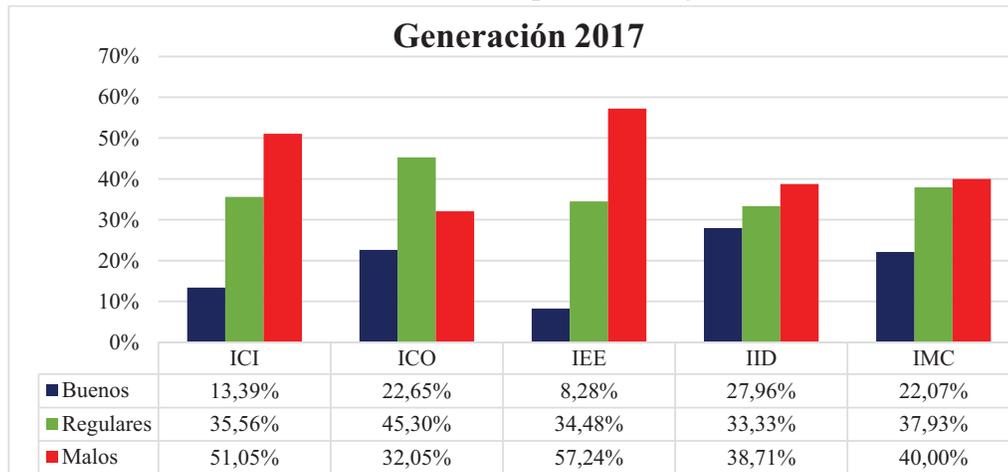
Gráfica II.6 Resultados de la prueba de Matemáticas en el examen Diagnóstico de Conocimientos de los alumnos de las carreras de Ingeniería de la Generación 2016 en la Facultad de Estudios Superiores Aragón.



Fuente: Elaboración propia, tomando los datos de los resultados del examen de conocimiento para el diagnóstico de la generación 2016. Unidad de Planeación. Departamento de Planeación Académica. FES Aragón, UNAM.

Los alumnos de nuevo ingreso para la generación 2016, en comparación con las analizadas anteriormente, responden a una distribución más normal, principalmente, en las carreras de ICI, ICO, IID e IMC, (hay un equilibrio aproximado, entre los muy altos-altos y los bajos-muy bajos). Solo la carrera de IEE, tuvo en ese año un predominio de resultados bajos.

Gráfica II.7 Resultados de la prueba de Matemáticas en el examen Diagnóstico de Conocimientos de los alumnos de las carreras de Ingeniería de la Generación 2017 en la Facultad de Estudios Superiores Aragón.

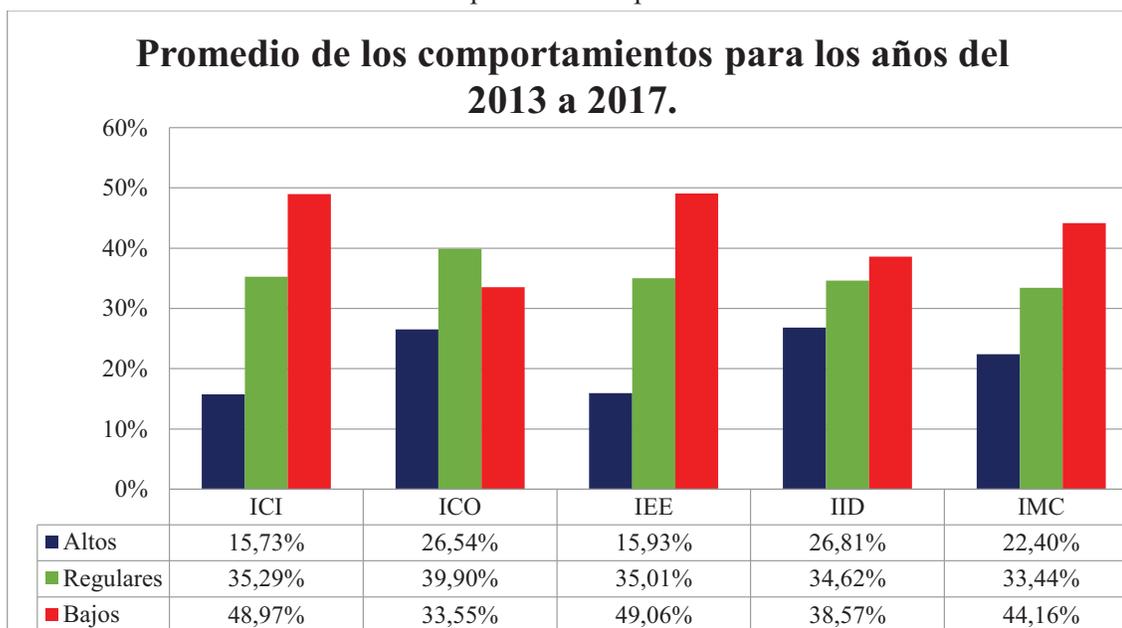


Fuente: Elaboración propia, tomando los datos de los resultados del examen de conocimiento para el diagnóstico de la generación 2017. Unidad de Planeación. Departamento de Planeación Académica. FES Aragón, UNAM.

Con el análisis de los resultados obtenidos para la generación 2017 y haciendo una remembranza de las generaciones 2013 al 2016, encontramos un leve predominio de los alumnos que ingresan a la carrera de ICO, y en varios casos, como ya se vio para ingeniería civil e ingeniería eléctrica-electrónica un predominio de los resultados bajos, en sus generaciones.

Ante la duda planteada en el párrafo anterior, procedimos a promediar los comportamientos que mostraran lo que sucedió en los últimos cinco años en el examen diagnóstico para las carreras de ingeniería de la FES Aragón, a continuación se muestra la Gráfica II.8, la cual, nos dará una tendencia más clara en el último lustro.

Gráfica II.8 Promedio de los comportamientos para los años del 2013 al 2017.



Fuente: Elaboración propia, tomando los datos de los resultados de los exámenes de conocimiento para el diagnóstico de las generaciones del 2013 al 2017. Unidad de Planeación. Departamento de Planeación Académica. FES Aragón, UNAM.

La gráfica anterior nos muestra que en cuatro de las cinco carreras de ingeniería predominan los malos resultados. La excepción es ingeniería en computación, la que junto con ingeniería industrial, sobresale en alumnos de mejor rendimiento. Al equilibrar los tres resultados, podemos decir, que la carrera con mejor rendimiento en matemáticas es ICO; en segundo lugar, IID, en tercero, IMC, y casi en igualdad de circunstancias, se encuentran las carreras de ICI e IEE.

Una posible explicación, la tendremos en la oferta y demanda de estas carreras en donde, por la misma circunstancia, la carrera de ICO tiene mayor demanda y por lo tanto acepta alumnos, aún con el pase automático de la UNAM, a los de mejor promedio.

Tabla II.2 Oferta de lugares por carrera, plantel y sede, para los concursos de selección 2014, 2015 y 2016, en la UNAM.

Carrera	Plantel	Oferta Febrero 2014	Demanda Febrero 2014	Oferta Febrero 2015	Demanda Febrero 2015	Oferta Febrero 2016	Demanda Febrero 2016
Ingeniería Civil	Facultad de Ingeniería	95	1173	95	1139	95	1263
Ingeniería Civil	FES Acatlán	70	522	70	642	70	638
Ingeniería Civil	FES Aragón	90	582	90	656	90	703
Ingeniería en Computación	Facultad de Ingeniería	60	1718	85	2160	85	2108
Ingeniería en Computación	FES Aragón	45	1015	45	1049	45	1086
Ingeniería Eléctrica Y Electrónica	Facultad de Ingeniería	60	600	75	1230	75	1520
Ingeniería Eléctrica Y Electrónica	FES Aragón	40	367	40	419	40	401
Ingeniería Industrial	FES Cuautitlán	25	347	25	463	25	483
Ingeniería Industrial	FES Aragón	25	375	25	460	25	477
Ingeniería Mecánica	Facultad de Ingeniería	30	902	45	1461	45	1562
Ingeniería Mecánica	FES Aragón	25	415	25	504	25	521
Ingeniería Mecánica Eléctrica	FES Cuautitlán	75	426	75	457	75	516

Fuente: Dirección General de Administración Escolar, UNAM.

Como podemos ver en la tabla anterior, en la carrera de ICO, tanto en la Facultad de Ingeniería como en la FES Aragón, hay alrededor de 24 alumnos que demandan un lugar en la mencionada carrera (24.8 y 24.13 respectivamente). En cambio, en la carrera ingeniería eléctrica-electrónica, hay una demanda de 20.26 en la FI, y para Aragón hay una demanda de 10.02.

Para la carrera de ICI, en la FI hay 13.61 alumnos demandando un lugar, en la FES Aragón y FES Acatlán son de 7.8 y 9.11 respectivamente.

Para complementar lo encontrado en la Gráfica II.8. También revisamos la Legislación Universitaria sobre el pase automático, generado en 1966 por una demanda estudiantil y aunque no de manera explícita se interpreta que donde hay más demanda se es más rígido en las cifras de aceptación.

Reglamento General de Inscripciones de la UNAM

Conforme al artículo 8 del Reglamento General de Inscripciones de la UNAM se establece que:

“Artículo 8°.- (Modificado en la sesión del Consejo Universitario del 1 de julio de 1997, publicado en Gaceta UNAM, el 7 del mismo mes y año, como sigue):

Artículo 8°.- Una vez establecido el cupo para cada carrera o plantel y la oferta de ingreso establecida para el concurso de selección, los aspirantes serán seleccionados según el siguiente orden:

- a) Alumnos egresados de la Escuela Nacional Preparatoria y del Colegio de Ciencias y Humanidades que hayan concluido sus estudios en un máximo de cuatro años, contados a partir de su ingreso, con un promedio mínimo de siete.
- b) Aspirantes con promedio mínimo de siete en el ciclo de bachillerato, seleccionados en el concurso correspondiente, a quienes se asignará carrera y plantel, de acuerdo con la calificación que hayan obtenido en el concurso y hasta el límite del cupo establecido. En cualquier caso se mantendrá una oferta de ingreso a egresados de bachilleratos externos a la UNAM”.

Capítulo III. Trabajo de Campo (entrevistas a los profesores de CI e IA).

Por regla general, el trabajo de campo es el conjunto de acciones encaminadas a obtener en forma directa datos de las fuentes primarias de información, es decir, de las personas, en el lugar y tiempo en que se suscita el conjunto de hechos o acontecimientos de interés para la investigación.

El trabajo de campo es el medio más directo para el acopio de la información, cuando la indagación carece de información bibliográfica. Tal es nuestro caso, en donde se habla de las matemáticas en la ingeniería; pero pocos libros o publicaciones le dan el enfoque hacia las herramientas matemáticas más importantes para las materias de CI e IA.

En este capítulo, comentaremos una serie de entrevistas que se llevaron a cabo de agosto a octubre del 2016, dirigidas a los académicos que imparten las asignaturas de Ciencias de la Ingeniería, así como de Ingeniería Aplicada.

III.1 Propósitos.

La entrevista es de gran utilidad para el estudio del objeto de investigación. Así el trabajo de campo constituye una técnica científica y que para este caso cumplió con cuatro propósitos de investigación:

- 1) Que obedezca la finalidad definida para la investigación.
- 2) Que pueda ser planeada sistemáticamente.
- 3) Que se registre sistemáticamente y se integre en proporciones generales.
- 4) Que se sujete a controles que la hicieron pertinente y fidedigna.

Las primeras dos condiciones fueron repetidas y analizadas hasta que nos quedó claro y fueron para nosotros conocidas de cerca, y las otras dos partes constituyen el objeto de los textos de metodología relativos a los problemas de estadística aplicada, tales como las que se relacionan con el tamaño, la estructuración y la representatividad de la muestra. Para nuestro caso no recurrimos a la delimitación del universo ni al cálculo de la muestra, debido a que, se realizó un estudio censal en donde fueron incluidas la mayoría de las materias, excepto las que no fueron programadas en aquella ocasión por pertenecer a un semestre par.

Ario Garza Mercado indica que, el empleo de controles en el trabajo de campo tiene por objeto que el grupo de trabajo aumente el dominio de sí mismo y de la información que recopila, mediante el uso de instrumentos y registros adecuados, con el fin de imprimir mayor exactitud a los resultados que pretende, haciéndoles fidedignos y comprobables para otros observadores competentes.

Existe el peligro de que la observación no controlada dé la sensación de que sabemos más de lo que estamos viendo, además, de que se involucran los sentimientos acerca del tema que se busca esclarecer. En la entrevista a los profesores tratamos de dejar fuera las emociones e hicimos las preguntas como una aclaración y extensión de nuestro conocimiento.

En nuestro caso particular, para darle la exactitud requerida a los datos que los entrevistados nos aportarían, se estableció que el registro de la información sería

grabada, con la finalidad, de obtenerla de manera más dinámica y con la finalidad de evitar errores en el acopio de la información.

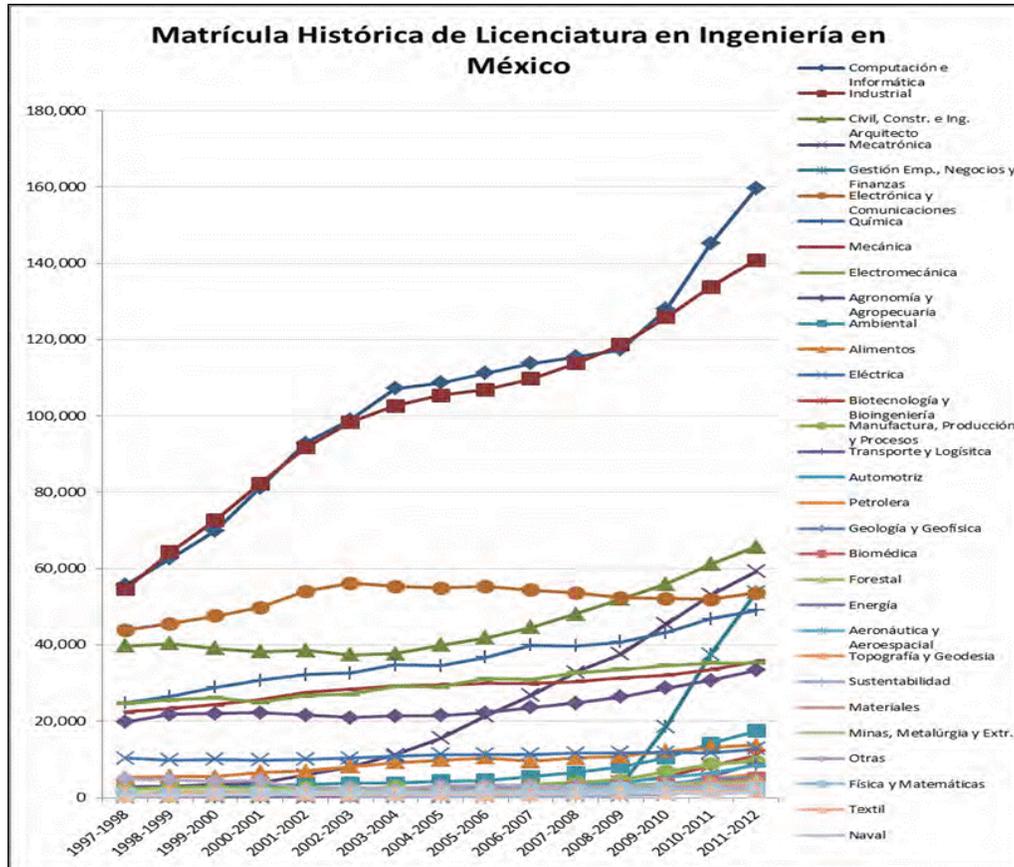
III.2 La entrevista.

La reunión con los profesores tuvo por objeto el acopio de testimonios verbales. En nuestro caso fue principalmente útil para obtener información que solo los profesores de las asignaturas señaladas anteriormente conocen. La entrevista no pretendía examinar una relación completa de las herramientas matemáticas, más bien, lo que se buscó fue la espontaneidad del profesor para saber qué temas tenía en mente en el momento de evocar su actividad académica.

Con el propósito de averiguar lo que el académico sabe o siente del uso de las herramientas matemáticas en los temas contenidos que imparte, se buscó una respuesta imparcial del entrevistado como testigo y se cuidó que predominara menos la personalidad del entrevistado, de esta manera incurrimos en un proceso colectivo que consideró 79 materias que son impartidas por 66 profesores. El número de asignaturas corresponde a las materias que pertenecen a las CI e IA de las cinco carreras de ingeniería, que se imparten en la FES Aragón (Ingeniería Civil, en Computación, Eléctrica-Electrónica, Mecánica e Industrial).

La razón por las que se eligió a las carreras antes mencionadas, es porque éstas son de las ingenierías principales al observar el panorama nacional de México.

Gráfica III.1



Fuente: ANUIES, Anuario Estadístico Digital 2012.

