DESARROLLO DE LA FORMACION DE INGENIEROS EN LA UNIVERSIDAD DE CHILE Y EL PAIS

Jorge Mardones Acevedo

ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA EN LA UNIVERSIDAD DE CHILE

Jorge Cauas Lama

EL PERSONAL DOCENTE EN LA ESCUELA DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

Ivo Babarovic Denegri

PREFACIO

Entre el 12 y 17 de septiembre ppdo. se realizó, en Buenos Aires, el Primer Congreso Panamericano sobre Enseñanza de la Ingeniería. Este torneo fue patrocinado por la UPADI (Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros), la que tomó un acuerdo en este sentido en su 5ª Convención, realizada en Montreal, Canadá, en 1958; la UADI (Unión Argentina de Asociaciones de Ingenieros), fue encargada, en cuanto miembro de la UPADI, de preparar este Congreso.

Los objetivos del Primer Congreso Panamericano sobre la Enseñanza de la Ingeniería fueron el estudio y discusión amplia de los trabajos presentados a él por los organismos invitados, y que se encuadraron en un temario previamente anunciado, con los siguientes temas:

1) Preparación para los estudios de Ingeniería.
2) Enseñanza de la Ingeniería.
3) Centros para la especialización de la Ingeniería.
4) Tareas de investigación del personal docente.
5) Intercambio de profesores y estudiantes de Ingeniería.
6) Estímulo para la función docente y la investigación dentro de los campos de la Ingeniería.

Todos estos aspectos fueron discutidos en el Congreso en las comisiones correspondientes.

La Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, invitada a participar a este Congreso, estuvo representada por el señor Decano, ingeniero Carlos Mori; por el Director de la Escuela de Ingeniería, ingeniero Enrique d'Etigny; por el ingeniero Augusto León, Director del Centro de Planeamiento, y por el profesor de Economía Política de la Escuela de Ingeniería, ingeniero Joaquín Undurraga.

La Facultad encomendó a su Centro de Planeamiento la elaboración de algunos temas de interés en relación con la enseñanza de la Ingeniería en Chile. Este Centro se propuso entregar, a través de un conjunto de trabajos relacionados, una visión global del desarrollo de la enseñanza de la Ingeniería en nuestro país en los últimos 20 años, y un análisis de la situación actual de esta enseñanza, particularmente en lo que concierne a la Universidad de Chile.

Un primer aspecto fue tratado por el ingeniero Jorge Mardones A. en su trabajo *Desarrollo de la formación de Ingenieros en la Universidad de Chile y el país.* Se hace en él un análisis de la estructura de la educación en Chile en relación con la enseñanza de la Ingeniería; se analizan las estadísticas de ingenieros egresados de diversas Universidades del país, en cuanto a su número relativo y especialidad, estudiando en forma particular el aporte de la Universidad de Chile.

El ingeniero Jorge Cauas, en su trabajo *Enseñanza de la Ingeniería en la Universidad de Chile,* presenta un análisis de la estructura, métodos y planes de estudio de la enseñanza en nuestra Escuela de Ingeniería, y aborda luego la clasificación de los ramos según tipo y materia.

El ingeniero Ivo Babarovic completa este conjunto de trabajos con un estudio sobre *El personal docente en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile;* en él analiza la actividad de este personal docente, definiendo al profesor y auxiliar "full-time" y explicando las ventajas que esta modalidad presenta; se analiza luego la contribución que hacen a la enseñanza de la Ingeniería los Laboratorios, Centros e Institutos dependientes de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Estos trabajos, como hemos dicho, constituyen un todo, abarcando diversos aspectos de la enseñanza de la Ingeniería en Chile. En ellos no se ha pretendido dar soluciones a los problemas que se presentan en este campo, sino analizar la situación actual con sus características y tendencias, como un aporte más a la clarificación de esta situación.

Dichos problemas encontrarán una verdadera solución dentro de una reforma general de nuestra educación, en todos los niveles (secundario, técnico, universitario), que la adapte mejor a las exigencias crecientes de nuestro desarrollo.

CONTENIDO

A. DESARROLLO DE LA FORMACION DE INGENIEROS EN LA UNIVERSIDAD DE CHILE Y EL PAIS.

Resumen

1. Estructura de la educación en Chile en relación con la enseñanza de la Ingeniería.
2. Formación de Ingenieros en la Universidad de Chile y en las demás instituciones de enseñanza en los últimos 20 años.
3. Formación de Ingenieros en la Universidad de Chile y en las demás Universidades, por especialidades, en los últimos 20 años.
4. Alumnado de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile.
5. Conclusiones y recomendaciones.

Apéndice:

CUADRO A : Número de Ingenieros egresados de las Instituciones de Enseñanza en el período 1940-59.

CUADRO B : Número de Ingenieros egresados por especialidad en el período 1940-59.

B. ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA EN LA UNIVERSIDAD DE CHILE.

Resumen

1. Estructura de la enseñanza.
2. Clasificación de los ramos según tipo.
3. Clasificación de los ramos según materia.
4. Análisis de las características y tendencias.

Apéndices

C. EL PERSONAL DOCENTE DE LA ESCUELA DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE.

Resumen

Introducción

1. Análisis del personal docente de la Escuela de Ingeniería y de su actividad.
2. Análisis de la actividad docente del personal de los Laboratorios, Centros e Institutos de la Facultad. Su contribución a la enseñanza de la Ingeniería.
3. Análisis de las características y tendencias.

DESARROLLO DE LA FORMACION DE INGENIEROS EN LA UNIVERSIDAD DE CHILE Y EL PAIS

Jorge Mardones Acevedo

DESARROLLO DE LA FORMACION DE INGENIEROS EN LA UNIVERSIDAD DE CHILE Y EL PAIS *

JORGE MARDONES ACEVEDO**

RESUMEN

A través de este trabajo pretendemos mostrar un cuadro de la enseñanza de Ingeniería en nuestro país y analizar la evolución experimentada en la formación de ingenieros en los últimos 20 años. Mediante estadísticas de ingenieros egresados de las Universidades e Instituciones de Enseñanza Técnica, se hace un estudio que permite apreciar las tendencias en cuanto a cantidad y especialización.

Además, se muestra con más detalle el aporte de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile en relación al resto de los establecimientos. Esto se complementa con un análisis de la matrícula de la Escuela de Ingeniería en el período mencionado.

1. ESTRUCTURA DE LA EDUCACION EN CHILE EN RELACION CON LA ENSEÑANZA DE LA INGENIERIA

En Chile, la enseñanza de la Ingeniería se imparte en las Universidades tradicionales y en las Universidades Técnicas. Además, las Fuerzas Armadas preparan a miembros de sus filas en algunas ramas de la Ingeniería por intermedio de sus Escuelas y Academias.

Los profesionales que obtienen el grado de Ingeniero en estas instituciones y los que obtengan revalidación o reconocimiento del título proporcionado por una Universidad extranjera, podrán ejercer esta profesión, de acuerdo con la Ley Nº 12.851, de fecha 6 de febrero de 1958, que crea el Colegio de Ingenieros.

Hemos considerado de interés presentar un cuadro (ver Gráfico Nº 1) simplificado del sistema educacional chileno, aclarando lo que ocurre en el nivel superior y analizando las posibles trayectorias de los ingenieros que egresan de las Universidades y Universidades Técnicas. En la realidad, este cuadro es más complejo, especialmente en lo que se refiere a la enseñanza vocacional y técnica de grado medio.

Se han omitido en este esquema las instituciones de las Fuerzas Armadas, debido a que tienen un sistema de enseñanza adecuado y orientado a sus propias necesidades.

---

*Trabajo presentado por el Centro de Planeamiento de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, al Primer Congreso Panamericano de la Enseñanza de la Ingeniería (Buenos Aires, 12-17/IX/60).

**Ingeniero, Centro de Planeamiento, Fac. de C. Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.

Enseñanza Primaria.—Los estudios en la escuela primaria o preparatoria se inician alrededor de los 6 años de edad y tienen una duración de 6 años. En Chile, la Instrucción Primaria tiene carácter obligatorio para los menores en edad escolar y es un requisito indispensable para continuar los estudios en la enseñanza media.

Enseñanza Media.—En este nivel se distinguen la Enseñanza Secundaria y la Técnica Profesional.

La Educación Secundaria o de Humanidades tiene una duración de 6 años y proporciona al estudiante una formación en el terreno humanístico y científico; en lo humanístico existen ramos de Historia, Literatura, Filosofía e Idiomas; en el campo científico se estudia Matemáticas durante los 6 años (Aritmética, Geometría Plana, Algebra hasta ecuaciones de 2º grado y solución de sistemas de ecuaciones por eliminación); en Ciencias hay un curso general durante los tres primeros años, y cursos diferenciados de Física, Química y Biología en los tres últimos.

Al final de estos estudios se obtiene la Licencia Secundaria y se puede optar al grado de Bachiller en Humanidades en diferentes menciones y que para el caso de los futuros estudiantes de Ingeniería debe ser en Matemáticas; este último incluye las pruebas generales de Filosofía, Historia y Geografía de Chile, dos idiomas extranjeros, y tres pruebas especiales con materias de Matemáticas, Física y Química.

Los exámenes son rendidos ante la Universidad de Chile, que otorga el grado de Bachiller, que es reconocido y exigido por el resto de las Universidades.

La enseñanza Técnico-Profesional se diferencia de la enseñanza secundaria, al colocar mayor énfasis en la enseñanza práctica y teórica orientada al desempeño de un oficio o empleo en las actividades productoras.

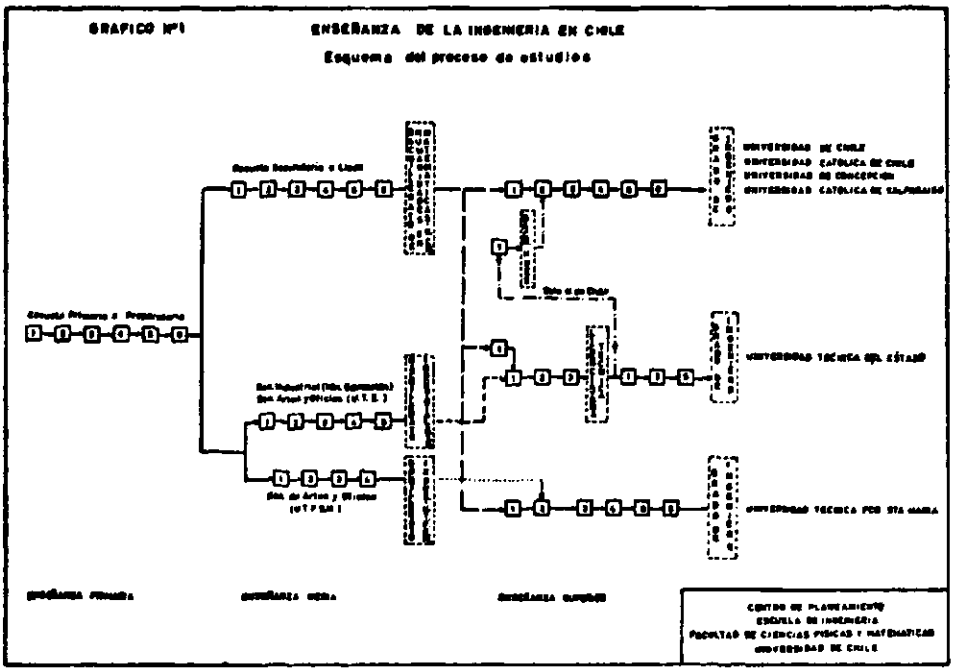
Dentro de este tipo de enseñanza nos preocupamos exclusivamente de la rama Industrial, dejando de lado las ramas Agrícola, Comercial y Técnica-Femenina.

La enseñanza Industrial es impartida por las Escuelas Industriales que dependen del Ministerio de Educación y de las Universidades Técnicas. En estas últimas están representadas por sus Escuelas de Artes y Oficios y otras de las mismas características.

En las Escuelas Industriales de 1ª clase del Ministerio de Educación y en las Escuelas de la Universidad Técnica del Estado estos estudios tienen una duración de 5 años, al final de los cuales se obtiene el grado de Oficios para trabajar en la Industria. Los alumnos que han obtenido este grado en ciertas especialidades, pueden optar al Bachillerato Industrial otorgado por la Universidad Técnica del Estado. Este Bachillerato es requisito para ingresar a los cursos de Técnico y, posteriormente, de Ingeniero en la misma Universidad Técnica del Estado.

Por otra parte, los alumnos que han ingresado a la Escuela de Artes y Oficios de la Universidad Técnica "Federico Santa María" tienen estudios de 4 años de duración, al final de los cuales obtienen el grado de Oficios. También pueden optar al Bachillerato Industrial de la misma Universidad, para continuar los estudios en los niveles superiores y alcanzar el grado Técnico o de Ingeniero.

Existen posibilidades de transferencia entre la enseñanza secundaria y la industrial, que no se han indicado en el cuadro (Gráfico Nº 1).



Enseñanza Superior.—En este nivel hemos distinguido las Universidades clásicas y las Universidades Técnicas.

Las primeras tienen como finalidad el cultivo de las ciencias, artes y letras, mediante sus funciones académicas, docentes, de investigación y de difusión. Dentro de esta categoría hemos considerado a la Universidad de Chile, la Universidad Católica de Chile, la Universidad de Concepción y la Universidad Católica de Valparaíso. Las Escuelas de Ingeniería de estas Universidades dependen de las respectivas Facultades de Ciencias Físicas y Matemáticas.

Para ingresar a estas Escuelas se exige el Bachillerato en Humanidades con mención en Matemáticas. Los estudios tienen una duración de 6 años, al final de los cuales el alumno debe realizar una tesis para rendir el examen de grado y recibir el título de Ingeniero.

En las Universidades clásicas existen, además, escuelas de estudios subprofesionales de 4 ó 5 años de duración que proporcionan el grado Técnico. En el caso de la Universidad de Chile existen, dentro de la misma Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, las Escuelas de Construcción Civil y de Geología.

Las Universidades Técnicas están representadas por la Universidad Técnica del Estado y la Universidad "Federico Santa María". El objetivo fundamental de estas Universidades es el cultivo y la enseñanza de aquellos conocimientos científicos y tecnológicos necesarios para la formación de profesionales técnicos, para la industria, minería y construcción. Están constituidas por Escuelas de Artes y Oficios, Escuelas de Técnicos y Escuelas de Ingenieros. En general la orientación de la enseñanza está en gran parte dirigida al entrenamiento práctico del alumno.

En la Universidad Técnica del Estado los estudios de Ingeniería se realizan en 3 años, después de cursar los 3 años necesarios para obtener el grado de

Técnico Industrial. Para ingresar a los cursos de grado Técnico es requisito indispensable haber aprobado el Bachillerato Industrial, examen al cual concurren los propios alumnos de la Universidad y los alumnos de las Escuelas Industriales dependientes del Ministerio de Educación que han obtenido el grado de Oficio.

Los alumnos que han egresado de la enseñanza secundaria deben realizar un curso de 1 año de adaptación antes de ingresar al 1.er año de la Escuela de Técnicos.

En la Universidad Técnica "Federico Santa María" los estudios de Ingeniería tienen una duración de 6 años para los alumnos egresados de la enseñanza secundaria. Los alumnos que han aprobado el Bachillerato Industrial en la misma Universidad y que provienen de la Escuela de Artes y Oficios ingresan directamente al 2º año de estudios. En esta Universidad el Grado Técnico se obtiene en un curso diferenciado de 2 años después de los 2 primeros años comunes con los estudios para el grado de Ingeniero.

En nuestro esquema no hemos analizado todas las posibilidades de transferencia entre un sistema de enseñanza y otro, sólo hemos indicado los más importantes para cumplir nuestro objetivo. Entre ellas, está la disposición existente en la Universidad de Chile, mediante la cual el alumno que ha obtenido su Licenciatura Técnica puede ingresar a la Escuela de Ingeniería después de un curso especial de 1 año, al final del cual debe rendir el Bachillerato en Humanidades con mención en Matemáticas y los exámenes de los cursos correspondientes para ingresar al 2º año de esta Escuela.

2. FORMACION DE INGENIEROS EN LA UNIVERSIDAD DE CHILE Y EN LAS DEMAS INSTITUCIONES DE ENSEÑANZA EN LOS ULTIMOS 20 AÑOS

En el capítulo anterior hemos analizado los diferentes caminos que puede seguir un estudiante para obtener el grado de Ingeniero. Aquí analizaremos cuántos profesionales ha aportado cada una de estas instituciones durante los últimos 20 años.