Así observamos, que para el ciclo 2011-2012, la matrícula en ingeniería nacional, consideró en primer lugar la carrera de Ingeniería en Computación e Informática (159,641 alumnos), en segundo lugar, Ing. Industrial con 140,876 alumnos, en tercer lugar, la Ingeniería Civil, Construcción e Ing. Arquitectónica con 65,725 alumnos.

Exactamente, la carrera de Ing. Eléctrica-Electrónica en la información estadística, no viene como tal, pero se muestran los datos para Mecatrónica 59,260, Electrónica y Comunicaciones 53,656 alumnos, le sigue la Ing. Química con 49,065 alumnos e Ing. Mecánica con 35,665 alumnos y al final, Electromecánica con 35,267 alumnos.

Por lo anterior, y considerando las carreras que se imparten en la FES Aragón, entrevistamos a profesores que pertenecen a las cinco antes indicadas.

A continuación, mencionaremos como se efectuó la indagatoria correspondiente.

III.2.1 Las preguntas.

El fin de contactar, al menos una materia a la vez, dentro del total de las que corresponden a CI e IA, hizo necesario pedirle al profesor expresara claramente sus ideas o conceptos, de tal manera, que no distorsionara la realidad en su caso. La estructuración de la entrevista se clasificó como libre para responder principalmente a dos cuestiones, la primera, señalar las herramientas matemáticas que considera

indispensables para impartir los temas de su materia, y para responder la segunda, se le pidió al académico que se ubicara como ingeniero fuera de la academia. En cada caso, las preguntas fueron, las herramientas matemáticas usadas en sus clases y como ingenieros fuera de la universidad.

En sí, el planteamiento fue el siguiente: ¿Cuáles son las herramientas matemáticas que emplea en las asignaturas que usted imparte?

Para el punto dos, se solicitó lo mismo, pero refiriéndonos a las herramientas matemáticas como ingeniero. ¿Cuáles son las herramientas matemáticas que emplea o empleó en cada una de sus funciones como ingeniero?

Al respecto, en el Anexo A.6, se podrán observar los cuestionarios empleados, en donde se captó la experiencia del profesor, tanto académicamente, como la del puesto o puestos que ha desempeñado.

Cabe hacer notar que las condiciones para contestar la pregunta por parte del entrevistado fueron casi ideales ya que encontramos en su actitud y el tiempo las siguientes cualidades:

- 1) Interés
- 2) Deseo de cooperar
- 3) Capacidad de observar
- 4) Sinceridad
- 5) Memoria
- 6) Imparcialidad
- 7) Habilidad para comunicarse verbalmente
- 8) Tipicidad

Estas condiciones aunque son consideradas como ideales, en nuestro caso en la mayoría las tuvimos todas juntas y fueron espontaneas.

La capacidad de observación, la sinceridad, la memoria y la imparcialidad fueron una constante en la respuesta de los entrevistados, nuestra ventaja fue que la mayoría de los académicos tienen habilidad para comunicarse y mostrar, con ello, que la información pretendida se logró cumpliendo nuestro propósito inicial.

III.2.2 Enfoque.

La recolección de los datos se fundamentó con la medición de variables o conceptos contenidos en las hipótesis, esta recolección de información se llevó a cabo con un enfoque cualitativo-cuantitativo.

El enfoque cualitativo se evaluó con preguntas abiertas, cuidando de que no hubiera manipulación ni estimulación con respecto a la realidad (Corbetta, 2003).

La parte cualitativa se fundamentó en una perspectiva interpretativa, centrada en el entendimiento del significado de las acciones de los académicos con “la camiseta puesta” de la institución a la que pertenecían (FES Aragón).

El enfoque cualitativo postula que la “realidad” se define a través de las interpretaciones de los participantes en la investigación con respecto a sus propias realidades. De este

modo, lo que se hizo, en este caso, fue buscar mediante el enfoque cuantitativo, la convergencia de varias “realidades” expresada con la viva voz de los profesores que impartían las asignaturas de CI e IA. Como lo establecen (Hernández, Fernández y Baptista, 2006) las realidades podían ser para los participantes y para el entrevistador. En el caso del primero, permanecieron constantes y para el entrevistador, la interacción con todos los actores creció conforme transcurrió el estudio. De ahí que la “realidad” se convirtió en una fuente de datos.

La recolección de información nos llevó a las características que posee el enfoque cuantitativo de investigación, el cual se puede medir y los fenómenos estudiados pueden observarse en el “mundo real”.

Con la combinación de lo cualitativo y cuantitativo en este estudio los cuadros explicativos cualifican y cuantifican la información para que sea confrontada por algunos estudios que se realicen en lo futuro en donde otros investigadores ocupen la misma metodología y sea posible encontrar los mismos resultados.

III.3 Las respuestas.

El trabajo de campo es la experiencia constitutiva porque distingue la disciplina, cualifica a los entes de la investigación y crea el cuerpo primario de sus datos empíricos (Stoking, 1993). A continuación, señalaremos las respuestas que los profesores nos proporcionaron con la “camiseta” de académico y posteriormente, mostramos al mismo profesor con las herramientas matemáticas que utiliza fuera de la docencia desempeñando algún puesto para ingeniero.

III.3.1 Académicos de las CI e IA.

Para nuestro caso, fue preciso conocer las herramientas matemáticas que utilizan los ingenieros en su campo laboral. Así mismo, fue propósito de este estudio ubicar las herramientas matemáticas que más se usan en las materias de CI e IA.

La intención para captar la información respecto a las herramientas matemáticas más importantes, consideré 79 materias diferentes de CI e IA, las cuales forman parte del mapa curricular de las cinco carreras de ingeniería estudiadas.

Para dejar más clara la respuesta obtenida, a continuación señalamos una por una las cinco carreras, en donde, mostramos en orden descendiente, la materia con sus respectivos temas específicos, primero la asignatura más importante para los profesores de dicha área, en segundo lugar, la que obtuvo menos frecuencia, pero sigue siendo importante, y así sucesivamente.

Tabla III.1 Ingeniería en Computación. Uso de las principales herramientas matemáticas en las asignaturas de CI e IA.

Álgebra (1)	Cálculo Diferencial e Integral (2)	Geometría Analítica (5)	Álgebra Lineal (4)	Cálculo Vectorial (6)	Probabilidad y Estadística (6)	
10 (47.61%)	7 (33.33%)	3 (14.28%)	4 (19.04%)	2 (9.52%)	2 (9.52%)	
Ecuaciones Diferenciales (3)	Métodos Numéricos (6)	Estructuras Discretas (6)	Aritmética (7)	Investigación de Operaciones y Sistemas (8)	Total de Profesores Entrevistados	Total de materias
6 (28.57%)	2 (9.52%)	2 (9.52%)	1 (4.76%)	0 (0%)	18	21 (100%)

Fuente: Entrevista Directa.

El número entre paréntesis señala el orden de importancia.

Con el privilegio de la entrevista, no aceptamos por respuesta solo el nombre de la materia. Preguntamos sobre los temas principales y de las materias principales, de tal forma que más adelante mencionaremos solo las que tienen como agregado una parte del temario.

A continuación mencionamos aquellas materias que los profesores entrevistados ubican algunos de sus temas. Las que no se mencionan fueron recordadas solamente por su nombre.

1. **Álgebra.** Los profesores se refirieron a los temas álgebra básica (mencionado dos veces), teoría de conjuntos, matrices, números complejos, polinomios, logaritmos de base 2.
2. **Cálculo Diferencial e Integral.** Los temas que los profesores apreciaron fueron: Cálculo integral básico (mencionado dos veces), derivación.
3. **Ecuaciones diferenciales.** Los temas considerados fueron: Transformada de Laplace (mencionado cuatro veces), identidad de Euler, lo básico para modelos matemáticos.
4. **Geometría Analítica.** Los temas señalados fueron: Expresiones de onda, identidades trigonométricas.
5. **Probabilidad y Estadística.** El tema considerado fue: Estadística.
6. **Métodos numéricos.** Los temas considerados fueron: Interpolación y cálculo de errores.
7. Las materias que no se mencionan en esta lista solo fueron recordadas por su nombre y no por sus temas.

Es posible observar en el cuadro anterior que hay tres asignaturas de las CB que predominan, cuyo contenido es más importante para los profesores entrevistados, así vemos que en primer lugar, la teoría de conjuntos, matrices, números complejos, polinomios y logaritmos de base 2, corresponden a la materia de Álgebra, son los que casi ocupan la mitad (47.61%) de las necesidades de herramientas matemáticas para impartir las materias, que corresponden a los semestres avanzados en ingeniería en computación. Las otras asignaturas predominantes son Cálculo Diferencial e Integral (33.33%) y Ecuaciones Diferenciales (28.57%).

Existe otra materia que forma parte de las ciencias básicas pero solamente para ICO, se trata de Investigación de Operaciones y Sistemas, a diferencia de las otras cuatro carreras. Cabe señalar que esta última materia, ninguno de los 18 profesores

entrevistados la considero como parte básica o importante para la enseñanza de su materia.

Las otras asignaturas mencionadas en la tabla con menor porcentaje a los aludidos, se mencionaron con menor frecuencia, sin embargo, nuestro propósito de entrevista pretendía (lo cual creemos es un éxito) conocer lo que predomina en la mente de los profesores involucrados.

Tabla III.2 Ingeniería Civil. Uso de las principales herramientas matemáticas en las asignaturas de CI e IA.

Álgebra (1)	Cálculo Diferencial e Integral (3)	Geometría Analítica (5)	Álgebra Lineal (6)	Cálculo Vectorial (7)	
14 (58.33%)	8 (33.33%)	3 (12.5%)	1 (4.17%)	0 (0%)	
Probabilidad y Estadística (4)	Ecuaciones Diferenciales (6)	Métodos Numéricos (6)	Aritmética (2)	Total de Profesores Entrevistados	Total de materias
5 (20.83%)	1 (4.17%)	1 (4.17%)	10 (41.66%)	19	24 (100%)

Fuente: Entrevista Directa.

El número entre paréntesis señala el orden de importancia.

Con el privilegio de la entrevista, no aceptamos por respuesta solo el nombre de la materia. Preguntamos sobre los temas principales y de las materias principales, de tal forma que más adelante mencionaremos solo las que tienen como agregado una parte del temario.

1. **Álgebra**. Se mencionó: Álgebra básica (seis veces).
2. **Cálculo Diferencial e Integral**. Los temas mencionados fueron: Cálculo Diferencial e Integral básico (tres veces), Cálculo Diferencial.
3. **Probabilidad y Estadística**. Se señalaron los siguientes temas: Diagrama de Pareto, Teorema de Bayes, modelos Gaussianos, estadística estocástica y variables aleatorias, probabilidad.
4. **Geometría Analítica**. Los temas mencionados fueron: Trigonometría y propiedades geométricas.
5. **Ecuaciones diferenciales**. Se señaló lo siguiente: Conocimiento básico para modelos matemáticos.
6. **Métodos numéricos**. El tema mencionado fue: Método de Gauss-Jordan.

En el cuadro anterior podemos apreciar que para la carrera de Ingeniería Civil también predomina el Álgebra como la materia con contenidos matemáticos más útiles para las materias avanzadas, en segundo lugar, y llama la atención, que la mayoría de las herramientas matemáticas empleadas corresponden a los conocimientos de Aritmética, materia no programada como tal en el plan de estudios para las carreras de ingeniería (se supone que las bases aritméticas se vieron antes de ingresar a la educación superior), en tercer lugar se encuentra la asignatura de Cálculo Diferencial e Integral y en cuarto lugar la de Probabilidad y Estadística.

Tabla III.3 Ingeniería Mecánica. Uso de las principales herramientas matemáticas en las asignaturas de CI e IA.

Álgebra (1)	Cálculo Diferencial e Integral (2)	Geometría Analítica (5)	Álgebra Lineal (5)	Cálculo Vectorial (7)	Probabilidad y Estadística (7)
12 (66.67%)	9 (50%)	2 (11.11%)	2 (11.11%)	0 (0%)	0 (0%)
Ecuaciones Diferenciales (3)	Métodos Numéricos (6)	Aritmética (4)	Todas las Matemáticas (5)	Total de Profesores Entrevistados	Total de materias
6 (33.33%)	1 (5.55%)	5 (27.77%)	2 (11.11%)	16	18 (100%)

Fuente: Entrevista Directa.

El número entre paréntesis señala el orden de importancia.

Con el privilegio de la entrevista, no aceptamos por respuesta solo el nombre de la materia. Preguntamos sobre los temas principales y de las materias principales, de tal forma que más adelante mencionaremos solo las que tienen como agregado una parte del temario.

1. **Álgebra.** Los temas mencionados fueron: Álgebra básica (cuatro veces), matrices, leyes de los exponentes, factorización, números complejos.
2. **Cálculo Diferencial e Integral.** Se señalaron los siguientes temas: Cálculo Diferencial e Integral básico (seis veces), máximos y mínimos (dos veces), Cálculo Integral.
3. **Ecuaciones Diferenciales.** Los temas mencionados fueron: Lo básico para comprender modelos matemáticos (tres veces), la transformada de Laplace y solución de ecuaciones diferenciales.
4. **Aritmética.** El tema que se indicó fue: La regla de 3.
5. **Geometría Analítica.** Se indicó lo siguiente: Trigonometría (dos veces).
6. **Álgebra Lineal.** Se indicó lo siguiente: Lo básico para modelos matemáticos, espacios vectoriales.
7. **Métodos Numéricos.** El tema que se puntualizó fue: Mínimos cuadrados.

Para la carrera de ingeniería mecánica lo ocurrido en las carreras de ICO e IC no es muy diferente, sobresale otra vez, la asignatura de álgebra; sin embargo, los conceptos a los que se refieren los profesores entrevistados, mencionan otras partes del contenido de esta materia. Es decir, matrices, leyes de los exponentes, factorización, números complejos, etc.

Es destacable que para esta carrera, un par de profesores señalan que todas las matemáticas son empleadas sin excepción.

A diferencia de ingeniería civil el predominio de ciencias básicas de la carrera de ingeniería mecánica coinciden más con las asignaturas predominantes de ingeniería en computación; en primer lugar álgebra, segundo, cálculo diferencial e integral y tercer lugar, ecuaciones diferenciales.

Tabla III.4 Ingeniería Industrial. Uso de las principales herramientas matemáticas en las asignaturas de CI e IA.

Álgebra (1)	Cálculo Diferencial e Integral (3)	Geometría Analítica (5)	Álgebra Lineal (6)	Cálculo Vectorial (7)
7 (50%)	4 (28.57%)	2 (14.29%)	1 (7.14%)	0 (0%)

Probabilidad y Estadística (5)	Ecuaciones Diferenciales (4)	Métodos Numéricos (5)	Aritmética (2)	Total de Profesores Entrevistados	Total de materias
2 (14.29%)	3 (21.43%)	2 (14.29%)	6 (42.86%)	12	14 (100%)

Fuente: Entrevista Directa.

El número entre paréntesis señala el orden de importancia.

Con el privilegio de la entrevista, no aceptamos por respuesta solo el nombre de la materia. Preguntamos sobre los temas principales y de las materias principales, de tal forma que más adelante mencionaremos solo las que tienen como agregado una parte del temario.

1. **Álgebra.** Los temas mencionados fueron: Álgebra básica (tres veces), matrices (dos veces).
2. **Aritmética.** Se consideraron los temas de: Fracciones comunes, conversiones, áreas, volúmenes y la regla de 3.
3. **Cálculo Diferencial e Integral.** Se señalaron los temas siguientes: Cálculo Diferencial e Integral básico (dos veces), máximos y mínimos.
4. **Ecuaciones Diferenciales.** Los temas considerados fueron: Lo básico para modelos matemáticos, transformada de Laplace, solución de ecuaciones diferenciales.
5. **Geometría Analítica.** El tema que se señaló fue: Trigonometría (dos veces).
6. **Probabilidad y Estadística.** Los temas indicados fueron: Probabilidad, varianza y media.
7. **Métodos Numéricos.** Los temas señalados fueron: Mínimos cuadrados y método de Gauss-Jordan.

Al observar la tabla anterior, notamos que el fenómeno de ingeniería civil se repitió con la carrera de ingeniería industrial, ya que ambas consideraron al Álgebra, la Aritmética y el Cálculo Diferencial e Integral como las materias de más frecuente uso respectivamente. Pese a ello, ingeniería industrial es la carrera que ocupa un porcentaje menor en la utilización de las herramientas matemáticas a comparación de las otras cuatro, como veremos a continuación.

Tabla III.5 Ingeniería Eléctrica-Electrónica. Uso de las principales herramientas matemáticas en las asignaturas de CI e IA.