Con este objeto, se solicitó directamente de cada una de las Escuelas de Ingeniería el número de egresados año a año desde 1940 a 1959 (ver Cuadro A en Apéndice). Se definió como Ingeniero egresado a aquel profesional que ha rendido satisfactoriamente los exámenes correspondientes al último año de estudios.

No hemos considerado de importancia analizar las cifras de Ingenieros titulados, debido a que es común que el título se obtenga con posterioridad al año de finalizado los estudios. Además, el número de Ingenieros titulados es muy inferior al de egresados, lo que revela que la profesión es ejercida sin haber recibido el grado respectivo. Esto se debe, en parte, a que la Ley del Colegio de Ingenieros, que exige el título para el ejercicio de la profesión, es de fecha reciente (febrero de 1958).

Para facilitar el análisis de estos datos, las instituciones que forman Ingenieros, se han clasificado en la siguiente forma:

1.—Universidad de Chile.
2.—Universidades clásicas restantes: Universidad Católica de Chile, Universidad de Concepción y Universidad Católica de Valparaíso.

3.—Universidades Técnicas: Universidad Técnica del Estado, Universidad Técnica "Federico Santa María".

4.—Fuerzas Armadas: Academia Politécnica Militar, Escuela de Aviación "Capitán Avalos", Escuela de Ingeniería Naval.

Agrupando los datos anuales en períodos de 5 años se obtuvo la siguiente tabla:

CUADRO 1

Ingenieros egresados por Instituciones. Períodos de 5 años

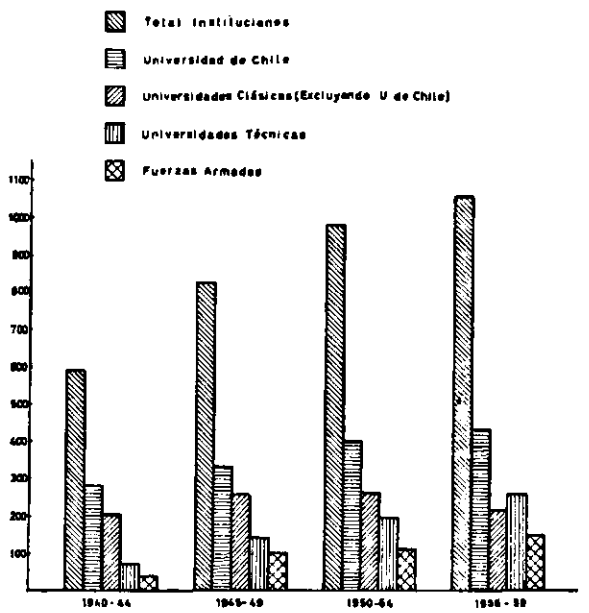
Períodos	Total	Universidad de Chile	Universidades Clásicas	Universidades Técnicas	Fuerzas Armadas
1940-44	588	277	203	70	38
1945-49	827	332	256	139	100
1950-54	979	400	266	195	118
1955-59	1.053	431	219	255	148
Suma 1940-59	3.447	1.440	944	659	404

Para apreciar estas cifras se ha dibujado el Gráfico Nº 2.

GRAFICO Nº2

INGENIEROS EGRESADOS EN CHILE POR INSTITUCIONES DE ORIGEN

Bloques cada 5 años (1940-59)



Si bien es cierto que el Gráfico Nº 2 permite apreciar la tendencia predominante en la variación del número de Ingenieros egresados en el período 1940-59, hemos considerado de importancia realizar un análisis más ajustado, de modo

de encontrar una curva de formación de Ingenieros global y por instituciones, a lo largo de este período.

Para esto, se tomaron los datos directos de Ingenieros egresados anualmente y se confeccionó una Tabla, tomando como cifra de un año el término medio del egreso de los 5 años alrededor de ese año; así, por ejemplo, el dato consignado al año 1945, corresponde al promedio de los Ingenieros egresados entre los años 1943 a 1947. Esta Tabla de promedios móviles es la indicada en el Cuadro 2.

CUADRO 2

Promedios móviles (períodos de 5 años) de los Ingenieros egresados entre 1940 y 1959

Años	Total	Universidad de Chile	Universidades Clásicas restantes	Universidades Técnicas	Fuerzas Armadas
1942	117,6	55,4	40,6	14,0	7,6
1943	123,2	54,0	45,6	15,6	8,0
1944	136,2	56,4	48,8	21,0	10,0
1945	143,8	61,2	48,8	23,0	10,8
1946	155,8	65,4	52,4	26,0	14,0
1947	165,4	66,4	51,2	27,8	20,0
1948	172,6	68,8	52,6	30,2	21,0
1949	179,2	72,6	50,6	32,0	24,0
1950	187,2	72,2	52,6	36,0	26,4
1951	196,6	79,0	52,4	38,2	27,0
1952	195,8	80,0	53,2	39,0	23,6
1953	198,0	83,0	49,4	40,2	25,4
1954	199,6	84,6	50,2	39,0	25,8
1955	204,6	85,2	49,4	42,2	25,8
1956	201,8	86,0	46,6	43,6	25,6
1957	210,6	86,2	43,8	51,0	29,6

A las cifras obtenidas en esta forma se les ajustó una curva, que indica una variación continua, pudiéndose medir la tasa de crecimiento anual, y mediante la cual se podrían hacer provisiones hacia el futuro.

En el Gráfico Nº 3, se pueden observar las curvas ajustadas y los puntos que le dieron origen.

Para el caso de las cifras de producción total, se les ajustó una curva de Gompertz que es del tipo:

$$y = kg^{c^x}$$

La ecuación resultante es la siguiente:

1) $y = 212{,}24\,(0{,}5662)^{0{,}8057^x}$

A las cifras de la Universidad de Chile se les ajustó una curva similar y cuya ecuación es:

2) $y = 109{,}93\,(0{,}4892)^{0{,}9164^x}$

Al resto de las Universidades clásicas, o sea, la suma de los valores de la

GRAFICO N°3

NUMERO DE INGENIEROS EGRESADOS EN CHILE
ANUALMENTE DURANTE EL PERIODO 1940-1959

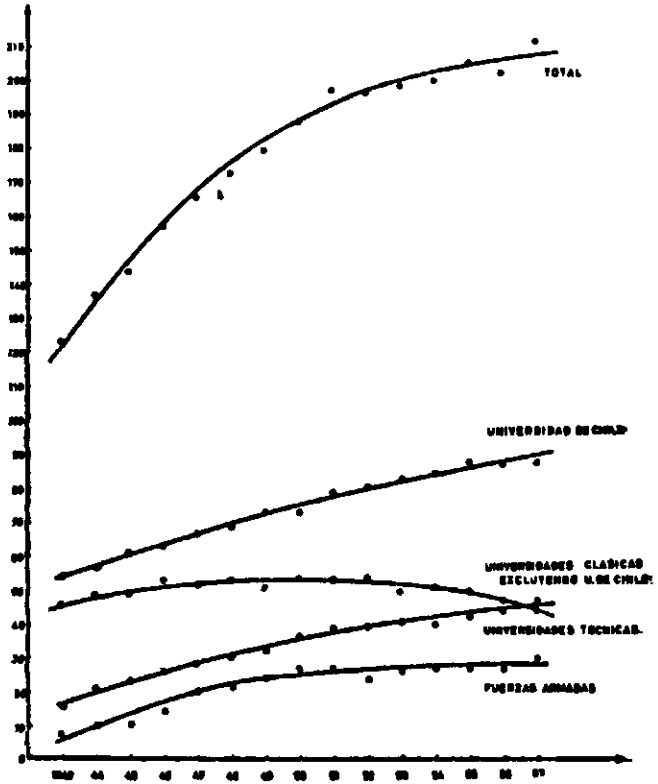
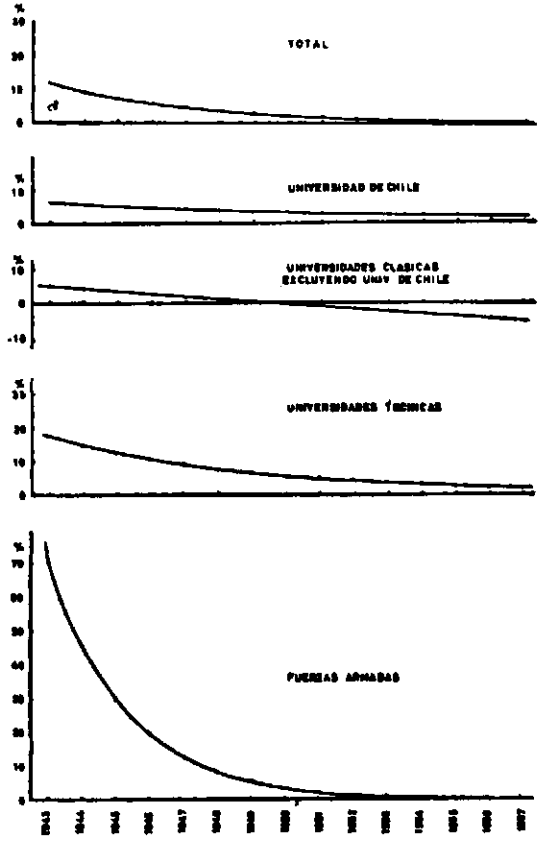


GRAFICO N°4

FORMACION DE INGENIEROS EN CHILE
VARIACION DE LA TASA DE CRECIMIENTO
ANUAL EN EL PERIODO 1940-59



Universidad Católica, de Concepción y Católica de Valparaíso, se le ajustó una parábola de 2º grado, y la curva obtenida fue la siguiente:

3) $y = -0{,}167x^2 + 2{,}943x + 39{,}861$

A las Universidades Técnicas y a las Fuerzas Armadas se les ajustó también una curva de Gompertz y se obtuvieron las siguientes curvas:

4) $y = 51{,}483\ (0{,}3279)^{0.8573^x}$

5) $y = 26{,}675\ (0{,}1963)^{0.6475^x}$

De cada una de estas curvas se puede obtener la tasa de crecimiento anual a través de:

$$t\,(\%) = \frac{y'_n}{y_n} \cdot 100$$

Las variaciones en la tasa de crecimiento en el período considerado están representadas por las curvas respectivas del Gráfico Nº 4.

De la curva de formación total de Ingenieros se puede deducir que el volumen de Ingenieros egresados anualmente tiende a estabilizarse. En efecto, como c es menor que 1, se ve claramente que y tiende a k cuando x tiende a infinito; la recta $y = 212{,}24$ es una asíntota de la curva.

Lo mismo se puede decir del resto de las instituciones a las cuales se les ajustó una curva de Gompertz; o sea, la curva de la Universidad de Chile, de las Universidades Técnicas y de las Fuerzas Armadas.

En el caso de las Universidades clásicas restantes, se ve una tendencia a disminuir cada vez más el número de Ingenieros que forman. Volviendo a la Tabla original (ver Apéndice A) se observa que este fenómeno es común a las tres Universidades que hemos incluido en esta clasificación; es decir, a la Universidad Católica de Chile, a la Universidad de Concepción y a la Universidad Católica de Valparaíso.

Estas conclusiones se pueden apreciar, fácilmente, observando el Gráfico Nº 4, en que aparece la variación de la tasa de crecimiento en el período considerado.

Las previsiones futuras que se pueden hacer, basándose en el análisis anterior, son válidas si no varían las condiciones en que se ha desarrollado, hasta ahora, la enseñanza de Ingeniería en nuestro país.

3. FORMACION DE INGENIEROS EN LA UNIVERSIDAD DE CHILE Y EN LAS DEMAS UNIVERSIDADES, POR ESPECIALIDADES, EN LOS ULTIMOS 20 AÑOS

En primer lugar, analizaremos las diferentes especialidades de Ingenieros que se han formado en el país durante el período 1940-1959.

Para este análisis hemos considerado solamente a los Ingenieros egresados de las Universidades y Universidades Técnicas.

No se han incluido los Ingenieros formados en las Fuerzas Armadas, que como dijimos anteriormente, están orientados a satisfacer los requerimientos propios de estas instituciones. En todo caso, consideramos de interés mencionar las especialidades de Ingeniería que enseñan cada una de las ramas componentes de las Fuerzas Armadas.

La Academia Politécnica Militar forma Ingenieros Militares en la especialidad de: Armamentos; Motores; Geografía; Química; Electrónica; Construcción; Aeronáutica.

La Escuela de Aviación "Capitán Avalos" forma Ingenieros Aeronáuticos.

En la Escuela de Ingeniería Naval existen las especialidades Mecánica y Eléctrica.

Con el objeto de ordenar la información que se refiere a los Ingenieros egresados por especialidades de las Universidades y Universidades Técnicas se confeccionó un Cuadro (ver Apéndice B). En él aparecen las cifras de egresados año a año de cada especialidad, y la Universidad de la cual provienen.

Las especialidades de Ingeniería que han existido en Chile durante el período 1940-59 son las siguientes:

Ingeniería Civil: Universidad de Chile y Universidad Católica de Chile.

Ingeniería Eléctrica: Universidad de Chile, Univ. Técnica "Federico Santa María", Univ. Técnica del Estado.

Ingeniería Industrial: Universidad de Chile y Universidad Católica de Chile.

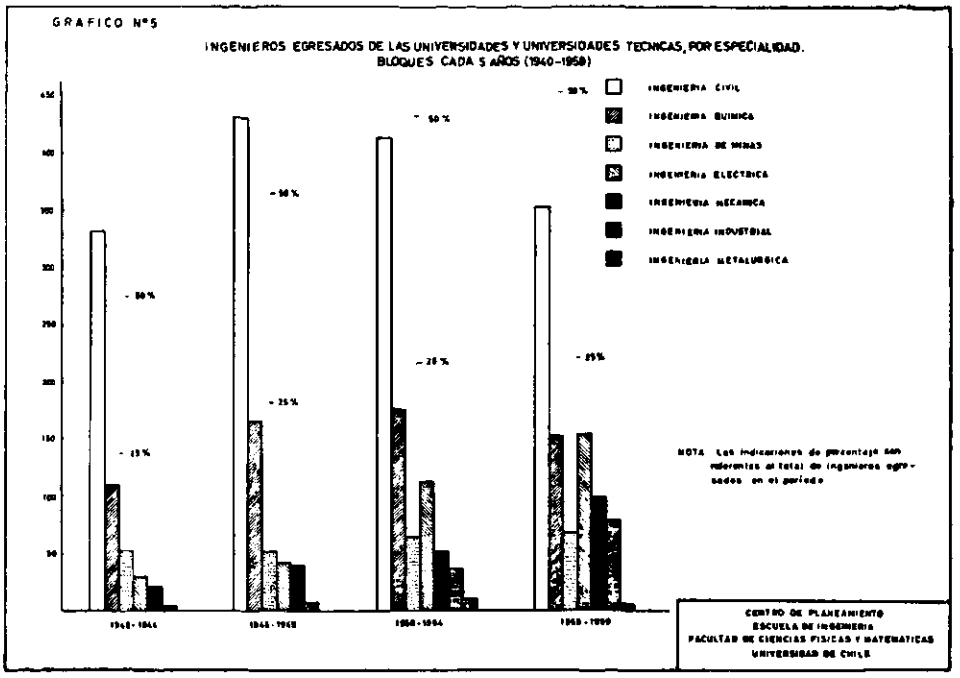
Ingeniería Mecánica: Universidad Técnica "Federico Santa María" y Univ. Técnica del Estado.

Ingeniería Metalúrgica: Universidad Técnica del Estado.

Ingeniería de Minas: Universidad de Chile, Univ. Técnica del Estado.

Ingeniería Química: Universidad Católica de Chile, Univ. de Concepción, Univ. Católica de Valparaíso, Univ. Técnica "Federico Santa María" y Univ. Técnica del Estado.

Los datos anuales por especialidad se han agrupado en bloques cada 5 años, lo que se traduce en el Gráfico Nº 5.



En forma similar a lo descrito en el capítulo anterior se ha elaborado una Tabla de promedios móviles que es la copiada en el Cuadro 3.