Álgebra (1)	Cálculo Diferencial e Integral (2)	Geometría Analítica (4)	Álgebra Lineal (5)	Cálculo Vectorial (6)	Probabilidad y Estadística (6)
11 (64.71%)	8 (47.06%)	3 (17.65%)	2 (11.76%)	1 (5.88%)	1 (5.88%)

Ecuaciones Diferenciales (3)	Métodos Numéricos (5)	Estructuras Discretas (5)	Aritmética (6)	Total de Profesores Entrevistados	Total de materias
7 (41.18%)	2 (11.76%)	2 (11.76%)	1 (5.88%)	13	17 (100%)

Fuente: Entrevista Directa.

El número entre paréntesis señala el orden de importancia.

Con el privilegio de la entrevista, no aceptamos por respuesta solo el nombre de la materia. Preguntamos sobre los temas principales y de las materias principales, de tal forma que más adelante mencionaremos solo las que tienen como agregado una parte del temario.

1. **Álgebra**. Los temas considerados fueron: Álgebra básica (cinco veces), matrices, números complejos, polinomios, logaritmos de base 2.
2. **Cálculo Diferencial e Integral**. Los temas mencionados fueron: Cálculo Diferencial e Integral básico (dos veces), Cálculo Integral (dos veces), Cálculo Diferencial.
3. **Ecuaciones Diferenciales**. Los temas considerados fueron: Transformada de Laplace (cuatro veces), lo básico para modelos matemáticos (dos veces) y la identidad de Euler.
4. **Geometría Analítica**. Se destacaron los temas de: Geometría básica y expresiones de onda.
5. **Métodos Numéricos**. Se señalaron los temas de: Interpolación y errores.
6. **Cálculo Vectorial**. Se puntualizó en el tema de: Integrales dobles y triples.
7. **Probabilidad y Estadística**. Se consideró el tema de: Estadística.

En la carrera de IEE, es destacable que nuevamente encontramos el predominio de la materia de Álgebra, es notorio, que los porcentajes para el primero y segundo lugar, son de los más altos encontrados en las cinco carreras. En segundo lugar se encuentra, Cálculo Diferencial e Integral, en tercero, Ecuaciones Diferenciales, coincidiendo con las carreras de ingeniería en computación e ingeniería mecánica.

Con la intención de complementar los resultados precedentes, existen algunas observaciones que consideramos son importantes para comprender mejor el contexto matemático en la formación de los ingenieros. Lo anterior surgió al llevar a cabo las entrevistas con los profesores, en el momento que respondieron a lo solicitado. Comentaron de manera espontánea que la enseñanza de las matemáticas es más efectiva si se aborda desde el punto de vista ingenieril, esta nota no fue aislada, ya que alrededor de un 38% externaron dicha reflexión, adicionalmente, un 20% admitieron repasar ciertos temas de los primeros semestres que los jóvenes no dominan, lo cual concibe tiempo para las ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada, que ya fue invertido en los cursos de ciencias básicas (duplicación de contenidos, no manifiesto). Por ello, declaran un retraso en el desarrollo de los temas que establece el programa y coincide con mi experiencia como alumno, de los semestres avanzados, al darme cuenta de esta situación y apreciar el incumplimiento del 100% correspondiente a los programas que conformarían mi perfil como ingeniero.

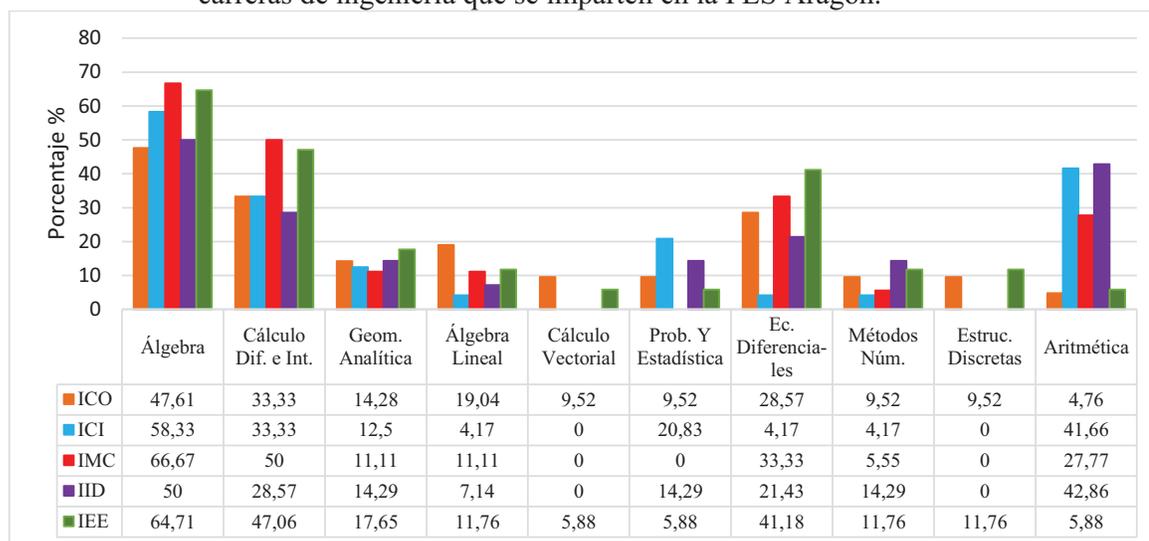
De manera adicional, tuvimos la oportunidad de contar con la opinión de la Ing. Esther Flores Cruz, que ostenta el cargo de Jefa del Departamento de Física y Química, de la División de Ciencias Básicas, en la Facultad de Ingeniería de la UNAM. Ella nos comparte algunas de las necesidades de la carrera de ingeniería química, para la cual destaca el álgebra, coincidiendo con nuestros resultados anteriores, y en herramientas matemáticas señala lo siguiente: Despejar una variable de un modelo matemático, operaciones con cantidades y exponentes, operaciones con logaritmos, resolución de ecuaciones cuadráticas, interpretación del modelo matemático de fenómenos físicos. Así

mismo menciona partes de las ecuaciones diferenciales, donde subraya que son útiles para analizar variaciones y construir modelos matemáticos.

III.3.1.1 Información Concentrada.

Otra manera de visualizar la información es mediante la Gráfica III.2, en la que se muestra la información organizada por materias, correspondientes a las ciencias básicas, al localizar los temas señalados en las cinco tablas anteriores.

Gráfica III.2 Uso de las materias de CB en las asignaturas de CI e IA, para las cinco carreras de ingeniería que se imparten en la FES Aragón.



Fuente: Entrevista Directa.

Si de lo anterior consideramos los promedios, podemos encontrar el siguiente orden.

Asignatura	Álgebra	Cálculo Dif. e Integral	Ecuaciones Diferenciales	Aritmética	Geometría Analítica
Promedio	57.46	38.46	25.74	24.59	13.97
Asignatura	Álgebra Lineal	Probabilidad Y Estadística	Métodos Numéricos	Estructuras Discretas	Cálculo Vectorial
Promedio	10.64	10.10	9.06	4.26	3.08

Fuente: Elaboración propia.

Al observar la Gráfica III.2 tenemos la posibilidad de ordenar del 1 al 10 las asignaturas que se imparten y fueron mencionadas por los profesores de las materias sujetas a estudio. Así vemos, en primer lugar, de manera indiscutible, al Álgebra; en segundo, el Cálculo Diferencial e Integral, en tercero, Ecuaciones Diferenciales, y en el orden subsecuente, las de Aritmética, Geometría Analítica, Álgebra Lineal, Probabilidad y Estadística, Métodos Numéricos, Estructuras Discretas y Cálculo Vectorial respectivamente.

Hacemos mención especial a las carreras de ICO e IEE, que dentro de sus planes de estudio considera una materia llamada Estructuras Discretas, materia que solamente se encuentra contemplada dentro de sus mapas curriculares.

III.3.2 Información obtenida de los profesores de las cinco ingenierías que prestan o han prestado sus servicios fuera del sector educativo.

En vista de que nuestro estudio consistió en la recopilación de información por medio de entrevistas abiertas con 66 profesores que imparten 79 asignaturas catalogadas por CACEI como ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada. Encontramos la posibilidad de ubicar al total de profesores entrevistados fuera de su actividad docente. De esta manera, 55 de ellos (el 83.33%) Ver Tabla III.6, manifestaron que ocupa o han ocupado algún puesto dentro del sector productivo.

Por lo tanto, como el proceso de investigación buscaba información de los ingenieros que trabajan en el sector productivo, le pedimos a los entrevistados que respondieran el uso de las herramientas matemáticas, ahora fuera de la docencia y que se ubicaran como ingenieros en el sector mencionado, como se verá más adelante.

Tabla III.6 Proporción de profesores entrevistados que trabajan o han trabajado fuera del sector educativo.

Total de profesores entrevistados	66 (100%)
Total de profesores entrevistados que han prestado sus servicios fuera del sector educativo	55 (83.33%)

Fuente: Elaboración propia.

III.3.2.1 Uso de las herramientas matemáticas por parte de los profesores que se desempeñan o han trabajado fuera del sector educativo.

Para obtener la información congruente con los resultados del apartado anterior, fue necesario pedir a los profesores entrevistados que se desligaran de la docencia, haciendo énfasis en su actividad como ingenieros en el campo de trabajo; de esta manera, surgió la Tabla III.7, en la que encontramos lo siguiente:

Tabla III.7 Respuesta de los profesores en cuanto al uso de las herramientas matemáticas en su actividad profesional fuera de la docencia.

Herramientas matemáticas u otras, utilizadas por los ingenieros fuera del sector educativo	Número de menciones	Porcentaje
Software	23	41.81%
Conocimientos específicos de la carrera	17	30.91%
Escaso uso de las matemáticas	15	27.27%
Manuales y/o normas	12	21.82%
Probabilidad y estadística	11	20%
Cálculo diferencial e integral	10	18.18%
Habilidades sociales	8	14.54%
Álgebra	8	14.54%
Matemáticas financieras	7	12.73%
Ecuaciones diferenciales	6	10.91%
Geometría analítica	4	7.3%
Aritmética	4	7.3%
Total de profesores entrevistados	55	100%

Fuente: Entrevista Directa.

En la tabla anterior, ante la petición que hicimos para que los ingenieros manifestaran el uso de las herramientas matemáticas en su trabajo (fuera de la docencia), les resultó

difícil separar la herramienta matemática o el concepto con sus actividades. Así vemos que la mayoría (41.81% de los entrevistados) considera la herramienta matemática muy adherida al software, lo cual desde luego fue elaborado con los algoritmos correspondientes.

En segundo lugar, el 30.91% de los entrevistados transforman su respuesta para mencionar que requieren los conocimientos de la carrera. Al cuestionar su respuesta en la entrevista, manifiestan que se refieren a varios conceptos de ingeniería que tienen implícita alguna relación o interpretación matemática.

En tercer lugar, el 27.27% de los entrevistados (casi 1 de cada 4) explicaron que el uso de herramientas matemáticas se reduce de manera significativa en relación con sus actividades de docente; es decir, el ingeniero utiliza muy poco, en cuanto a matemáticas se refiere, al desempeñar su labor como ingeniero.

De manera inesperada, y en cuanto a la pregunta que se refiere al uso de herramientas matemáticas, surgió la interpretación por parte de los entrevistados, es decir, en quinto lugar se encuentran la materia de Probabilidad y Estadística, solo un punto por debajo del uso de normas y manuales para solucionar problemas de ingeniería. Este último, suponemos, requiere de las herramientas matemáticas pertinentes para normalizar y guiar procedimientos.

En el cuadro que se analiza vemos que de una manera precisa los entrevistados, ubican el uso de las herramientas matemáticas a partir del quinto lugar hacia abajo de la tabla, con la diferencia de que la Probabilidad y Estadística (que no sobresalió en el análisis anterior) ahora es la materia que más se menciona.

Otra forma de visualizar los resultados, es a partir de la experiencia profesional que han desarrollado los docentes en el sector productivo, de tal manera que, nos sea posible identificar, cuál es la necesidad de los académicos según los años que laboraron o siguen laborando. Por lo que se asignó una división de acuerdo a lo antes mencionado y dicha información se desglosa a continuación en la Tabla III.8.

Tabla III.8 Menciones de las herramientas empleadas por los ingenieros según sus años de actividad profesional fuera de la docencia.

Herramientas utilizadas por los ingenieros fuera del sector educativo.	Menciones de los profesores según sus años de experiencia en el sector productivo.				
	De 1 a 15 años	De 16 a 29 años	De 30 a 39 años	De 40 a más años	Totales
Software	8	5	7	3	23
Conocimientos específicos de la carrera	7	5	4	1	17
Escaso uso de las matemáticas	3	7	4	1	15
Manuales y/o normas	3	3	5	1	12
Probabilidad y estadística	4	3	2	2	11
Cálculo diferencial e integral	3	2	2	3	10
Habilidades sociales	2	2	2	2	8
Álgebra	2	1	3	2	8
Matemáticas financieras	3	3	0	1	7
Ecuaciones diferenciales	3	1	1	1	6
Geometría analítica	3	0	0	1	4
Aritmética	1	0	2	1	4
Total de profesores	19	14	15	7	55

Fuente: Entrevista directa.

Para incrementar la información de la tabla anterior, creemos oportuno señalar algunos de los puestos que ostentan u ostentaban los ingenieros que nos proporcionaron esas respuestas, con respecto a las herramientas que señalaron de uso para desempeñar sus funciones.

De acuerdo con los profesores que tienen entre 1 a 15 años de experiencia, encontramos a un jefe de proyecto, que mayormente emplea software relacionado con su empleo y se apoya, para lo mismo, con el uso de normativas. Otro profesor al desempeñar el puesto de supervisor también manifiesta emplear los sistemas de cómputo, y expresa la necesidad de cultivar las habilidades sociales para el manejo de su grupo de trabajo.

De los profesores entrevistados, encontramos dos que ejercen la ingeniería como trabajadores independientes, señalan que la formación que tuvieron como ingenieros (en toda la carrera) les han servido porque les incrementó el criterio, y les dio las bases para el mejor desempeño de su habilidad, además de lo anterior expresan que con el ejercicio autodidacta han llegado a dominar, por ejemplo, las matemáticas financieras, puesta en marcha de su negocio, sistemas de cómputo, etc.

También nos entrevistamos con diseñadores de sistemas (ICO), de canales (ICI) y diseñadores mecánicos (IMC), se fundamentan para el desempeño de su trabajo, en conocimientos de la carrera, entre otros, normativas, sistemas computacionales y otra base de herramientas matemáticas, dada su actividad, lo anterior comprende desde ecuaciones diferenciales, cálculo dif. e integral y álgebra (en especial para IMC) y para el ingeniero civil los temas de probabilidad.

Con respecto a los profesores de entre 16 y 29 años de antigüedad de trabajo, dentro de los que declaran poco uso de las herramientas matemáticas se encuentran: consultores, jefes de mantenimiento y jefes de proyecto, los cuales utilizan software y siguen normativas, jefes de departamento los cuales se basan en conocimientos específicos, pero pese a ser en baja cantidad, se apoyan en estadísticas y álgebra, asesores del área de control de calidad, el cual requiere un gran manejo de personal involucrando el ámbito social y en sus funciones específicas manejo de sistemas computacionales, también encontramos trabajadores independientes, los cuales también se rigen por normas, emplean matemáticas financieras, y de nueva cuenta sistemas en computación que le permita hacer sus actividades. Algunos cargos que fueron mencionados y se hizo énfasis en conocimientos específicos, fueron los de coordinador de ingeniería, subdirector de transformación industrial (este último con matemáticas específicas que no se ven en la carrera) y analista de sistemas de electrónica de potencial donde se expresó un uso básico del cálculo diferencial.

Los docentes con una experiencia entre 30 y 39 años que fueron entrevistados, señalan la necesidad del software, entre ellos, un jefe de área, un coordinador de proyectos, un diseñador de estructuras, un subdirector en diseño de proyectos y un gerente de sistemas, a su vez, otros profesores se han desempeñado como ingenieros independientes, los cuales también usan software, pero puntualizan en sus necesidades conocimientos muy específicos sus respectivas carreras, por otro lado, un jefe de mantenimiento destaca, de manera importante, el uso constante de las normativas. Dos de los ingenieros entrevistados, fungen como consultores: uno destacó conocimientos específicos, mientras que el otro enfatizó en el empleo de normas, probabilidad y

álgebra en sus funciones, para el ingeniero que se desempeñaba como gerente de ingeniería, no resaltó ninguno de los aspectos anteriores, si no que expresó un uso básico de las matemáticas cuya finalidad se centra en la toma de decisiones (es difícil de interpretar pero suponemos que se refiere a la probabilidad y estadística).

Referente a los profesores más experimentados, de 40 años o más, pudimos enterarnos que uno es supervisor en el área de construcción, que nos menciona que ha empleado todas las matemáticas a lo largo de su experiencia laboral, resaltando álgebra, cálculo diferencial e integral y trigonometría. Un subdirector de estructuras nos explicó que mayormente ha empleado software. En el mismo tenor, la opinión de dos gerentes de ingeniería es divergente; uno utiliza pocas matemáticas, entre ellas nos indicó el cálculo dif. e integral, mientras que el otro ingeniero, declara poco uso de las matemáticas y resalta la parte social. Un gerente de nueva tecnología y proyectos asevera que también emplea el software y una buena parte de los conocimientos que recibió a lo largo de su formación de licenciatura. Y, por último, dos consultores mencionan por una parte, el poco uso de las matemáticas, mientras que el otro, destaca el uso de la estadística.