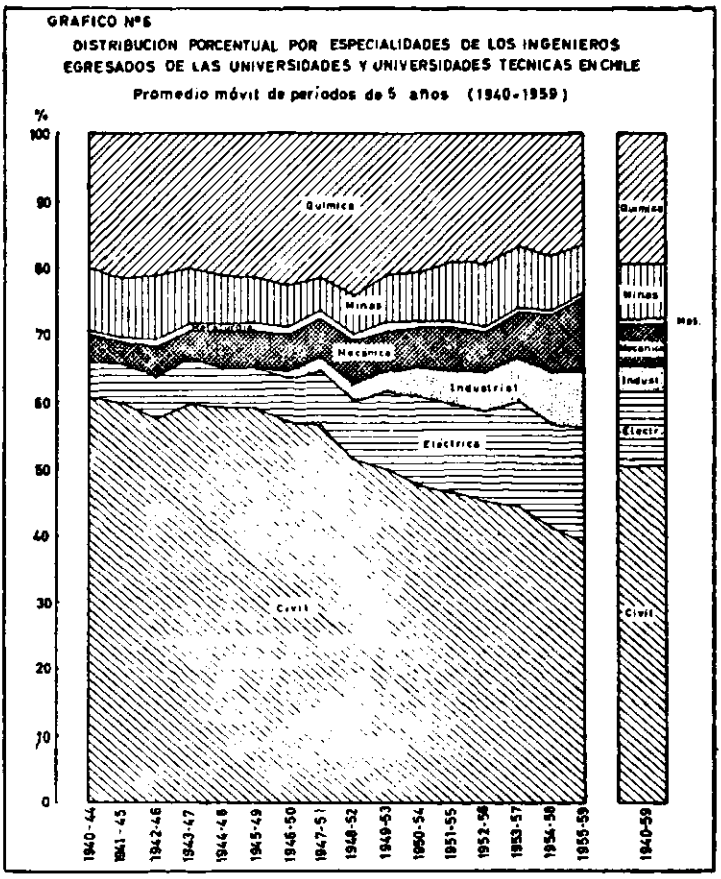
CUADRO 3

Ingenieros egresados, por especialidad, de las Universidades Clásicas y Universidades Técnicas, 1940-1959

Promedios móviles de períodos de 5 años

Años	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957
Total	110,0	115,2	126,2	133,0	141,8	145,4	151,6	155,2	160,8	170,4	173,0	173,4	174,6	179,6	176,2	181,0
Ingeniería Civil	66,4	68,4	72,4	79,0	83,8	86,0	86,8	87,6	82,4	85,0	82,4	80,6	78,4	79,4	72,8	70,2
Ingeniería Eléctrica	6,2	6,8	7,6	9,0	8,2	8,4	10,0	12,6	14,0	20,0	22,4	22,6	24,0	27,4	27,0	30,8
Ingeniería Industrial							1,4	3,0	4,0	4,8	7,4	9,0	10,4	11,6	19,0	15,6
Ingeniería Mecánica	4,2	4,2	5,6	5,2	7,6	7,8	8,4	9,4	10,8	10,2	10,2	11,6	10,8	12,4	15,2	19,6
Ingeniería Metalúrgica	0,6	0,8	1,4	1,4	1,2	1,2	1,8	1,6	1,8	2,2	2,0	1,2	1,0	1,0	0,6	0,6
Ingeniería de Minas	10,6	10,2	12,6	11,6	10,6	10,2	10,0	7,8	9,6	11,8	12,8	15,6	16,2	15,8	15,0	14,0
Ingeniería Química	22,0	24,8	26,6	26,8	30,4	31,8	33,4	33,2	38,2	35,6	35,0	32,0	33,0	31,2	31,6	30,2

Traduciendo estos datos a valores relativos y dibujándolos en forma sucesiva, obtenemos el Gráfico Nº 6.



Se observa claramente una tendencia a aumentar de las especialidades de Ingeniería más orientadas hacia las actividades industriales, en detrimento de la Ingeniería Civil.

La Ingeniería de Minas permanece casi invariable en valor absoluto y en relación al resto de las especialidades.

Si analizamos el caso de la Universidad de Chile, vamos a apreciar una situación similar (ver Cuadro 4 y Gráficos N.os 7 y 8).

En la Universidad de Chile, las especialidades de Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Industrial ya existían en el año 1940 como carreras anexas, optativas para los estudiantes de Ingeniería Civil o de Minas. El número de alumnos que seguían estas especialidades, en forma paralela, era de alrededor de un 20% del total. En el año 1950 egresan los primeros Ingenieros Eléctricos e Ingenieros Industriales en forma aislada.

CUADRO 4

Ingenieros egresados de la Universidad de Chile, por especialidad, 1940-59
Promedio móvil de períodos de 5 años

Años	Total	Ingeniería Civil	Ingeniería Eléctrica	Ingeniería Industrial	Ingeniería de Minas
1942	55,4	45,6			9,8
1943	54,0	45,0			9,0
1944	56,4	46,2			10,2
1945	61,2	52,2			9,0
1946	63,4	53,6			7,8
1947	66,4	59,2			7,2
1948	68,8	59,2	1,8	1,4	6,4
1949	72,6	61,8	3,4	3,0	4,4
1950	72,2	57,4	5,4	4,0	5,4
1951	79,0	58,8	8,4	4,8	7,0
1952	80,0	55,2	10,2	7,4	7,2
1953	83,0	56,0	9,4	7,8	9,8
1954	84,6	55,4	9,6	8,8	10,8
1955	85,2	56,8	10,0	9,4	11,0
1956	86,0	54,2	10,0	11,0	10,8
1957	86,2	58,4	10,2	12,0	10,6

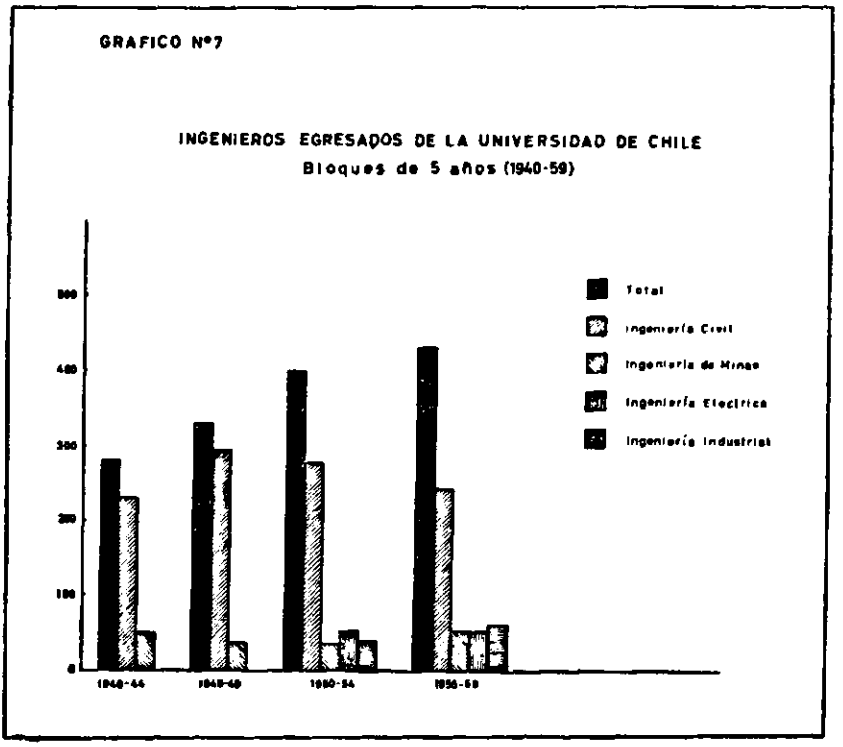
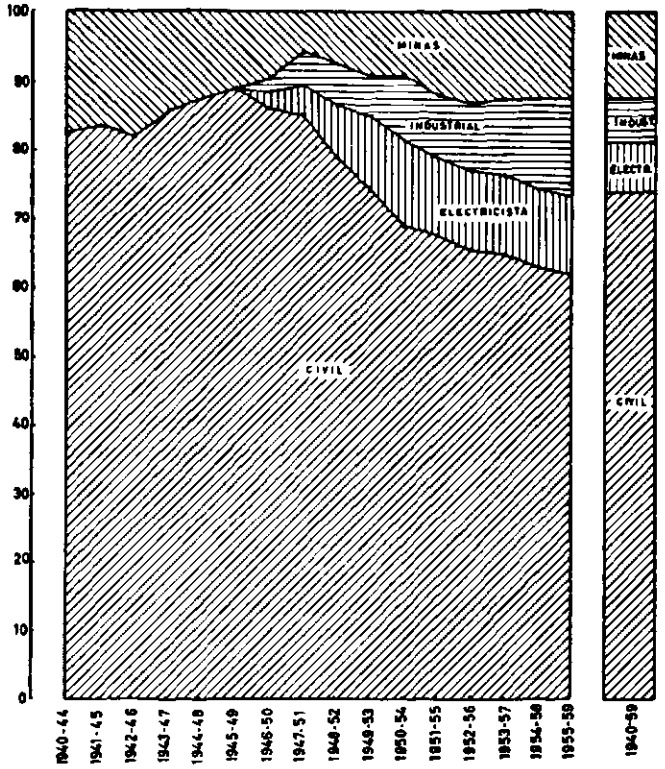