Como lo vimos en el cuadro anterior, el software, es parte esencial de su vida profesional.

Sumado a lo anterior, se realizó un acercamiento a las industrias, de manera tal que pudiéramos conocer cuáles son las herramientas matemáticas que emplean los ingenieros desarrollando sus actividades y que tan complejas son, el cuestionario que se aplicó se encuentra en el Anexo A.7. Sin embargo, el nivel de respuesta fue escaso, por lo cual no puede ser tomada en cuenta como muestra representativa, de cualquier forma, los datos recabados se podrán encontrar en el Anexo A.8.

Capítulo IV. Conclusiones y recomendaciones.

Todo proyecto de investigación, tiene la obligación de corroborar si se cumplieron los objetivos, si se respondieron las preguntas de investigación y si se comprobaron las hipótesis que se plantearon; así mismo, el último capítulo del reporte de investigación debe sintetizar, los aspectos de importancia sustancial para alimentar otros trabajos de investigación que se podrán realizar posteriormente. En esta tesis se trazaron tres objetivos generales y dos particulares, se formularon trece preguntas de investigación y se idearon cuatro hipótesis. A continuación señalamos lo correspondiente a este trabajo de tesis y posteriormente agrupamos de manera general la parte esencial encontrada y proporcionamos algunas recomendaciones al respecto.

IV. 1 Respuesta al cumplimiento de objetivos.

Respecto a los tres objetivos principales y dos particulares, (ver página 3) el primero se cumplió casi en su totalidad, ya que en la presente tesis se encontró información de primera mano, a través de entrevistas con los profesores, permitiéndonos encontrar las herramientas matemáticas de mayor uso para las CI e IA. El segundo, no se cumplió en su totalidad, ya que el número de entrevistas que se requerían no fue alcanzado. Sin embargo, mostramos los indicios, que nos parecen suficientes, para determinar las herramientas matemáticas utilizadas en su trabajo como ingeniero.

Por otro lado, en el capítulo I, se puede observar el cumplimiento del objetivo tres, en donde fue posible, desglosar en créditos académicos los contenidos temáticos (contenidos matemáticos incluidos), y en base a ello, señalar las diferencias de los planes de estudios para cada institución, en cinco carreras de ingeniería, las cuales son representativas en el panorama actual de México.

IV.1.1 Cumplimiento de los objetivos particulares.

En el primer objetivo particular, podemos decir, que si se cumplió, al efectuar una cronología del surgimiento de los organismos acreditadores de las carreras de ingeniería, que dieron paso para determinar, cuales son los contenidos temáticos más apropiados para la formación de ingenieros, lo que conlleva a la paulatina modificación en los planes de estudios de México.

Para intentar resolver el segundo objetivo particular, nos basamos en lo que marca el título del capítulo II. Por ejemplo, en la prueba PISA, se evalúa en promedio a 7000 jóvenes de 15 años, para proporcionarnos estadísticas y resultados, dando la posibilidad, de que nos percatáramos del bajo desempeño en matemáticas en México, comparado con otros países, pese al gran interés que existe en la juventud para estudiar alguna carrera relacionada con la ciencia.

IV.2 Resolución a las preguntas de investigación.

La primera pregunta de investigación hace alusión a lo siguiente: “¿Qué referencias históricas utilizaron las IES en México para generar sus respectivos planes de estudio actuales y cómo se consideraron las matemáticas en cada caso?”

Al revisar la literatura respecto a la historia de la revisión de planes de estudio, no hay rastros de algún soporte que nos indique el uso de algunas de las investigaciones que, al

respecto se hicieron, en el siglo pasado. Parece ser, que la influencia de las investigaciones de la época de oro de Estados Unidos (informes Mann, Wickenden, Grinter y otros), fueron tomados en cuenta después del informe Grinter (1954). Sin embargo, esto no queda referido por la revisión de estudios de la época actual.

Referente al uso de las matemáticas, de manera histórica, el único documento que hace alusión es el escrito por Moles et. al. (1991), que posteriormente fue retomado por Aldama, D. (2016, p. 95) en donde, se hace un análisis conforme a los criterios del CACEI para visualizar la proporción de matemáticas, en este caso, para la carrera de Ingeniería Mecánica-Eléctrica.

Respecto a las siguientes preguntas de investigación:

- ¿El nivel de matemáticas es el mismo en todas las instituciones que forman ingenieros?
- ¿Las instituciones asignan el mismo número de créditos a las materias de matemáticas?
- ¿Le llaman igual a las materias y a sus contenidos o se pueden considerar equivalentes?
- ¿Hasta qué grado, las instituciones siguen las recomendaciones del CACEI, para dividir las currícula de ingeniería?

En el tema 5 del capítulo I, se hizo una comparación de los planes de estudios de algunas IES, lo cual, nos condujo a las respuestas siguientes.

En las gráficas comprendidas desde la I.3 a la I.12, encontramos, que en general se tiene un nivel parecido, aunque hay sus extremos, en los créditos y algunas asignaturas de algunas de las instituciones. De igual manera, hay variación, en algunos casos en la ubicación de las materias. Por otro lado, todas las involucradas en el estudio, han obtenido la aprobación de este organismo acreditador (CACEI). Para complementar la respuesta a estas cuestiones, podemos referirnos a los Anexos A.4 y A.5 en donde hay los objetivos redactados particularmente para cada una de ellas.

La pregunta de investigación “¿De qué manera: los resultados de los exámenes diagnóstico, la prueba PISA y el método Singapur, tienen influencia en el desempeño de los alumnos de educación superior en matemáticas?”

La pregunta anterior, tiene tres respuestas: la primera, no abarca el sistema nacional y solo se usan datos de los exámenes diagnóstico para la FES Aragón. Y nuestro estudio no profundizó en el uso y manejo de los resultados, por lo cual suponemos que estos debieron servir para planear estrategias (anuales), que a la lógica de estos, buscaron las alternativas para corregir tendencias o preparar estrategias.

Respecto a la prueba PISA encontramos que al parecer es muy poco lo que se hace con el propósito de enmendar las debilidades en las que se encuentra inmerso nuestro país; siendo que podría utilizarse como un indicador del comportamiento que nos puede proporcionar un plan a futuro, especialmente para los jóvenes que estudiarán ingeniería.

El método Singapur, francamente lo desconocíamos, pero encontramos una gran riqueza y la posibilidad de utilizarlo como referente, para elaborar el plan tanto en la educación media como la superior.

Para poder responder la pregunta “¿Cuál es el nivel de matemáticas que ostentan los jóvenes de México, cuando se compara con el mundo?” fue necesario ubicar a México

en un contexto global, cuando concluyen su educación secundaria, por lo cual la prueba PISA arroja información desde el año 2000, para 70 países. Con lo anterior, nuestro país, fue ubicado en un pobre nivel que a la larga repercutirá en el nivel medio y superior de su matrícula.

La siguiente pregunta fue “¿El Sistema de Educación Superior Mexicano, está utilizando las estrategias correctas para la enseñanza de las matemáticas?”

Al revisar el reporte PISA, encontramos un modelo de país para el estudio de las matemáticas, que desde luego, sería conveniente adaptar para cada caso, porque el método Singapur ejemplifica lo deseable en educación matemática, para la educación media y superior. Por lo anterior, la estrategia correcta, está por verse, para el caso nacional.

Ante la cuestión “¿Cuáles son las materias de matemáticas en las carreras de ingeniería, que provocan mayores dificultades a los alumnos?”

Al considerar los resultados de los exámenes diagnóstico aplicados en la Facultad de Ingeniería durante el periodo comprendido de 1994-2003. Este trabajo de tesis, pudo identificar algunas debilidades que se plasmaron en el apartado II.2.1. Nos referimos a la Facultad de Ingeniería, ya que ésta es de las más solicitadas por estudiantes que acaban de terminar la preparación media superior.

En nuestra décima pregunta de investigación se planteó lo siguiente: “¿Cuál de las carreras de ingeniería que se imparten en la FES Aragón es la que recibe a los alumnos más capacitados en cuanto a nivel de matemáticas?”

En el apartado II.2.2.1 se dio respuesta a esta interrogante (alumnos de ICO), apoyándonos en los registros de los últimos 5 años de los exámenes diagnóstico que se les proporciona a los alumnos que comienzan sus estudios en la mencionada institución.

Frente a la siguiente pregunta de investigación: “¿Hay alguna diferencia entre las herramientas matemáticas necesarias para las distintas carreras de ingeniería?” la respuesta pese a la obviedad, era obligatorio abordarla en esta tesis para tratar de precisar esas diferencias, y gracias a las entrevistas con los profesores que respondieron cuales eran las herramientas matemáticas que empleaban en sus materias, se llegó a comprender el nivel y conocimientos específicos que se usan más ampliamente en cada una de las carreras consideradas.

Respecto a la doceava pregunta de investigación “¿Las herramientas matemáticas necesarias y suficientes para las asignaturas de CI e IA, se pierden en la amplitud de los programas que se imparten en las CB?”.

Encontramos en este estudio, que surgió de manera importante un apartado (III.3.1), que visualiza algo más de lo que marca el mapa curricular de las cinco carreras. Esto es, la necesidad para atender aspectos desde la aritmética, que externaron los profesores entrevistados de ing. civil e ing. industrial. Por otro lado, algunos de los profesores entrevistados, contestaron que eran necesarias todas las materias del área de matemáticas, para estudiar ingeniería.

La última pregunta de investigación fue “¿Hay una relación entre los contenidos de las materias de matemáticas, con respecto a los conocimientos que requiere un ingeniero en el campo laboral?”.

Si nos hacemos la pregunta respecto al tipo y nivel de matemáticas que utiliza un ingeniero en su trabajo, podemos cometer el error de señalarlo muy a la ligera. Por lo cual se requiere otra investigación, que de manera más precisa, nos ofrezca con un mayor soporte la respuesta a esta cuestión. (III.3.2).

IV.3 Observancia de las hipótesis.

En nuestra primera hipótesis, planteamos que, “si el profesor tiene más experiencia en el sector productivo, entonces, sus clases se basan principalmente en las vivencias como ingeniero y enlaza mejor los conocimientos que le marca el programa de estudio”. Dicho planteamiento, fue corroborada parcialmente, puesto que en realidad, no se realizó una encuesta para encontrar la visión que los alumnos tienen sobre los profesores, más bien, el estudio se centró en que los profesores respondieran que herramientas matemáticas utilizaban con mayor frecuencia, así pues, algunos de ellos (sobre todo los que tenían experiencia en el sector productivo) profundizaban más sobre el tema y comentaban algunas de las estrategias que utilizan con frecuencia para abordar los temas e intentando conectar con lo que ellos han experimentado en el campo.

Nuestra segunda hipótesis plantea la siguiente situación: “si orientamos la enseñanza de las matemáticas a problemas reales de la ingeniería, será posible, lograr una mejor comprensión de los contenidos en las asignaturas”. Al respecto en el apartado III.3.1, se vislumbra una posible comprobación, pero quedó como tal, con la necesidad de profundizar más en este aspecto. Lo anterior también resalta en la literatura consultada, como el informe Mann y en las publicaciones como: Ceballos (2012), Méndez (2010), Reséndiz (2008), y Trejo (2013).

Nuestra tercera hipótesis enunció que, “si las IES logran que sus estudiantes dominen los aspectos básicos de las matemáticas, podrán dedicar más tiempo a su formación como ingenieros (CI e IA), para conseguir una mayor capacidad y criterio”

Con este estudio, no fue posible averiguar de manera concreta la hipótesis anterior, pese a que hay indicios en la respuesta que emiten los profesores entrevistados, lo anterior nos conduce a considerar la necesidad de un estudio más profundo que determine las condiciones que se plantean en esta hipótesis general.

La última hipótesis, mantenía la idea que “cuando los temas de matemáticas no se comprenden completamente, los profesores de CI e IA, se ven obligados a repetir los conceptos, con la consiguiente disminución de tiempo, lo que perjudica los tiempos asignados”

Lo anterior se verificó en el trabajo de campo realizado, ya que sin hacer la pregunta directamente, uno de cada cinco profesores lo llega a mencionar. Ello concuerda también con las experiencias que el que escribe tuvo como alumno, donde en varias ocasiones tuvimos la necesidad de gastar el tiempo en lo antes visto (se llegó al caso en que mis compañeros, e incluso este tesista, desconocíamos completamente el tema).

IV.4 Conclusiones generales.

Hace casi 100 años, existió una época de oro en la investigación para formar ingenieros en Estados Unidos, como por ejemplo Mann, quien indicó en su reporte final que la separación de las materias de matemáticas, eran “una fuente de debilidad en sí mismas”, por lo cual, creía conveniente, un solo curso de matemáticas que se relacionara íntimamente con las prácticas reales del ingeniero; éste, como los demás conocimientos teóricos, deben tener la necesidad de “interrelacionar lo concreto y lo abstracto”, todo ello, desarrollado a lo largo de toda la estancia universitaria.

Por otro lado, en nuestro trabajo, notamos lo siguiente:

La última modificación que sufrieron los planes de estudios de la Facultad de Ingeniería (2010 a 2016), llama la atención que en el primer periodo mencionado, se tenía la materia de cálculo diferencial con 9 créditos, y la de geometría analítica, también de 9 créditos. Por alguna razón, en la revisión para 2016, estas asignaturas se unieron, ahora con el nombre de cálculo y geometría analítica con 12 créditos. Desconocemos las causas de dicha decisión. Llama la atención que suceda este tipo de transformaciones, en los periodos para revisar los planes y programas de estudio.

En nuestro caso de estudio, según los ingenieros entrevistados, tanto la materia de Álgebra, junto con Cálculo Diferencial e Integral y Probabilidad y Estadística, deben ser las materias que demandan una mayor atención para la formación de los ingenieros.

Así mismo, con la incorporación del CACEI al Washington Accord, se está induciendo a México para 2018, a comportarse como un país de primer mundo, y no de acuerdo con nuestra realidad, según lo apreciamos, lo anterior se refiere a al incremento de aspectos del diseño, en donde ahora son cinco los niveles, cuando eran cuatro las divisiones, lo cual, para México implica una orientación que tradicionalmente no manejaba.

En la presente tesis, se logró ubicar la posición que tiene México en nivel de matemáticas, comparado con 70 países donde se aplica la prueba PISA. Resulta visible que tenemos deficiencias en las distintas áreas que maneja la prueba, y por supuesto cuando se hace énfasis a las matemáticas; los expertos que se encargan de mostrar estos datos dicen que a México le tomará por lo menos 25 años para alcanzar el promedio actual de la OCDE en dicha área; sin embargo, notamos que desde el 2009 los resultados de los jóvenes han disminuido, así que de no revertirse esta tendencia para el 2018, cuando se vuelva a aplicar la prueba, la mayoría de estudiantes seguirán permaneciendo en el nivel 1 de competencia, lo que implica, de acuerdo al parámetro de la misma prueba, que los jóvenes pueden resolver los problemas matemáticos, siempre y cuando, se encuentre toda la información disponible y las preguntas se planteen de manera concreta.

Cuando diseccionamos los demás aspectos que contiene la prueba PISA, podemos detectar que varios factores son los que influyen en los malos resultados de los jóvenes, entre los más importantes se encuentran: la ansiedad que se genera en los estudiantes al enfrentarse a problemas de matemáticas (indicador que aumenta levemente cuando se trata de una mujer, y puede que este aspecto, sea un motivo importante por el cual las jóvenes evitan relacionarse con las carreras de ingeniería), el nivel socioeconómico y la calidad de relación entre los docentes y los alumnos.

Como reflejo de los datos de la prueba PISA son los malos resultados que obtienen los jóvenes al ingresar a sus carreras de licenciatura, obteniendo resultados en su gran mayoría bajos o muy bajos, lo cual implica que esas deficiencias tampoco han sido cubiertas en el bachillerato o preparatoria.

Una de las medidas para contrarrestar la tendencia actual de nuestro país a todos los niveles del aprendizaje, podría ser la seria implementación del Método Singapur, que a grandes rasgos, consiste en la comprensión y razonamiento de los problemas, que el estudiante vive en la vida real y se les motiva a ofrecer diferentes soluciones. Si analizamos esto mismo para los ingenieros y queremos involucrarlos con el Método Singapur, es conveniente que se utilice la resolución de casos prácticos y de ser posible, involucrarlos en el trabajo del sector productivo, para resolver los problemas cotidianos.