GRAFICO Nº8

DISTRIBUCION PORCENTUAL POR ESPECIALIDADES DE LOS INGENIEROS EGRESADOS DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

Promedio móvil de períodos de 5 años (1940-1959)



4. ALUMNADO DE LA ESCUELA DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE

En esta parte, nos preocuparemos de proporcionar algunos antecedentes sobre el criterio existente en cuanto a las condiciones de ingreso a la Escuela de Ingeniería, la variación experimentada en la matrícula en el período 1940-59, la distribución más común de esta matrícula en los 6 años y la supervivencia del alumno a lo largo de los estudios.

Condiciones de Ingreso.—Como condición básica para ingresar a la Escuela de Ingeniería se exige estar en posesión del grado de Bachiller en Humanidades, con mención en Matemáticas. A partir de 1946 se exigió además el rendimiento de un examen de Ingreso, o pruebas de Admisión, controladas por la misma Escuela de Ingeniería; éstas eran de 4 tipos: de conocimiento, de investigación, de retención visual y auditiva, y un test psicológico.

Se consideraban también para la admisión los antecedentes de Educación Secundaria, o sea, los promedios obtenidos en 4º, 5º y 6º años de humanidades, y las notas obtenidas en el Bachillerato. Atribuyendo distintos coeficientes a las pruebas, a los antecedentes secundarios y a los resultados del Bachillerato, se obtenía un puntaje para el cual existía un mínimo exigido.

A partir de 1957, se eliminó el examen de admisión, manteniéndose las exi-

gencias en cuanto a los resultados obtenidos en la enseñanza secundaria y en el Bachillerato. En lo que se refiere a los estudios secundarios se consideran especialmente los promedios de las notas obtenidas en los ramos de Matemáticas, Física y Química del 4º, 5º y 6º años de humanidades.

El último criterio adoptado, está basado en la idea que los antecedentes de estudios secundarios y el resultado del Bachillerato son suficientes para calificar los conocimientos previos del alumno. Por otra parte, las pruebas de retención y psicología no demostraron ser índices adecuados para medir la capacidad inmanente del alumno.

Estudios estadísticos realizados en el período de vigencia de las Pruebas de Admisión, no indicaron una correlación satisfactoria entre las notas obtenidas en ella y el resultado posterior en los estudios de Ingeniería.

Actualmente, se ha tratado de ampliar al máximo la matrícula de ingreso, de modo que la medida de la capacidad y aptitudes del alumno para estudiar Ingeniería se vean a lo largo del 1.er año de estudios.

Matrícula.—En el Cuadro 5, hemos compilado los datos de matrícula de la Escuela junto a las de matrícula global de la Universidad de Chile entre los años 1940 y 1959.

CUADRO 5

Alumnado de la Escuela de Ingeniería y total de la Universidad de Chile

Matrícula anual (1940-59)

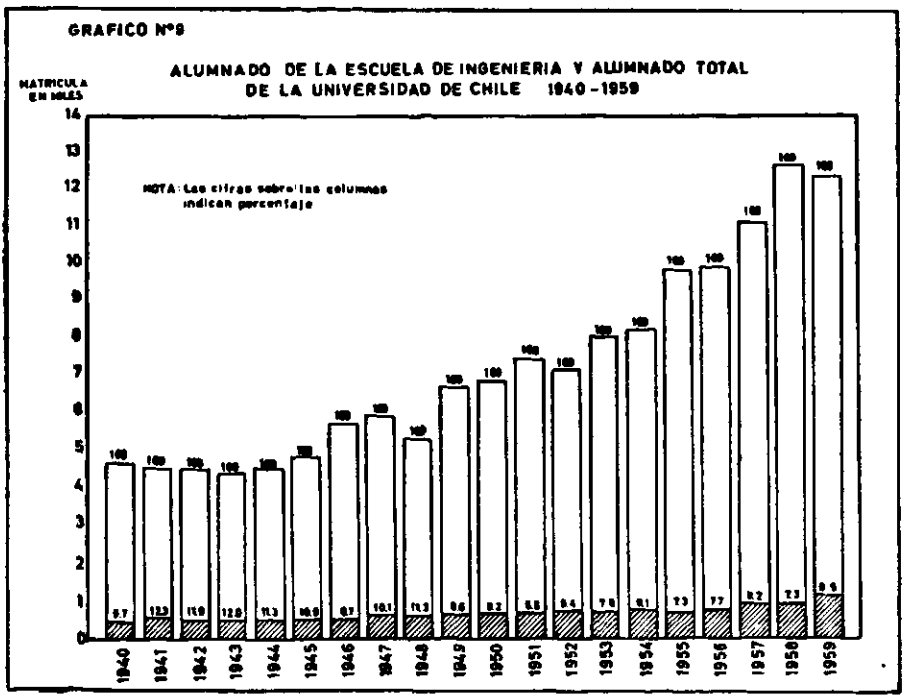
Años	Escuela de Ingeniería			Universidad de Chile		
	H	M	T	H	M	T
1940	435	6	441	3483	1075	4558
1941	551	4	555	3469	1064	4533
1942	530	8	538	3510	1031	4541
1943	528	4	532	3421	1018	4439
1944	500	2	502	3441	1110	4451
1945	520	2	522	3584	1195	4779
1946	495	2	497	4137	1588	5725
1947	596	4	600	4266	1673	5939
1948	591	7	598	3531	1756	5287
1949	633	10	643	4657	2062	6719
1950	630	8	638	4724	2179	6903
1951	643	9	652	5083	2368	7451
1952	668	6	674	5012	2152	7164
1953	707	9	716	5579	2515	8094
1954	750	8	758	5697	2632	8329
1955	710	6	716	6188	3664	9852
1956	763	5	768	6201	3770	9971
1957	910	9	919	6980	4239	11219
1958	916	10	926	7462	5218	12680
1959	1165	15	1180	7735	4667	12402

FUENTE: Servicio Nacional de Estadística y Censos.
Instituto de Investigaciones Pedagógicas. Univ. de Chile.
NOTA: H = Hombres; M = Mujeres; T = Total.

La matrícula de la Escuela de Ingeniería ha experimentado un crecimiento continuo, con ligeras variaciones en aquellos años en que han sido modificadas las condiciones de ingreso a la Escuela. Pero se observa, además, que este aumento de matrícula en el primer año, no se traduce en una promoción mayor en los cursos posteriores, ni se refleja claramente en el número de Ingenieros que egresa.

Es interesante observar que el alumnado femenino de la Escuela de Ingeniería es bastante escaso, manteniéndose en alrededor del 1% del total de alumnos, y mientras el alumnado femenino crece en valor relativo dentro de la Universidad, en esta Escuela permanece constante. No sucede lo mismo en la matrícula masculina de la Escuela de Ingeniería, que es cada vez más representativa dentro de la matrícula masculina total de la Universidad.