La contribución principal de la presente tesis, se exhibe en el trabajo de campo (Capítulo III), en el que los docentes de las cinco carreras de ingeniería, de los últimos semestres, se volvieron los principales referentes de la investigación, la cual obtuvo como resultado las materias y algunas herramientas matemáticas que los profesores detectan como principales para impartir sus propios cursos y para la formación en general de un ingeniero. Ante este hecho, resulta claramente visible que, la asignatura de Álgebra es en todos los casos estudiados, la materia principal en la que se apoyará la formación de los ingenieros.

Otras materias que también se encuentran presentes en la mente de los profesores al impartir sus materias son el Cálculo Diferencial e Integral, pues consideran que se usan aspectos **básicos** de la misma para resolver algunas fórmulas necesarias en los niveles de CI e IA. De la misma manera, explicaron que las Ecuaciones Diferenciales son empleadas principalmente, para la elaboración y comprensión de modelos matemáticos en las asignaturas en cuestión.

Entre las cinco carreras analizadas, sobresale el uso **básico** de las matemáticas, es decir, la Aritmética que en las carreras de Ingeniería Civil e Ingeniería Industrial, ocupan un lugar importante, ello se debe a varias razones, pero la principal es por supuesto, el tipo de materia que conforman los planes de estudios y que en algunos casos no requieren de desarrollos matemáticos tan complejos.

Al observar las carreras de ingeniería desde la perspectiva profesional, el uso de las herramientas matemáticas cambia, puesto que los resultados de las entrevistas con los docentes nos revelan que bajo su rol de ingeniero en el sector productivo, las matemáticas empleadas normalmente en el campo laboral, son las que contiene la materia de Probabilidad y Estadística, cuya mención en la formación de los ingenieros no fue sobresaliente, dado que la utilizan en el campo laboral para realizar proyecciones, implementar mejoras, etc.

Para los ingenieros que exclusivamente se han desarrollado en el sector productivo, se hicieron claras referencias al enfoque práctico, la poca utilización de herramientas matemáticas, salvo algunas excepciones, y la gran necesidad de cobertura en temas relacionados a las ciencias sociales, tales como redacción, buena comunicación y toma de decisiones. Lo anterior, coincide con la literatura encontrada acerca de la enseñanza para ingenieros. Y del manifiesto crecimiento que se observa en la Tabla III.7 de este

trabajo, donde las humanidades y ciencias sociales cada vez ocupan una posición predominante.

Cabe destacar que 1 de cada 4 de los profesores que describían sus labores en el sector productivo, señalan un pobre uso de las herramientas matemáticas, en donde la explicación fue que, su trabajo requiere del uso de software, tablas, normativas o razonamiento lógico. Lo anterior, se debe a las modificaciones en los últimos años en donde las TIC's han transformado la vida de los ingenieros en particular.

IV.5 Recomendaciones.

Sería interesante que, en futuras investigaciones, se revisara de manera particular el predominio, que tiene el estudio de las matemáticas en las instituciones del sector público a diferencia de las del sector privado.

En lo futuro y con la experiencia que se vivió para elaborar el Capítulo I, es recomendable un estudio que globalice la comparación en la estructura curricular entre un mayor número de universidades y/o tecnológicos que forman ingenieros. Lo anterior permitirá una percepción más focalizada sobre la realidad de las necesidades matemáticas, que requieren los distintos ingenieros en el mundo.

Existen instituciones como, entre otras, la UAM o el Tec. de Monterrey, implementan cursos de nivelación matemática para los alumnos de primer ingreso, lo cual nos parece una medida prudente que puede ser incorporada en otras universidades.

Actualmente el CACEI tiene la intención de incorporarse al Washington Accord, por lo que se deberá tener especial cuidado en cuanto a la inclusión de ciertas consideraciones, que en países de primer mundo funcionan, pero que, en el contexto actual de México, no es acorde a la realidad.

Con respecto a las ciencias sociales en la currícula de los ingenieros, los entrevistados hicieron referencia a la importancia de estas asignaturas. Destacando que este profesional, entre sus obligaciones, debe elaborar informes, reportes, proponer proyectos, manejar grupos de trabajo, etc. Lo que justifica la presencia de las asignaturas incorporadas en el mapa curricular.

De igual manera, los ingenieros que se han desempeñado en el sector productivo recomiendan un mayor uso de las herramientas de software relacionada a sus funciones, así como involucrarse de manera más activa con la industria desde la formación universitaria, además, un manejo fluido del idioma, específicamente, el inglés.

Se necesita una transformación de la manera en que las matemáticas son estudiadas. Para ello, proponemos relacionar los contenidos de las ciencias básicas con los problemas reales que se viven en la práctica de la profesión. De esta manera, se observaran diversos ángulos, y se formará un criterio que le permitirá al ingeniero en su vida futura, enfrentar los retos que seguramente encontrará. Lo anterior parece imposible, sin embargo implica una necesaria revolución en la enseñanza. Esta idea no es nueva ya que desde 1918, el informe Mann, plantea la necesidad de orientar el desarrollo del perfil profesional a la industria o a las mismas necesidades que deben ser cubiertas por la profesión.

Con lo indicado anteriormente y conscientes de que es una tarea complicada, pero que creemos es ineludible, consideramos, se debe comenzar dicha adecuación de los contenidos matemáticos, en las materias principales que esta tesis da a conocer, en las que se debe reflexionar para iniciar un paulatino cambio, en base a los señalamientos que los diversos ingenieros entrevistados tuvieron, con la finalidad de que el aprendizaje matemático sea más significativo y los egresados se desempeñen con mayor aprovechamiento para la sociedad que los formó. Esto no significa un incremento en los contenidos de los planes de estudios, por el contrario, implica una reingeniería en la elaboración de los planes y programas de estudio.

Bibliografía

Libros

Aldama, D., (2016), *Los ingenieros: su formación y su ocupación Una investigación para un caso particular de México*, FES Aragón, UNAM, México, ISBN: 978-607-02-7405-8.

Corbetta, P., (2003), *Metodología y técnicas de investigación social*. Madrid: Editorial McGrawHill

Cross, H., (1952), *Engineers and Ivory Towers*, Stanford University Press, California, Estados Unidos.

Garza, A., (1967), *Manual de técnicas de investigación para estudiantes de ciencias sociales*, Universidad Autónoma de Nuevo León, Departamento de Extensión Universitaria. Monterrey, NL. pp. 103-120.

Gay A., (2014), *Introducción a la ingeniería: La tecnología, el ingeniero y la cultura*, Córdoba, Argentina: Editorial Brujas.

Hernández R., Fernández C., Baptista P., (2006), *Metodología de la Investigación*, México DF, México: Editorial Mc Graw Hill, p.9.

Krick, E., (1968), *Introducción a la ingeniería y al proyecto de ingeniería*, México: Editorial Limusa-Wiley.

Moles, A. et al., (1991), *La enseñanza de la ingeniería mexicana 1792-1992*, UNAM, México: Sociedad de Exalumnos de la Facultad de Ingeniería (SEFI).

Reséndiz, D., (2008), *El rompecabezas de la ingeniería. Por qué y cómo transforma el mundo*, DF, México: Fondo de Cultura Económica.

Rosenblueth, E. & Elizondo, J., (1994), *Una reflexión sobre los logros y alcances de las ciencias de ingeniería, en México: ciencia e ingeniería en el umbral del siglo XXI*, pp. 347-355. Conacyt, México. En Reséndiz, D., (2008), *El rompecabezas de la ingeniería. Por qué y cómo transforma el mundo*, DF, México: Fondo de Cultura Económica.

Revistas

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). (Octubre- Diciembre, 1972). Acuerdos de Tepic Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). *Revista de la Educación Superior*, Vol. 1, (4).

Camarena, P., (2002). Metodología curricular para las Ciencias Básicas en ingeniería. *Innovación Educativa*. Vol. 2, (11), pp.4-11.

Ceballos, M., (2012), ¿Se puede mejorar la Enseñanza de las Matemáticas en Cualquiera de sus Niveles? *Pensamiento Matemático*, Vol. 2, (2), pp. 45-54.

Evans, D. L. & MacNell, B. W., (1990), Desing in Engineering Education: Past Views of Future Directions, en Vargas, M. R., (Abril-Junio, 1995), El Estado Actual de la

Formación de Ingenieros. Criterios para la Excelencia y la Competitividad. *Revista de la Educación Superior*. Vol. 24, (94), pp. 12-24.

Grinter, L. E., (Septiembre, 1955). Report of the Committee on Evaluation of Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, en Harris, J. G., DeLoatch E. M., Grogan, W. R., Peden, I. C. & Whinnery J. R. Journal of Engineering Education Round Table: Reflections on the Grinter Report, *Journal of Engineering Education* Vol. 83, (1) pp. 69-94.

Márquez, A., (Abril, 2010), Estudio comparativo de universidades mexicanas (ECUM): otra mirada a la realidad universitaria. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*. Vol. 1, (1), pp. 148-156.

Stoking, (1993) en Monistrol, O., (Mayo, 2007). El trabajo de campo en investigación cualitativa (I), *Nure investigación*. Vol.4, (28).

Trejo, E., Camarena, P. & Trejo, N., (2013). Las matemáticas en la formación de un ingeniero: una propuesta metodológica. *Revista de Docencia Universitaria. REDU*. Vol. 11, (Número especial dedicado a Engineering Education), pp. 397-424.

Vargas, M. R., (Abril-Junio, 1995), El Estado Actual de la Formación de Ingenieros. Criterios para la Excelencia y la Competitividad. *Revista de la Educación Superior*. Vol. 24, (94), pp. 12-24.

Vázquez, J., (2002, Mayo-Agosto), Matemáticas, Ciencia y Tecnología: una relación profunda y duradera. *Encuentros multidisciplinares*, Vol.4, (11), p. 22.

Artículos de periódico

Martins, A. (6 de diciembre de 2016). Pruebas PISA: ¿cuáles son los países que tienen la mejor educación del mundo? ¿Y cómo se ubica América Latina? *BBC Mundo*. Recuperado de: <http://www.bbc.com/mundo/noticias-38211248>.

Conferencias

Barrera, F. (Octubre, 2003). Las matemáticas y el abandono escolar. En Barrera García (Presidencia). 2º Foro La enseñanza de las matemáticas para ingenieros. Ponencia llevada a cabo en la Facultad de Ingeniería, México.

Méndez, M., (2010). Las Ciencias Básicas y el Aprendizaje en Ingeniería. En Ing. Juan Ursul Solanes (Jefe de la división de Ciencias Básicas, Coordinador General del Foro). 4º Foro Nacional de Ciencias Básicas. Foro llevado a cabo en la Facultad de Ingeniería, UNAM. DF, México.

Richards, D. E., (Marzo, 2002). A Unified Approach to Engineering Science. En Miller R. (Presidencia). Share the Future III: A Working Conference. Conferencia realizada en: Gainesville, Florida.

Tesis

Huertas, O. B., (2014). *Acreditación de las carreras de ingeniería de la universidad tecnológica nacional sede Buenos Aires* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Mar de Plata. Mar de Plata, República de Argentina.

Página Institucional

Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES). (Agosto, 2007). Sistema de Asignación y Transferencia Créditos Académicos. pp. 7. Recuperado de:
http://www.anui.es.mx/media/docs/112_1_2_SATCAExtenso.pdf.

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP. Oferta educativa. Licenciaturas. Recuperado de: <http://www.buap.mx/>.

Consejo de Acreditación y Enseñanza de la Ingeniería (CACEI). (2014). Marco de Referencia para la Acreditación de los Programas de Ingeniería 2014. p. 122. Recuperado de: <http://www.cacei.org.mx/nvfs/nvfs02/nvfs0206.php>.

Consejo de Acreditación y Enseñanza de la Ingeniería (CACEI). (2016). Nuestra Historia. Recuperado de: <http://www.cacei.org.mx/>.

Facultad de Estudios Superiores Aragón, UNAM. Oferta académica. Recuperado de: <http://www.aragon.unam.mx/aragon/index.html>.

Facultad de Ingeniería, UNAM. Programas académicos. Licenciaturas. Recuperado de: <http://www.ingenieria.unam.mx/>.

Fundación UNAM. (1 de septiembre de 2014). Método Singapur. El método para el desarrollo del pensamiento matemático. Recuperado de:
<http://www.fundacionunam.org.mx/educacion/metodo-singapur/>.

Instituto Politécnico Nacional, IPN. Oferta educativa. Modalidad escolarizada. Recuperado de: <http://www.uam.mx/licenciaturas/index.html>.

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, ITESM. Oferta educativa. Carreras profesionales. Recuperado de: <https://tec.mx/es>.

International Engineering Alliance (IEA). (2016). Washington Accord. Recuperado de: <http://www.ieaagreements.org/accords/washington/>.

Mann, R., (1918). A Study of Engineering Education, preparado por el Joint Committee on Engineering Education of the National Engineering Societies. (Bulletin No. 11). The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, New York. Recuperado de http://www.nationalsoftskills.org/downloads/Mann-1918-Study_of_Engineering_Educ.pdf.

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). (2012). Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), PISA 2012- Resultados. México. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/keyfindings/PISA-2012-results-mexico-ESP.pdf>.

Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE). (2015). Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA), PISA 2015- Resultados. México. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/PISA-2015-Mexico-ESP.pdf>.

Organización Para La Cooperación Y El Desarrollo Económico (OCDE). (2008). El programa PISA de la OCDE. ¿Qué es y para qué sirve? p.28. Recuperado de: <https://www.oecd.org/pisa/39730818.pdf>.

Ovando, R., (18 de febrero de 2016). El CACEI se integra al Washington Accord. *Portal de Comunicación de la Facultad de Ingeniería*. Recuperado de: http://www.comunicacionfi.unam.mx/mostrar_notas.php?id_noticia=474.

Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL. Oferta educativa. Licenciaturas. Recuperado de: <http://www.uanl.mx/>.

Universidad Autónoma del Estado de México, UAEM. Alumnos. Oferta educativa. Recuperado de: <http://www.uaemex.mx/>.

Universidad Autónoma Metropolitana, UAM. Planes de estudios de licenciaturas. Recuperado de: <http://www.uam.mx/licenciaturas/index.html>.

Universidad de Guadalajara, U. de G. Oferta académica. Licenciaturas. Recuperado de: <http://www.udg.mx/es>.

Universidad Iberoamericana. Licenciaturas e Ingenierías. Nuevo plan de estudios SUJ. Recuperado de: <http://ibero.mx/>.

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). (2017). Cronología histórica de la UNAM 1960. *Portal UNAM*. México. Recuperado de: <https://www.unam.mx/acerca-de-la-unam/unam-en-el-tiempo/cronologia-historica-de-la-unam/1960>.

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM, FES Aragón. Unidad de Planeación FES Aragón. Departamento de Planeación Académica. Resultados de matemáticas del examen de diagnóstico de conocimientos 2013-2017.

Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. Dirección General de Administración Escolar. Oferta de lugares 2015, 2016 y 2017, Sistema Escolarizado.

Videos

DOCUMENTALIA CIENCIA (2016, Junio 7). El gran misterio de las matemáticas. [Archivo de vídeo]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=STe6B-c-jn8>.

Anexos

Anexo A.1 Informe Mann 1918 (Extracto).

En Estados Unidos, al principio del siglo XX hubo una época de oro en cuanto a la investigación para enriquecer la formación de los ingenieros. Uno de los primeros informes fue el Informe que estuvo a cargo de Charles Riborg Mann, que encabezó un comité para la revisión de la educación de ingenieros.

Cuando se inauguraron las escuelas de ingeniería de los Estados Unidos (casi 50 años antes de que se presentara el informe Mann), estas comenzaron su trabajo con un plan de enseñanza definido y con una consistencia al menos pedagógica. Los cursos estaban estipulados de cuatro años, los dos primeros se dedicaban principalmente a las ciencias fundamentales: química, física, matemáticas y mecánica; los últimos dos años se enfocaban principalmente en las aplicaciones de estas ciencias a problemas teóricos y prácticos.

Con el paso del tiempo, el plan de enseñanza original seguía siendo de cuatro años, pero los cursos dados en la mayoría de las escuelas se habían modificado grandemente por los esfuerzos de enseñar materias especiales, como resultado, la carga sobre el estudiante se había vuelto continuamente más pesada y se desplazaba desigualmente en diferentes lugares y en diferentes partes del curso, además, existía una sensación generalizada de que bajo esta presión el gran cuerpo de estudiantes no conseguiría, **por un lado, una base satisfactoria en las ciencias fundamentales**; y por el otro, no cubriría las expectativas de los ingenieros y fabricantes en el tratamiento de los problemas prácticos con que se enfrentarían al abandonar las escuelas de ingeniería.

En el informe del profesor Mann, se sostuvo que dicho arreglo, en virtud del cual las ciencias fundamentales se enseñaban antes de sus aplicaciones, era el método erróneo de enseñanza, y que la educación en ingeniería nunca sería satisfactoria hasta que la teoría y la práctica se enseñaran simultáneamente.

Por ejemplo, las matemáticas son la herramienta más importante del ingeniero, en ese entonces, se enseñaban por dos años en la escuela de ingeniería en cursos separados: álgebra superior, geometría de coordenadas, cálculo y mecánica. Ante lo cual se planteó que la división de las matemáticas en cursos separados es en sí misma una fuente de debilidad desde el punto de vista de las necesidades del estudiante. No necesita estudios ni recitaciones en estas divisiones artificiales de las matemáticas, sino un solo curso de matemáticas iluminado y vivificado en cada paso por aplicaciones en las soluciones de problemas reales. El álgebra, la geometría de coordenadas y el cálculo no son estudios separados y no relacionados, sino simplemente partes del único tema de las matemáticas.

El profesor Mann insistió en que los cursos de ingeniería, tal como se enseñaban en los años preliminares, no formaban criterios sólidos para juzgar la capacidad del estudiante para realizar un trabajo de ingeniería exitoso y que muchos estudiantes salían de la escuela técnica sin haber tenido ninguna prueba justa en cuanto a su capacidad para la práctica de ingeniería o estudio.

Es un hecho interesante que, aunque se decía mucho sobre la enseñanza de la ciencia en las escuelas modernas, los métodos de enseñanza de la ciencia eran en realidad muy poco cambiados de los empleados en la enseñanza de los temas que llenaban el

currículo antes de que la enseñanza de la ciencia comenzara en ellas. La sugerencia práctica de este informe fue que el método de enseñanza “del caso” era verdaderamente científico y que los métodos de enseñanza de la ciencia aplicada no lo eran.

Para ejemplificar dicho método, podemos tomar, un dínamo como "caso", es decir, como ilustración de las leyes físicas en su funcionamiento concreto, siendo así, se procedería a analizar la máquina con el fin de descubrir los principios físicos o mecánicos fundamentales implicados en su funcionamiento. Llevaría al estudiante, de las aplicaciones prácticas por el análisis, a una comprensión de la teoría, en vez de ir de la teoría a las aplicaciones como los métodos de enseñanza habituales.

El informe fue publicado por la Fundación Carnegie como un trabajo de cooperación con las grandes sociedades de ingeniería y con la esperanza de que la formulación de estas importantes investigaciones y su discusión pudiera conducir a un serio esfuerzo por parte de aquellos que tienen que ver con la educación en ingeniería, reexaminaran los planes de estudio de las escuelas y abordarían el problema de su mejoramiento no sólo desde el punto de vista del profesor, sino también desde el del ingeniero y del empleador.⁵

Resultados del informe Mann, con respecto a la currícula.

En primer lugar, el número de horas para cubrir los créditos requeridos por semana debía ser menor de dieciocho, preferiblemente dieciséis. Esta recomendación no pretendía disminuir el número de horas de trabajo realizado por semana por los estudiantes, sino para hacer posible que hicieran todo su trabajo más a fondo. Era obvio, que tal reducción de las horas de créditos requeridas no podía lograrse satisfactoriamente sin grandes cambios en el contenido de los cursos, ya que sería desastroso dejar la distribución del tiempo tal cual estaba establecido y simplemente tratar de organizarlos en una base de dieciséis horas de la semana en vez de en veinte o veinticuatro horas.

En segundo lugar, los pocos experimentos que se hicieron sobre el tema indicaron que los estudiantes universitarios hacían su mejor trabajo cuando el número de diferentes materias estudiadas en un momento dado no era mayor de cinco. En la construcción de un programa de estudios es conveniente, por lo tanto, limitar el número de cursos simultáneos a cuatro o cinco.

Un tercer requisito esencial de todos los planes de estudios de ingeniería sería la provisión adecuada en los dos primeros años de "orientación", teniendo contacto con proyectos reales de ingeniería y experiencias prácticas que harían el joven sintiera que ha salido de la escuela secundaria y ha iniciado una carrera profesional.

El trabajo práctico de ingeniería es esencial para el estudiante de primer año no sólo porque apela a su ambición profesional, despierta su entusiasmo y le da formación en la práctica, sino también porque le ayuda a dominar el trabajo teórico más plena y rápidamente.

⁵ Pritchett, H. S., (1918). Prólogo de A Study of Engineering Education, preparado por el Joint Committee on Engineering Education of the National Engineering Societies. (Bulletin No. 11). The Carnegie Foundation for the Advancement of Teaching, New York.

Una de las quejas más comunes de los empleadores de aquella época, era que, incluso los graduados universitarios tenían serias dificultades para aplicar la teoría a la práctica, esta debilidad puede superarse mediante una adecuada coordinación de la teoría y la práctica durante el proceso de aprendizaje. Por lo tanto, a los otros tres requisitos de los currículos efectivos, habría que añadir esta necesidad de interrelación entre lo concreto y lo abstracto, todo el curso universitario.

La intención del informe Mann era que las escuelas ofrecieran una formación amplia y sólida en ciencias de la ingeniería, en lugar de una formación altamente especializada en una línea estrecha; que se prestara mucha atención a los estudios humanísticos como el inglés, la economía, la sociología y la historia, no sólo por su valor práctico para el ingeniero, sino también por sus amplios valores humanos; Y que el joven graduado tuviera alguna concepción de la gestión empresarial y de los métodos más inteligentes de organización y control de los hombres.

La organización de los planes de estudios aquí propuestos es muy diferente de los que se utilizaban en general. Por lo tanto, no se aconsejaba intentar producir un currículo de este tipo simplemente sustituyendo, por ejemplo, el laboratorio de ingeniería por lenguas extranjeras y el nuevo tipo de inglés por el antiguo, sin cambiar de ningún modo el contenido o los métodos de instrucción de otros cursos. El nuevo plan se basaba en la proposición de que era posible analizar la práctica de ingeniería y hacer una lista de todos los principios, hechos y teorías que son esenciales para el equipo de cada ingeniero, y luego organizar este tema en un plan de estudios, en el que los diversos tipos de trabajo estarían interrelacionados de tal manera que sus relaciones inherentes fueran obvias para el alumno. Tal programa de estudios cubriría la demanda profesional de una formación amplia y fundamental para todos los ingenieros y hace superfluo el requisito de dos o tres años de trabajo de pre-ingeniería en una universidad de artes liberales.

Anexo A.2 Propuesta de modificación del CACEI para regir los criterios de acreditación que se llevaran a cabo después del 2018.

A diferencia de la propuesta del CACEI del 2014, en la modificación que propone el mismo organismo del 2018, es posible observar que en el área de mecánica/eléctrica electrónica, incluye las carreras de mecatrónica, eléctrica y electrónica, y apreciamos que de una manera simple, esta modificación del 2018, **no consideró dentro de su propuesta a la carrera de Ingeniería Mecánica.**

Otro aspecto muy destacable es la inclusión de Ingeniería en Computación, puesto que este organismo comenzará a acreditar también esta carrera, con el desarrollo de las subdivisiones: Sistemas de información, Hardware y Software.

Imagen A.2.1 Correspondiente a la modificación, 2018.

CONTENIDOS MÍNIMOS PARA LOS PROGRAMAS DE INGENIERÍA

EJE 1. CIENCIAS BÁSICAS		
Matemáticas	Física	Química
Álgebra, Álgebra lineal, Cálculo diferencial, Cálculo integral, Ecuaciones diferenciales, Probabilidad y Estadística y Análisis numérico* y, si el perfil de egreso lo requiere, Cálculo avanzado.	Mecánica, Estática, Dinámica, Electricidad y Magnetismo. En todos los casos se deberá incluir prácticas de laboratorio.	Un curso de Química con laboratorio, aunque, dependiendo del perfil del egresado, en el caso de carreras del área de bioingenierías o ciencias de la tierra se debe incluir, al menos, un curso adicional de Química avanzada.
*Excepto ingenierías en Gestión Empresarial o de Negocios.		
Biología		Geología
Se consideran contenidos relacionados con: Ecología, Fisiología animal y vegetal, Biología celular, Ciencias de la vida, Microbiología, etc.		Para los programas de: Ingeniería en minería, Ingeniería metalurgia, Ingeniería en materiales, Ingeniería en fotometría, Ingeniería en topografía y geomática, Ingeniería Petrolera, Ingeniería geológica, Ingeniería en geología mineralista, Ingeniería en Geociencias, Ingeniería Geofísica y afines.
Para los programas de: Ingeniería forestal, Ingeniería agronómica, Ingeniería agroindustrial, Ingeniería en alimentos, Ingeniería en biotecnologías, Ingeniería Bioquímica, Ingeniería ambiental y afines.		
800 HORAS BAJO LA SUPERVISIÓN DE UN ACADÉMICO		

Imagen A.2.2 Ingeniería Civil CACEI 2018.

Área 1) Ingeniería civil (construcción y similares)	
Profesión:	
INGENIERÍA CIVIL	
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	INGENIERÍA APLICADA Y DISEÑO EN INGENIERÍA
Topografía	Construcción
Geotecnia	Estructuras
Hidráulica	Hidráulica sanitaria
Ingeniería en sistemas	Planeación de proyectos de construcción
Ciencias de los materiales	Supervisión de obras
Geología	Ingeniería eléctrica
	Sistemas de transporte

Imagen A.2.3 Ingeniería Mecatrónica CACEI 2018.

Área 2) Ingeniería mecánica/Eléctrica y electrónica	
2.1 INGENIERÍA MECATRÓNICA	
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	INGENIERÍA APLICADA Y DISEÑO EN INGENIERÍA
Teoría electromagnética	Automatización
Circuitos eléctricos	Sistemas embebidos
Ingeniería de control	Diseño de sistemas mecatrónicos
Ingeniería eléctrica	Inteligencia artificial
Metrología	Diseño de circuitos analógicos y digitales
Máquinas eléctricas	Robótica
Introducción a la Mecatrónica	Electrónica de potencia
Dispositivos semiconductores	
Sensores y actuadores	

Imagen A.2.4 Ingeniería Electrónica CACEI 2018.

2.2 INGENIERÍA ELECTRÓNICA	
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	INGENIERÍA APLICADA Y DISEÑO EN INGENIERÍA
Teoría electromagnética	Sistemas embebidos
Circuitos eléctricos	Instrumentación
Teoría de control	Electrónica de potencia
Mediciones eléctricas	Comunicaciones
Máquinas eléctricas	Procesamiento de señales
Física del estado sólido	Redes de comunicación
Sensores y actuadores	
Señales y sistemas	
Electrónica analógica	
Sistemas digitales	

Imagen A.2.5 Ingeniería Eléctrica CACEI 2018.

2.3 INGENIERÍA ELÉCTRICA	
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	INGENIERÍA APLICADA Y DISEÑO EN INGENIERÍA
Circuitos eléctricos	Plantas y subestaciones
Máquinas eléctricas	Sistemas eléctricos de potencia
Electrónica analógica	Instalaciones industriales
Teoría electromagnética	Protección de sistemas eléctricos
Teoría de control	Iluminación
Electrónica digital	Uso eficiente de energía
Mediciones eléctricas	Fuentes alternas de energía eléctrica
	Calidad de la energía

Imagen A.2.6.a Ingeniería en Computación CACEI 2018.

Area 5). Computación.	
Profesión: Ingeniería en computación (sistemas de información, hardware y software)	
5. 1 INGENIERÍAS EN COMPUTACIÓN (SISTEMAS DE INFORMACIÓN)	
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	INGENIERÍA APLICADA Y DISEÑO EN INGENIERÍA
Fundamentos de Programación	Gráficos computacionales
Concurrencia y Paralelismo	Simulación
Estructura de datos	Paradigmas de programación
Matemática discreta	Bases de datos
Organización computacional	Programación WEB
Teoría de la computación	Tecnología digital
Lógica digital	Inteligencia artificial
Ingeniería de software	Redes de computadoras
Sistemas operativos	Seguridad
	Ingeniería de software
	Administración de riesgos
	Cómputo en la nube
	Cómputo móvil
	Big Data
	Cómputo de la ciencia (salud, biotecnología, etc.)
	Análisis y modelación de procesos
	Sistemas integrados (ERP, CRM, etc.)
	Administración de servicios informáticos
	Planeación informática
	Análisis, filtrado, predicción y análisis comparativo de datos.

Imagen A.2.6.b Ingeniería en Computación CACEI 2018.

5. 2 INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN (HARDWARE)	
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	INGENIERÍA APLICADA Y DISEÑO EN INGENIERÍA
Fundamentos de Programación	Gráficos computacionales
Concurrencia y Paralelismo	Bases de datos
Estructura de datos	Sistemas de control
Matemática discreta	Aplicación de sistemas digitales y técnicas de simulación y modelado.
Organización computacional	Arquitectura de las computadoras; memoria, unidad central de proceso y unidades de entrada/salida
Teoría de la computación	Periféricos e interfaces, técnicas de diseño de sistemas con microprocesadores y microcontroladores.
Electricidad y Electrónica básica	Sistemas embebidos (empotrados)
Lógica digital	Robótica
Electrónica digital	Redes de computadoras
Tratamiento de señales	Seguridad
Ingeniería de software	Ingeniería de software
Sistemas operativos	Administración de riesgos
	Cómputo en la nube
	Cómputo móvil
	Cómputo de la ciencia (salud, biotecnología, etc.)
	Internet de las cosas
	Procesadores de propósito específico

Imagen A.2.6.c Ingeniería en Computación CACEI 2018.

5.3 INGENIERÍA EN COMPUTACIÓN (SOFTWARE)	
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	INGENIERÍA APLICADA Y DISEÑO EN INGENIERÍA
Fundamentos de Programación	Paradigmas de programación
Concurrencia y Paralelismo	Diseño de lenguajes
Estructura de datos	Bases de datos
Matemática discreta	Programación WEB
Organización computacional	Aplicación de sistemas digitales y técnicas de simulación y modelado.
Teoría de la computación	Arquitectura de las computadoras; memoria, unidad central de proceso y unidades de entrada/salida.
Análisis de algoritmos	Sistemas embebidos (empotrados).
Electricidad y Electrónica básica	Inteligencia artificial
Lógica digital	Robótica
Electrónica digital	Redes de computadoras
Ingeniería de software	Seguridad
Sistemas operativos	Ingeniería de software
	Administración de riesgos
	Gráficos computacionales
	Simulación
	Cómputo en la nube
	Cómputo móvil
	Videojuegos
	Big Data
	Cómputo de la ciencia (salud, biotecnología, etc.)
	Internet de las cosas
	Análisis y modelación de procesos.
	Sistemas integrados (ERP, CRM, etc.)
	Inteligencia de negocios

Imagen A.2.7 Ingeniería Industrial CACEI 2018.

Área 7) Ingeniería Industrial

Profesión:

7.1 INGENIERÍA INDUSTRIAL	
CIENCIAS DE LA INGENIERÍA	INGENIERÍA APLICADA Y DISEÑO EN INGENIERÍA
Procesos de manufactura	Planeación y control de la producción
Fundamentos de la ingeniería eléctrica	Instalaciones industriales
Introducción a los materiales	Distribución y localización de planta
Metrología industrial	Computación aplicada
Seguridad y salud ocupacional	Desarrollo empresarial
Optimización de operaciones	Sistemas flexibles de manufactura
Análisis de decisiones	Ingeniería de métodos
Análisis y diseño experimental	Control de calidad y confiabilidad
Análisis estadístico	Viabilidad de proyectos
Dibujo asistido por computadora	Simulación de sistemas
Programación computacional	Cadena de suministros
Evaluación y administración de proyectos	Ingeniería del factor humano
Ingeniería de costos	Administración del mantenimiento
Antropometría y biomecánica	Sistemas de gestión de calidad
	Sustentabilidad y energía
	Sistemas de información
	Modelación y análisis de sistemas

Anexo A.3 Sumatorias de los contenidos temáticos de algunas universidades.

Para realizar los cálculos del porcentaje que le corresponde a cada rubro de los contenidos temáticos, se realizó una sumatoria de créditos, de tal forma que se pudiera dividir entre el total de créditos mínimos requeridos para acreditar la carrera al 100%. Las materias optativas se consideraron de acuerdo a la fracción de los mínimos requeridos en cada carrera, representando así una mínima parte de la formación integral del estudiante, a continuación se presentaran algunos ejemplos de estas sumatorias.

Imagen A.3.1 Ingeniería Civil en la UANL.