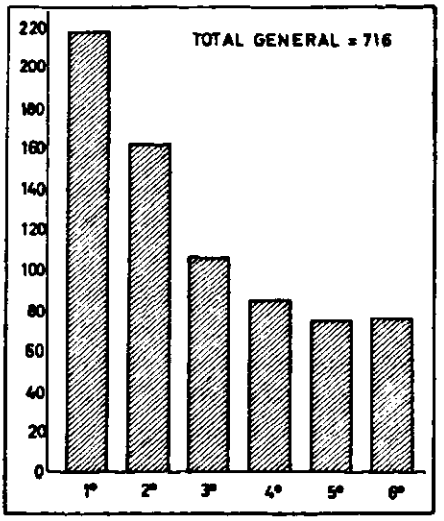
Si llevamos los datos de la tabla a un gráfico (ver Gráfico Nº 9), se observa claramente el progreso constante del número total de estudiantes en la Universidad de Chile. Dentro de éste, el porcentaje de matriculados en la Escuela de Ingeniería representa alrededor de un 10%; la tendencia de decrecer levemente se debe en parte al otorgamiento de carácter de universitarias, a diversas Escuelas profesionales que antes no lo tenían (Servicio Social, Enfermería, Puericultura, etc.).



Con el objeto de mostrar cuál es la distribución por años del alumnado de la Escuela de Ingeniería, hemos tomado como ejemplo la matrícula del año 1956. De un total de 716 alumnos, habían en 1.er año: 218 alumnos; en 2º año: 161; en 3.er año: 101; en 4º año: 75, y en 6º año: 76 (ver Gráfico Nº 10).

GRAFICO Nº 10

NUMERO TOTAL DE ALUMNOS POR CURSO EN 1956



Supervivencia.—Hemos considerado de interés analizar la "Supervivencia" de los alumnos que ingresan a la Escuela de Ingeniería; es decir, establecer qué porcentaje de los alumnos que ingresan por primera vez a 1.er año, pasan sucesivamente a los cursos siguientes, sin repetir ninguno, hasta terminar los estudios.

Para esto hemos analizado la promoción que ingresó a la escuela en 1953 y finalizó en 1958. En el Cuadro 6 están los datos obtenidos del análisis de este curso.

De los 150 que ingresaron a 1.er año en 1953, 73 pasaron a 2º en 1954; 54 de éstos pasaron a 3º en 1955; de éstos, 51 pasaron a 4º en 1956; 49 pasaron a 5º en 1957 y 46 pasaron a 6º en 1958; el número final de egresados para este grupo de alumnos fue de 44; figuran también en el cuadro los porcentajes correspondientes sobre el número original de alumnos. Como dato complementario hemos agregado el número total de alumnos del curso, en cada año. (Las letras indicadas en la columna "curso" se refieren a las especialidades en que se descompone el curso respectivo; es decir, Ingeniería Civil, Eléctrica, Industrial y de Minas.)

Para apreciar este fenómeno, se han llevado estos datos al Gráfico Nº 11. Se observa claramente que la mayor "mortalidad" se produce en el paso de 1º a 2º años. Esto se debe a que la preparación y capacidad de trabajo obtenidos por los alumnos en la enseñanza secundaria son deficientes en relación a las exigencias de los estudios de Ingeniería. Por otra parte, la importancia que tiene para la formación de los Ingenieros el dominio profundo de las ciencias básicas, que se enseñan en el 1.er ciclo, hace necesario establecer una máxima exigencia en estos primeros años. A partir del 3.er año, la "mortalidad" decrece rápidamente, habiéndose logrado una completa adaptación del alumno.

CUADRO 6

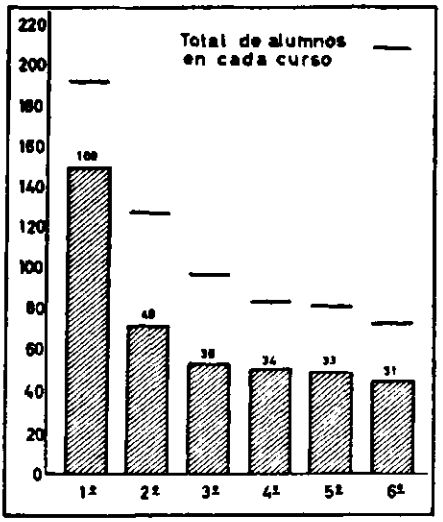
Supervivencia de los alumnos que ingresaron al primer año de Ingeniería en 1953

Año	Curso	Supervivencia de los alumnos	%	Total de alumnos por curso
1953	1º	150	100	193
1954	2º	73	49	128
	C	43		83
	E	12		16
	I	9		14
	M	9		16
1955	3º	54	36	98
	C	30		58
	E	11		17
	I	8		13
	M	5		10
1956	4º	51	34	85
	C	29		48
	E	11		15
	I	7		11
	M	4		11
1957	5º	49	33	83
	C	28		48
	E	10		13
	I	7		11
	M	4		11
1958	6º	46	31	85
	C	25		48
	E	10		12
	I	7		12
	M	4		13
EGRESADOS		44	29	
	C	25		
	E	10		
	I	7		
	M	4		

NOTA: C = Civil; E = Electricista; I = Industrial; M = Minas.

GRAFICO N°11

SUPERVIVENCIA DE LOS ALUMNOS INGRESADOS A 1º AÑO DE INGENIERIA EN 1953



5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los antecedentes presentados en los capítulos anteriores sobre la estructura del Sistema Educacional y sobre la evolución experimentada en la formación de Ingenieros durante los últimos 20 años, no se ve la existencia de un plan coordinado de las diferentes Universidades e Instituciones de Enseñanza Técnica. Tampoco es fácil predecir claramente las perspectivas futuras.

En efecto, si nos detenemos en las curvas en que se muestra (ver Gráficos N.os 3 y 4) el número de Ingenieros que han egresado anualmente durante el período considerado, vemos que éste tiende a permanecer estacionario. Salvo el caso de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, que tiene una tasa de crecimiento más uniforme, pero que tiende a disminuir, la tasa de crecimiento de los otros establecimientos acusa una tendencia a decrecer.

En otras palabras, no se ve la posibilidad clara de expansión de nuestras disponibilidades de Ingenieros, si prevalecen las condiciones actuales.

Esto es grave, si consideramos que un aceleramiento en nuestro desarrollo, que se traduce en un crecimiento apreciable de la producción industrial y de materias primas, así como de los medios de transporte para su comercialización, implica una gran demanda de tecnología y, por lo tanto, de técnicos capaces de cumplir esta labor.

Por otra parte, el crecimiento de las unidades productoras y las mayores exigencias en cuanto a costos y calidad de los productos, sobre todo en el momento actual, en que ya es una realidad a corto plazo la formación del Area

de Libre Comercio y, posteriormente, del Mercado Común Latinoamericano, trae consigo la necesidad de emplear abundantes recursos en la investigación tecnológica. Para esto, será preciso formar mayor cantidad de profesionales con la preparación adecuada para asumir estas labores.

Todo esto repercute en forma directa en los organismos encargados por la sociedad de preparar el potencial humano necesario para llevar a cabo estos cambios.

El problema que deben enfrentar tiene un doble aspecto: uno se refiere a las características de las profesiones técnicas que deben formar y otro que se refiere a su nivel de preparación. Para ambos casos es necesario poseer una visión interna de las instituciones, que permita medir los medios con que se cuenta y las posibilidades de llevar adelante nuevos planes.

Nuestra Facultad ha tomado conciencia de estos problemas y este trabajo es parte de un estudio destinado a analizar cuáles serían las disponibilidades de personal técnico y científico en nuestro país, de acuerdo a los esquemas actuales.

Paralelamente, se pretende realizar un análisis de la ocupación actual de Ingenieros y Técnicos, para poder hacer proyecciones sobre las necesidades futuras. Este estudio será un complemento indispensable del Plan de Desarrollo Económico elaborado recientemente por la Corporación de Fomento de la Producción para los próximos 10 años.

Además, estamos conscientes que para lograr un desenvolvimiento equilibrado de nuestras actividades productoras se requiere que la pirámide técnica esté bien consolidada, es decir, que se pueda ofrecer abundante mano de obra calificada, como asimismo, personal capacitado para desarrollar una investigación científica de alto nivel.

No está de más esclarecer que al referirnos a una mano de obra calificada, queremos significar no sólo la habilidad intelectual o manual para desempeñar un oficio, sino que también nos referimos a la necesidad de una preparación cultural básica que capacite al individuo para integrarse como miembro activo de la sociedad. En otras palabras, consideramos de fundamental importancia elevar el status educacional general del país.

Es, por lo tanto, conveniente comprender que la misión de impulsar un amplio plan destinado a aumentar las facilidades para una mejor preparación de nuestra fuerza de trabajo es de carácter nacional. Es decir, no sólo debe ser motivo de preocupación de las Universidades, sino también del Gobierno, de los organismos oficiales, de las entidades profesionales y de la actividad privada en general.