Semestres	CB	CI	IA	CS	Optativas	CB	CI	IA	CS
					Cred. Opt. Min. 36			6	6
					Total de Cred. Opt. 144			6	6
1	10			4				6	6
	10			10				6	6
	10			6				6	6
2	10	13		6				6	6
	10							6	6
	10							6	6
3	10	10						6	6
	10	6						6	6
	10	13						6	6
4	10	10		6				6	6
	13							6	6
		14						6	6
5	10	10	10					6	6
	10	10	11					6	6
								6	6
6		6	6	4				6	6
		10	10					6	6
			6		Sumatoria			24	114
			13		Créditos			6	28,5
7		10	10	6					
			10	6					
			11						
			11						
8			10	6	Créditos Oblig.	143	112	209	66
			10		Total créditos	143	118	237,5	67,5
			11		Porcentaje	25,265	20,848	41,961	11,926
			6		Cred. Matemáticas	70			
			8		Porcentaje	12,367			
			6						
9			6	6	Total de créditos	566	Porcentajes		
			6		Total de créditos op.	36	6,360		
			6		Total de créditos oblig.	530	93,640		
			6						
10			12						
			6						
			6						
			6	6					

Fuente: Elaboración propia en base a los planes de estudio de la UANL <http://www.uanl.mx/content/ingeniero-civil-0>. Consultado en el trimestre enero-marzo del 2016.

Imagen A.3.2 Ingeniería Mecánica-Eléctrica en el Tecnológico de Monterrey.

Semestres	CB	CI	IA	CS
1	8			8
	8			8
	4			
	8			
	8			
2	8		8	8
	8			8
	8			
	4			
	8			
3	8		8	8
	8		8	
	8			
	8			
	8			
4	8		8	
	8		8	
	8			
	8			
	8			
5	8			8
			8	
			8	
			8	
			4	
6			8	8
			8	
			8	
			8	
			4	
7			8	8
			8	8
			8	
			8	
			8	
8			4	8
				4
				8
				8
				8
9			8	8
				2
				4
				4
				8
			8	
Total	450			
Total créditos	128	140	118	64
Porcentaje	28,44	31,11	26,22	14,22
Cred. Matemáticas	56			
Porcentaje	12,44			

Fuente: Elaboración propia en base a los planes de estudio del Tec. de Monterrey (2011) <https://tec.mx/es>
Consultado en el trimestre enero-marzo del 2016.

Imagen A.3.3 Ingeniería en Computación en la UAM.

	CB	CI	IA	CS		Créditos optativos totales	66 créditos			
UEA	4					Tronco interdisciplinarios	18 de CS			
	7			3						
Tronco General	9	9								
	3	3				Restantes:	Cb	CI	IA	CS
	9	6					48	12	9	18
	9	3						6	9	9
	6	7							9	9
	9								9	9
	9								9	9
	9								6	9
	6								9	9
	9								9	9
	3									6
	7									9
	9					Total				8
	9		9	6			281			9
Tronco bas prof	9	9	12			Créditos totales por área	18	69	96	98
	9	9	6			Total de Créditos	3	12	16	17
		3	12			Porcentajes	6,41	24,56	34,16	34,88
		9	9			Créditos de Matemáticas	3,075			
		9	8							
		9	9							
		8	8							
		8	9							
		12	7			Total	475	Porcentajes		
		9	3			Total de créditos Obligatorios	409	86,11		
			9			Total de créditos optativos	66	13,89		
UEA				30						
Tronco de int			18							
Créditos Oblig.	135	113	122	39						
Total créditos	138	125	138	74						
Porcentaje	29,07	26,27	29,14	15,52						
Cred. Matemáticas	95									
Porcentaje	20,00									

Fuente: Elaboración propia en base a los planes de estudio de la UAM. <http://www.uam.mx> Consultado en el trimestre enero-marzo del 2016.

Anexo A.4 Características de las cinco carreras que fueron parámetro de estudio y sus particularidades en las asignaturas de matemáticas.

En la búsqueda de los planes de estudio de las IES, nos encontramos con visibles diferencias entre las carreras, como era de esperarse; sin embargo, debe tomarse en cuenta que no todas las universidades manejan exactamente las mismas carreras, lo cual puede influir en la interpretación que nosotros hagamos sobre sus planes y programas de estudio.

A continuación se mostrará un cuadro con los diversos nombres que les otorgan a las carreras analizadas.

Tabla A.4.1.a Nombre de las carreras analizadas en este estudio.

FI	FES Aragón	IPN	UAM	BUAP
Ing. Civil	Ing. Civil	Ing. Civil	Ing. Civil	Ing. Civil
Ing. en Computación	Ing. en Computación	Ing. Informática	Ing. en Computación	Ing. en Ciencias de la Computación
Ing. Industrial	Ing. Industrial	Ing. Industrial	Ing. Industrial	Ing. Industrial
Ing. Mecánica	Ing. Mecánica	Ing. Mecánica	Ing. Mecánica	Ing. Mecánica y Eléctrica
Ing. Eléctrica Electrónica	Ing. Eléctrica Electrónica	Ing. Eléctrica	Ing. Eléctrica	Ing. Electrónica

Fuente: Elaboración propia en base a los planes y programas de estudios de las IES indicadas.

Tabla A.4.1.b Nombre de las carreras analizadas en este estudio.

UAEM	U. de G.	UANL	Ibero	ITESM
Ing. Civil	Ing. Civil	Ing. Civil	Ing. Civil	Ing. Civil
Ing. en Computación	Ing. en Computación	Ing. en Tecnología de Software	Ing. en Tecnologías de Cómputo y Telecomunicaciones	Ing. en Sistemas Computacionales
-	Ing. Industrial	Ingeniero Industrial Administrador	Ing. Industrial	Ing. Industrial y de sistemas
Ing. Mecánica	Ing. Mecánica Eléctrica	Ing. Mecánica Eléctrica	Ing. Mecánica y Eléctrica	Ing. Mecánica Eléctrica
Ing. Electrónica	-	-	-	Ing. en Tecnología Electrónica

Fuente: Elaboración propia en base a los planes y programas de estudios de las IES indicadas.

Un ejemplo sobre esta búsqueda, es la carrera de ing. Civil, que aparece invariablemente igual en las 10 universidades comparadas. Al respecto, es posible darnos cuenta que las que tienen menor número de materias de matemáticas, son: la Universidad Iberoamericana y el IPN. La primera contempla cinco materias: Cálculo I y Taller; Cálculo II; Álgebra Lineal; Cálculo III y por último Probabilidad y Estadística Aplicada y Taller. A su vez, la segunda (IPN), estipula este rubro: Matemáticas I; Matemáticas II; Matemáticas III; Matemáticas IV y Matemáticas V.

En el caso contrario donde abundan las matemáticas tenemos a la UAEM con 10 materias, se trata de las siguientes: Álgebra Superior, Cálculo I, Geometría Analítica, Álgebra Lineal, Cálculo II, Ecuaciones Diferenciales, Probabilidad y Estadística, Cálculo III, Métodos Numéricos y Métodos Estadísticos.

Las demás universidades oscilan entre 7 y 8 materias en esta carrera en particular.

Las matemáticas en las otras carreras de ingeniería, en términos generales, el IPN sigue siendo una de las instituciones que establecen un menor número de créditos para estudiar las matemáticas, lo cual se puede apreciar en el escaso número de materias para estudiar ingeniería (6 o 7). Sin embargo, al ver con mayor detalle su plan de estudios, materias como cálculo diferencial e integral y cálculo vectorial, poseen 12 créditos cada una, lo que llama la atención puesto que en toda la carrera hay muy pocas materias con tal número de horas que se dedican a la semana (6 horas teóricas). Los anteriores casos se observan en ESIME Azcapotzalco donde se encuentra ingeniería mecánica y ESIME Zacatenco, que imparte ingeniería eléctrica.

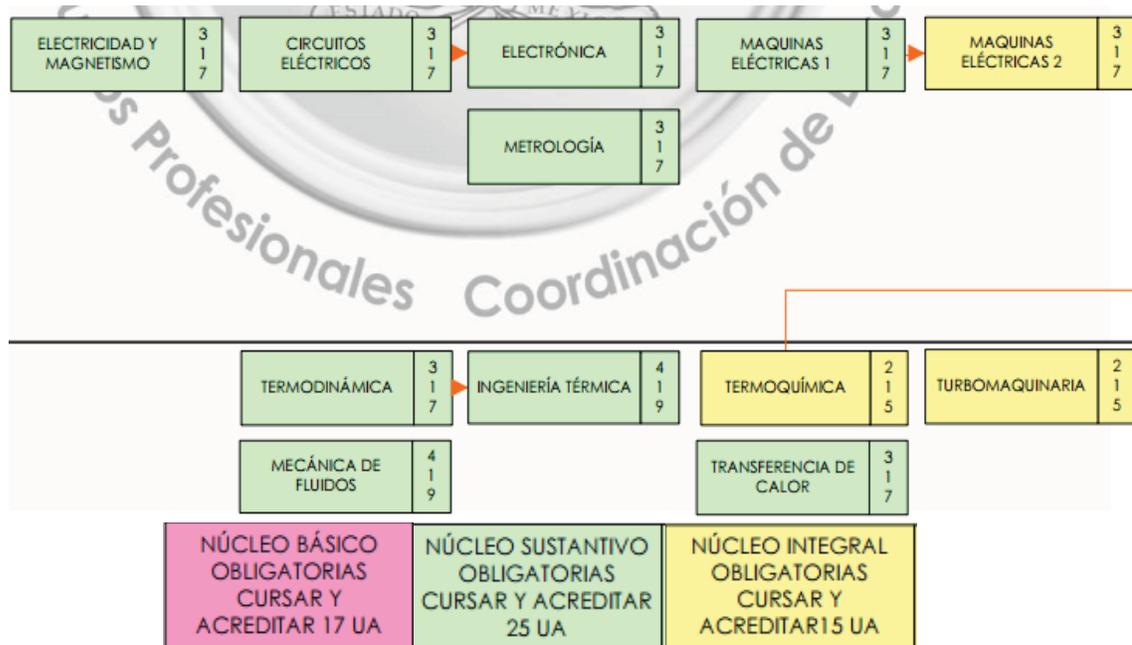
Como se vio tanto en el análisis del Capítulo I (tabla I.10), el Instituto Tecnológico de Monterrey, tampoco favorece en amplitud a las materias de matemáticas, entre 7 y 8 asignaturas. Destaca que, al igual que en el caso del IPN (para ingeniería civil), imparte materias tituladas como matemáticas I, II y III, en sus carreras de ingeniería en general. A su vez, llama la atención que, para la carrera de ingeniería civil existe una materia llamada solución de problemas con programación, ofrecida por la academia de tecnologías computacionales, la cual fue considerada como materia de matemáticas, cabe destacar que el perfil que el docente debe tener para impartir esta asignatura debe contar con el grado de maestro o doctor de alguna de las siguientes carreras: ciencias computacionales o de información, administración de las telecomunicaciones, eléctrica o electrónica y comunicaciones, inteligencia artificial o robótica, tecnología de la información o informática o sistemas computacionales.

Anexo A.5 Peculiaridades que algunas de las universidades consideradas en este estudio difieren con la clasificación y seguimiento de las recomendaciones que hace el CACEI.

Un aspecto que despertó nuestro interés en la comparación de contenidos temáticos de algunas de las universidades de México, fue que las instituciones poseen una clasificación propia para sus materias, debido a la libertad que cada institución posee para formar ingenieros, que en ocasiones discierne un poco de las recomendaciones que el CACEI manifiesta, es decir, una materia que se encuentra como Ciencias Básicas en el CACEI (y algunas universidades que concuerdan con este criterio), pero en otra IES puede encontrarse como Ciencia de la Ingeniería. También existen casos de una materia catalogada por el CACEI como Ciencias de la Ingeniería, aparece en otras como Ingeniería Aplicada; esta situación en ocasiones es muy clara, pues usan los mismos nombres que ya conocemos (CB, CI, IA y CSH) para separar sus materias y en otros casos es nombrada de forma distinta pero dando a entender una separación bien definida.

A continuación se mostrarán fragmentos de algunos planes de estudios para ejemplificar lo que en el anterior párrafo se describió:

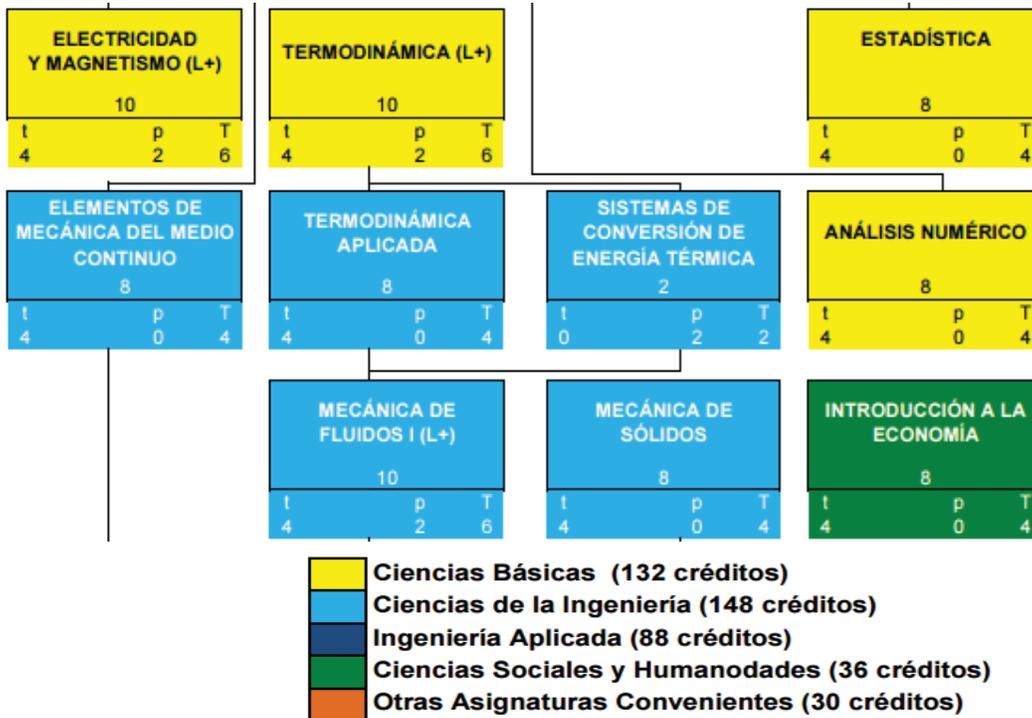
Imagen A.5.1 Fragmento del plan de estudios de Ingeniería Mecánica en la UAEM.



Fuente: Plan de estudios 2004 UAEM de Ingeniería Mecánica en <http://www.uaemex.mx/> Consultado en el trimestre enero-marzo 2017.

En la imagen anterior, se puede observar que la división no es la misma a la que estamos acostumbrados, pues en su código de colores omite las Ciencias Sociales y Humanidades, además que se nombran como Núcleo Básico, Núcleo Sustantivo y Núcleo Integral, los cuales son equivalentes a las CB, CI e IA.

Imagen A.5.2 Fragmento del plan de estudios de Ingeniería Mecánica en la FI.



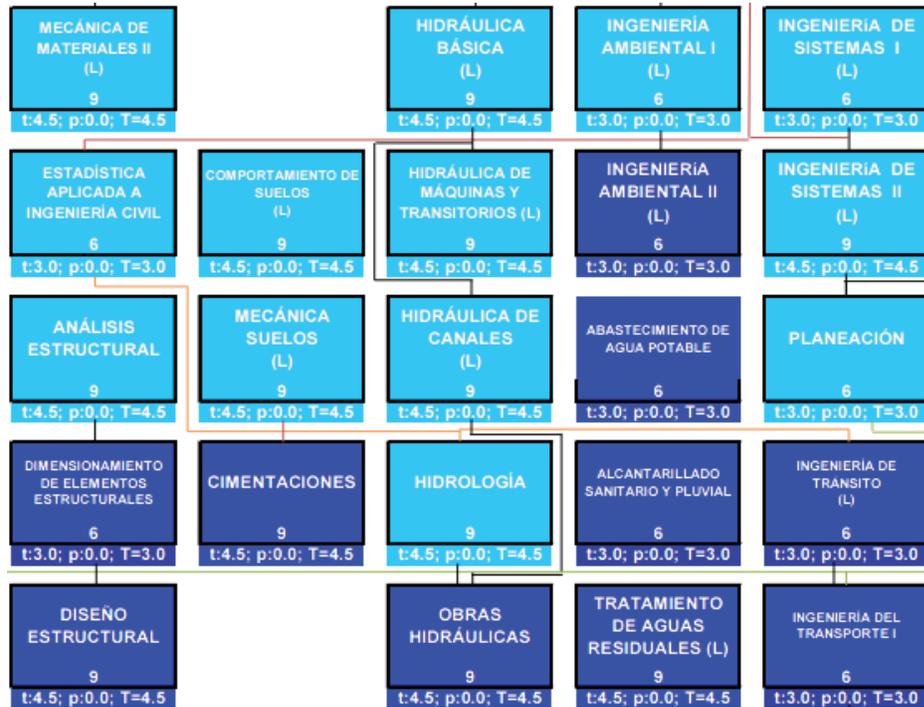
Fuente: Plan de estudios 2016 de la FI para Ingeniería Mecánica, en: <http://www.ingenieria.unam.mx/index.php>, Consultado en el trimestre enero-marzo 2017.

En la Facultad de Ingeniería encontramos que sigue las recomendaciones que el CACEI emite, eso incluye la división de los contenidos temáticos bien definidos y disponibles al público en general.

Con lo anterior podemos darnos cuenta que las materias de termodinámica y electricidad y magnetismo son las que varían un poco, pues nótese que mientras que en la FI estas se encuentran entre las Ciencias Básicas, para la UAEM, pertenecen al área denominada Núcleo Sustantivo, y no el Núcleo Básico, esto manifiesta que existen pequeñas discrepancias entre algunas IES.

A continuación, se expondrá otro caso, esta vez para Ingeniería Civil.

Imagen A.5.3 Fragmento del plan de estudios de Ingeniería Civil en la FI.



Fuente: Plan de estudios 2016 de la FI para Ingeniería Civil, en: <http://www.ingenieria.unam.mx/index.php>, Consultado en el trimestre enero-marzo 2017

Los códigos de colores son idénticos al caso anterior de la facultad de ingeniería, azul celeste para las Ciencias de la Ingeniería y azul marino para las materias de Ingeniería Aplicada.

Imagen A.5.4 Fragmento del plan de estudios de Ingeniería Civil en el IPN.



Fuente: Plan de estudios 2004 del IPN para Ingeniería Civil, en <http://www.esiaz.ipn.mx/Paginas/Inicio.aspx>, Consultado en el trimestre enero-marzo 2017.

En este mapa curricular se aprecia que tiene una división como la que el CACEI propone, aunque se nota muy levemente la diferencia por los colores que se emplearon, se puede observar que las materias con un amarillo tenue son CI y las más remarcadas, pertenecientes a IA.

Imagen A.5.5 Fragmento del plan de estudios de Ingeniería Civil en la U. de G.

Área de formación especializante obligatoria

MATERIAS	CLAVE	TIPO	HORAS TEORÍA	HORAS PRÁCTICA	HORAS TOTALES	CRÉDITOS	PRERREQUISITOS
IMPACTO AMBIENTAL	ID406	C	30	0	30	4	200 CRÉDITOS
CONSTRUCCIÓN I	IT301	CT	40	40	80	8	IT201
CONSTRUCCIÓN II	IT302	CT	40	40	80	8	IT301
CONSTRUCCIÓN III	IT303	CT	40	40	80	8	IT302
PLANEACIÓN	IT304	CT	40	20	60	6	IT303
ANÁLISIS ESTRUCTURAL I	IT315	C	60	0	60	8	IT312
ANÁLISIS ESTRUCTURAL II	IT316	CT	40	20	60	6	IT315
INGENIERÍA SÍSMICA	IT320	C	60	0	60	8	FS104
DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO I	IT321	C	80	0	80	11	IT313
DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE ACERO I	IT325	C	60	0	60	8	IT311, IT313
CIMENTACIONES	IT333	CT	60	20	80	9	IT332
LABORATORIO DE CONCRETO	IT334	L	0	40	40	3	IT335
HIDRÁULICA II	IT344	CT	60	40	100	11	IT342
HIDRÁULICA III	IT346	CT	60	40	100	11	IT342
HIDROLOGÍA	IT348	CT	60	40	100	11	MT150 Y (IT361 Ó IT363)
AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO	IT352	CT	60	20	80	9	IT344, IT346
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	IT354	CT	60	20	80	9	IT344, QM100
OBRAS HIDRÁULICAS	IT356	CT	60	20	80	9	IT344, IT346, IT348
SISTEMAS DE TRANSPORTE	IT391	CT	40	20	60	6	IT394
INGENIERÍA DE SISTEMAS	IT392	CT	60	20	80	9	MT120, MT150
INGENIERÍA DE TRÁNSITO	IT393	CT	40	20	60	6	MT150
CARRETERAS	IT394	CT	40	20	60	6	IT348
PAVIMENTOS	IT337	CT	60	20	80	9	IT332
LABORATORIO DE PAVIMENTOS	IT339	L	0	60	60	4	IT332
PROYECTO TERMINAL	IT395	CT	20	80	100	8	400 CRÉDITOS
TOTALES			1170	640	1810	195	

Fuente: Plan de estudios de la U. de G. para Ingeniería Civil, en <http://udg.mx/> Consultado en el trimestre enero-marzo 2017.

En el caso de la Universidad de Guadalajara, no se encontró el mapa curricular, si no el listado de materias, que se encuentra divididos en Formación Básica Común Obligatoria, Formación Básica Particular Obligatoria y Formación Especializante Obligatoria, la imagen corresponde a esta última lo cual indica que es una equivalencia a las materias de IA.

Comparando los planes de estudios de estas instituciones nos podemos dar cuenta que de nueva cuenta existen diferencias en los criterios para catalogar las materias, observe por ejemplo la materia de “Planeación”, para el caso de la Facultad de Ingeniería se encuentra dentro de las Ciencias de la Ingeniería, sin embargo para las otras dos (U. de G. e IPN), se cataloga como IA o su equivalente en el último caso de “formación especializante”. Otro ejemplo es “Análisis estructural” pues pertenece a las CI para la FI y el IPN pero no para la U. de G., también ocurre en materias como “Hidrología” o las que se relacionan con la hidráulica, las cuales nuevamente se describen como CI para las primeras dos instituciones pero no para la tercera.

Así pues, encontramos varios ejemplos de estas peculiaridades, lo cual no quiere decir que una institución esté en lo correcto y otra no, simplemente que sus criterios difieren en mayor o menor grado, así como los objetivos que persiguen en el paso que dan los estudiantes para obtener su formación de ingenieros.

Anexo A.7 Cuestionario para medir el uso de las matemáticas en los ingenieros que trabajan en los sectores secundario y terciario.

DATOS DE LA EMPRESA			
NOMBRE			
DIRECCIÓN			
TELÉFONO		TAMAÑO	
CORREO			
PRODUCTOS			
ENTREVISTADOS			
NOMBRE		PUESTO	

¿Cuántos ingenieros trabajan en la planta?

Según su experiencia, ¿Es más sencillo trabajar con un recién egresado o alguien con experiencia? Y ¿Cuál sería la diferencia?

Por favor, exprese su opinión sobre la formación de los ingenieros en las distintas Instituciones de Educación Superior.

COMPILACIÓN DE RESPUESTAS POR ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN					
ÁREA DEL INGENIERO					
Preguntas	Producción	Mantenimiento	Servicio	Control de Calidad	Otros (especificar)
1.- En sus proyectos o planes de trabajo, ¿Qué tipo de matemáticas se emplean?					
2.- De acuerdo a la pregunta anterior ¿Qué tan avanzadas son las matemáticas que emplean sus ingenieros?					
3.-En su opinión ¿Qué conocimientos se deberían impartir las IES?					
4.- ¿Qué habilidades son las que considera usted más importantes para el desempeño en el ámbito laboral de sus ingenieros?					

Anexo A.8 Algunas entrevistas con ingenieros que se encuentran laborando en el sector productivo.

Existe la inquietud de averiguar la cantidad real de matemáticas que se ocupan en la práctica, por lo cual se requirió conocer el punto de vista de los ingenieros que ejercen su profesión, además su opinión con respecto a la formación que los estudiantes de las IES reciben.

En un principio se buscaba metodológicamente obtener una muestra representativa de ingenieros que se encontraran laborando fuera del sector educativo, pidiendo que nos permitieran una parte de su tiempo para contestar los puntos que enmarcamos en una entrevista guiada.

Este intento consumió tres meses, la respuesta fue muy escasa y de poca aceptación para concertar una cita.

En consideración a lo anterior, presentamos en este escrito cinco entrevistas de ingenieros que están contratados en el sector productivo y que no tienen relación con ninguna IES.

A.8.1 Análisis de la información que nos compartieron los ingenieros entrevistados.

Se manejó un cuestionario para guiar las entrevistas a los ingenieros que ocupaban uno de los principales cargos, se logró efectuar el acercamiento a cinco compañías, de las cuales cuatro ocupan un puesto gerencial y uno de ellos es supervisor. La primera pregunta, nos dio idea del tamaño de la compañía, de tal manera que en la Tabla A.8.1 observamos que:

Tabla A.8.1 Datos generales de las compañías a las que se entrevistaron.

Número de ingenieros que laboran en la compañía	Giro comercial de la compañía	Cargo del ingeniero entrevistado
43	Fabricación y mantenimiento de recipientes sujetos a presión, intercambiadores de calor y aerofriadores	Gerente de Ingeniería
11	Productos químicos de alta pureza	Gerente de Ingeniería y Mantenimiento
5	Fabricación de envases de plástico	Supervisor de Producción
4	Fabricación de muebles ahorradores de espacio	Gerente General
2	Envasadora de productos de limpieza	Gerente de Producción

Fuente: Investigación directa

Conforme a la tabla anterior, y para tener una mejor comprensión en nuestro siguiente análisis ubicaremos la respuesta de los ingenieros entrevistados por el número de ingenieros que laboran en la “Compañía”, es decir, serán identificados como C₄₃, C₁₁, C₅, C₄ y C₂ respectivamente.

Ante la pregunta, “¿Es más sencillo trabajar con un recién egresado o con alguien que tenga experiencia? Y, ¿Cuál es la diferencia?”, los entrevistados respondieron lo siguiente:

C₄₃ “Un recién egresado es capacitado y se amolda a los requerimientos de la empresa, una persona con experiencia llega directamente a producir. Cada uno de ellos tiene sus ventajas, pero eso depende del tiempo o cantidad de trabajo con la que cuente la empresa en esos momentos, es decir, si en la empresa se requiere sacar alta producción, un recién egresado se acoplaría con mayores dificultades”.

C₁₁ “Depende del perfil o de la necesidad que deba ser cubierta. Si es una posición en la cual se requiera de una persona con conocimientos específicos, difícilmente se encontrará alguien con experiencia, entonces es más viable desarrollar a una persona recién egresada que tenga capacidad lógica de resolver problemas; con esa base es más conveniente desarrollarlo, si se requiere manejo de personal o alguien con experiencia para abrir un nuevo mercado, es más favorable alguien experimentado”.

C₅ “Alguien con experiencia ya sabe directamente el trabajo que va a desempeñar y lo que espera del mismo, sin embargo, a un recién egresado que tenga la facilidad de aprender se les puede enseñar más fácil, lo cual en ocasiones es benéfico”.

C₄ “Una persona sin experiencia se va acoplando a la manera de trabajar, y tiene la virtud de esforzarse más. No obstante un ingeniero con experiencia, puede llevar a cabo sus actividades más fácilmente”.

C₂ “Sin duda con alguien que tenga experiencia es más fácil, pero un egresado siempre se va a amoldar a la industria, y la persona que ya tiene experiencia en ella, puede intentar modificar una parte de tu proceso, por lo cual desde mi punto de vista personal, es preferible un recién egresado”.

En la segunda pregunta se solicitó a los entrevistados, expresaran su opinión sobre la formación de los ingenieros en las diversas Instituciones de Educación Superior del país; consiguientemente las respuestas fueron las siguientes:

C₄₃ “El IPN fue formado para hacer técnicos, la UNAM se centra un poco más en lo administrativo o ejecutivo; pero también, tiene su lado técnico. Aunque a veces, no se ha logrado del todo, sin embargo, esto se refleja en las aspiraciones personales”.

C₁₁ “De las escuelas públicas surgen mejores ingenieros *hacedores*, con habilidades para hacer cálculos y análisis. No obstante, tienen problemas al vender su trabajo, como por ejemplo el reporte de mejoras, la presentación de diseños y otros.

Por lo anterior, como a un ingeniero se le evalúa integralmente, estas habilidades deben ser tomadas en cuenta al momento de formarlos como tales”.

C₅ Los egresados de una IES privada, en términos normales, salen para ocupar puestos directivos; es decir, utilizan más las bases de administración, a diferencia de los egresados del sector público que los desarrollan con mayor aplicación a la parte técnica, los que egresan del IPN o UNAM saben más del enfoque técnico, pero cuando se requiere lo administrativo, los del Tecnológico de Monterrey o la Iberoamericana son mejores.

C₄ “En general los egresados de universidades públicas como el IPN están formados mucho más enfocados al trabajo de la producción y las privadas a lo administrativo o gerencial. Todo depende de las necesidades para elegir a un candidato dentro de la empresa”.

C₂ “En la universidad no nos enseñan mucho la parte práctica y en el trabajo se termina aprendiendo, realmente los ingenieros carecemos de esas cualidades cuando egresa. Entonces existe mucha teoría y falta de práctica”.

La última parte es un cuadro con cuatro preguntas que se encarga de recopilar respuestas sobre las matemáticas y otros conocimientos tanto de ingeniería, como útiles en la formación del estudiante para poder desempeñarse de manera óptima en las distintas áreas comunes en la ingeniería.

C₄₃ “La utilización de las matemáticas en el área de producción, mantenimiento y control de calidad se limita a lo básico, pues no se hace de un mayor uso de las mismas, a excepción, del manejo de estadísticas para el área de control de calidad y un poco de trigonometría en producción. Donde se emplearían matemáticas más complejas, sería en el área de diseño y desarrollo, en la cual se requiere un análisis de esfuerzos o integrales un poco más elaboradas, pero por lo regular los realizan personas con el grado de maestría.

Por otro lado será oportuno enseñar a los jóvenes las particularidades de las máquinas y/o equipos más comunes en la industria, de manera tal que no partan de cero al momento de desarrollar la actividad cuando se tiene la responsabilidad sobre tales equipos.

Así mismo estos deben conocer paquetería como por ejemplo CAD. Respecto a las cualidades importantes para que un ingeniero desarrolle en las mejores condiciones su trabajo se requiere que éste lo atienda, como en la actitud o disponibilidad; que su mente sea abierta y que proporcione ideas.

Lo anterior es importante sobre todo en el manejo de personal, ya que es en esta parte donde los ingenieros vienen más débiles”.

C₁₁ “En el área de producción las herramientas matemáticas que se emplean principalmente son las estadísticas, especialmente cuando hay necesidad de crear, optimizar y/o modificar procesos.

Un ejemplo de la utilización de las herramientas matemáticas sería, cuando se maneja un proyecto en donde es preciso determinar esfuerzos, volúmenes o distancias, así mismo, son de utilidad para dar seguimiento a programas y control de gastos.

Se ocupan modelos matemáticos en el área de mantenimiento con el fin de realizar predicciones de ruptura o de cambio de equipo por mencionar algunas.

Por otro lado, para control de calidad, se vuelve a hacer referencia control estadístico en respuesta a la correlación que se tiene con el área de producción”.

C₅ “Básicamente las matemáticas que se ocupan en los proyectos o planes de trabajo de los ingenieros, son del nivel elemental, con el nivel de preparatoria sería suficiente, sin

embargo, para todas las áreas que se plantean (producción, mantenimiento, servicio, control de calidad) se utilizan estadísticas.

Los conocimientos que en las IES se imparten en asignaturas como de ciencias de la ingeniería e ingeniería aplicada, se justifican de una manera sobrada, siendo trabajo que no realiza un estudiante de preparatoria, específicamente en el área de hidráulica, neumática, control de PLC, mecánica, electrónica y electricidad.

En los egresados de ingeniería se aprecia poca práctica, con la recomendación, de que se debería enseñar los equipos físicamente y su funcionamiento, también se debe considerar la normatividad y hacer simulacros sobre la toma de decisiones con los conocimientos anteriores”.

C₄ “En nuestros planes de trabajo se relaciona mucho la parte de metrología, pero básicamente se usa aritmética y operaciones simples, salvo en la fabricación de piezas, donde se extiende un poco más y llega a trigonometría o álgebra, sin embargo sigue sin ser tan complejo, todo lo anterior para el área de producción, en mantenimiento con un buen manejo de unidades es suficiente para nuestra empresa.

En cuanto a los conocimientos específicos de ingeniería es conveniente ligar estos a los casos prácticos, se debe tener clara la noción de los procesos de fabricación, programas de mantenimiento, tiempos y movimientos, diagramas de flujo, seguimiento al cliente y otros.

De manera general las universidades deben enfocarse a formar ingenieros para la solución de problemas reales, una vez contratado el ingeniero debe ser abierto a la creatividad, sin limitarse exclusivamente a lo que indica el puesto; se debe involucrar en todos los procesos con la libertad y la intuición matemática para generar cambios positivos. Así mismo debe privilegiar la comunicación y participar activamente en la correcta implementación de nuevos proyectos”.

C₂ “Las matemáticas que se emplean son básicas ya sea en producción, control de calidad, mantenimiento, entre otros.

El manejo de herramientas se da por hecho en las universidades, sin embargo en la actividad industrial del ingeniero es punto esencial, lo mismo ocurre con el manejo de instrumentos, su lectura, interpretación de tablas, conversiones y el manejo estadístico.

Es deseable involucrar para el correcto manejo de máquinas los conocimientos mecánicos y de electricidad que las rigen. Esto es, visualizar en forma real los aparatos, para nuestro caso el conocimiento para máquinas sopladoras e inyectores de plástico”.