Más aún, como decíamos anteriormente, la Integración Económica Latinoamericana exigirá la coordinación de los esfuerzos de cada país en la formación de Ingenieros, Técnicos y Científicos y en el desarrollo de la Investigación Científica y Tecnológica.

APENDICE

Cuadro A

Número de Ingenieros egresados de las Universidades e Instituciones de Enseñanza Técnica en Chile, durante los últimos 20 años

Años	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	Suma
General	103	102	121	111	151	131	167	159	171	199	167	200	199	218	195	178	208	224	204	239	3447
1. Universidades (Clásicas)	81	87	100	86	126	99	115	124	115	135	118	124	132	148	144	114	136	141	128	131	2384
1.1 Universidad de Chile	56	46	54	51	70	49	58	78	62	85	61	77	76	96	90	76	85	89	90	91	1440
Ingeniería Civil	46	40	45	39	58	43	46	75	56	76	43	59	53	63	58	47	56	60	50	54	1067
Ingeniería Eléctrica											9	8	10	15	9	5	9	12	15	10	102
Ingeniería Industrial											7	8	5	4	13	9	13	8	12	18	97
Ingeniería de Minas	10	6	9	12	12	6	12	3	6	9	2	2	8	14	10	15	7	9	13	9	174
1.2 Universidad Católica de Chile	14	18	25	21	35	31	36	34	36	27	41	33	35	38	37	23	21	28	17	24	574
Ingeniería Civil	14	18	25	17	30	27	32	28	24	23	30	24	24	30	28	17	16	22	10	19	458
Ingeniería Industrial																6	2	3	4	3	18
Ingeniería Química[1]				4	5	4	4	6	12	4	11	9	11	8	9		3	3	3	2	98
1.3 Universidad de Concepción	11	13	14	6	17	13	14		10	12	10	10	13	6	10	13	23	16	14	11	236
Ingeniería Química[2]	11	13	14	6	17	13	14		10	12	10	10	13	6	10	13	23	16	14	11	236
1.4 Universidad Católica de Valparaíso		10	7	8	4	6	7	12	7	11	6	4	8	8	7	2	7	8	7	5	134
Ingeniería Química		10	7	8	4	6	7	12	7	11	6	4	8	8	7	2	7	8	7	5	134

2. Universidades Técnicas	12	10	13	18	17	20	37	23	33	26	32	46	45	44	30	38	40	59	51	67	659
2.1 Univ. Técnica "Fedco. Sta. María"	12	10	13	9	9	12	16	10	17	14	13	20	17	19	14	14	16	18	13	22	288
Ingeniería Eléctrica	6	5	7	3	5	5	5	4	1	5	1	9	5	7	4	4	8	6	6	9	105
Ingeniería Mecánica	4	2	6	4	2	3	4	3	10	3	7	5	6	10	5	7	6	8	7	10	112
Ingeniería Química	2	3	—	2	2	4	7	3	6	6	5	6	6	2	5	3	2	4	—	3	71
2.2 Univ. Técnica del Estado[3]				9	8	8	21	13	16	12	19	26	26	25	16	24	24	41	38	45	371
Ingeniería Eléctrica				3	2	4	4	10	1	3	7	5	6	10	7	9	12	20	9	20	132
Ingeniería Mecánica					3	1	5	1	6	3	—	9	5	3	1	7	4	11	20	18	97
Ingeniería Metalúrgica				2	1	1	3	—	1	1	4	2	1	3	—	—	1	1	1	—	22
Ingeniería de Minas				2	2	2	6	1	3	3	5	5	5	6	7	6	3	2	3	3	64
Ingeniería Química				2	—	—	3	1	5	2	3	5	9	3	1	2	4	7	5	4	56
3. Fuerzas Armadas[4]	10	5	8	7	8	12	15	12	23	38	17	30	24	26	21	26	32	24	25	41	404
3.1 Academia Politécnica Militar	—	4	8	6	8	11	14	7	19	20	9	12	11	11	5	13	15	9	5	19	206
3.2 Esc. de Aviación "Capitán Avalos"				1	—	1	1	—	—	11	1	10	4	7	4	4	9	5	7	5	70
3.3 Escuela de Ingeniería Naval	10	1	—	—	—	—	—	5	4	7	7	8	9	8	12	9	8	10	13	17	128

[1]Los Ings. Químicos egresados de la U. Católica durante los años 1943-54, provienen de la Facultad de Tecnología, y los estudios se desarrollaban en 5 años. Desde 1956 en adelante los Ings. Químicos egresan de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.
[2]El año 1947 no egresaron Ingenieros de la U. de Concepción, debido al aumento en 1 año del plan de estudios.
[3]Las cifras corresponden a los egresados de la Escuela de Ingenieros Industriales, que pasó a formar parte de la Universidad Técnica del Estado el año de su fundación, 1952.
[4]No se han indicado las especialidades de Ingenieros que se han formado en las Escuelas dependientes de las Fuerzas Armadas.

FUENTE: Cifras proporcionadas por las instituciones.

APENDICE

CUADRO B

Ingenieros egresados de las Universidades y Universidades Técnicas en Chile, por especialidad, durante los últimos 20 años

Años	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	Suma
General	93	97	113	104	143	119	152	147	148	161	150	170	175	196	174	152	176	200	179	198	3043
Ingeniería Civil	60	58	70	56	88	70	78	103	80	99	73	83	77	93	86	64	72	82	60	73	1525
Universidad de Chile	46	40	45	39	58	43	46	75	56	76	43	59	53	63	58	47	56	60	50	54	1067
Universidad Católica de Chile	14	18	25	17	30	27	32	28	24	23	30	24	24	30	28	17	16	22	10	19	458
Ingeniería Eléctrica	6	5	7	6	7	9	9	14	2	8	17	22	21	32	20	18	29	38	30	39	339
Universidad de Chile											9	8	10	15	9	5	9	12	15	10	102
Univ. Técnica "Fdco. Sta. María"	6	5	7	3	5	5	5	4	1	5	1	9	5	7	4	4	8	6	6	9	105
Universidad Técnica del Estado				3	2	4	4	10	1	3	7	5	6	10	7	9	12	20	9	20	132
Ingeniería Industrial											7	8	5	4	13	15	15	11	16	21	115
Universidad de Chile											7	8	5	4	13	9	13	8	12	18	97
Universidad Católica de Chile																6	2	3	4	3	18
Ingeniería Mecánica	4	2	6	4	5	4	9	4	16	6	7	14	11	13	6	14	10	19	27	28	209
Univ. Técnica "Fdco. Santa María"	4	2	6	4	2	3	4	3	10	3	7	5	6	10	5	7	6	8	7	10	112
Universidad Técnica del Estado					3	1	5	1	6	3	—	9	5	3	1	7	4	11	20	18	97
Ingeniería Metalúrgica				2	1	1	3	—	1	1	4	2	1	3	—	—	1	1	1	—	22
Universidad Técnica del Estado				2	1	1	3	—	1	1	4	2	1	3	—	—	1	1	1	—	22
Ingeniería de Minas	10	6	9	14	14	8	18	4	9	12	7	7	13	20	17	21	10	11	16	12	238
Universidad de Chile	10	6	9	12	12	6	12	3	6	9	2	2	8	14	10	15	7	9	13	9	174
Universidad Técnica del Estado				2	2	2	6	1	3	3	5	5	5	6	7	6	3	2	3	3	64
Ingeniería Química	13	26	21	22	28	27	35	22	40	35	35	34	47	27	32	20	39	38	29	25	595
Universidad Católica de Chile				4	5	4	4	6	12	4	11	9	11	8	9	—	3	3	3	2	98
Universidad de Concepción	11	13	14	6	17	13	14	—	10	12	10	10	13	6	10	13	23	16	14	11	236
Universidad Católica de Valparaíso		10	7	8	4	6	7	12	7	11	6	4	8	8	7	2	7	8	7	5	134
Univ. Técnica "Fdco. Santa María"	2	3	—	2	2	4	7	3	6	6	5	6	6	2	5	3	2	4	—	3	71
Universidad Técnica del Estado				2	—	—	3	1	5	2	3	5	9	3	1	2	4	7	5	4	56

Fuente: Cifras proporcionadas por las instituciones.