

Por un sistema internacional de educación en ingeniería

Ricardo R. Díaz

Resumen

Las universidades estuvieron entre las primeras instituciones que impulsaron la generación de conocimientos y la circulación de ideas y personas en Occidente. Ya en los albores del Renacimiento las universidades italianas fueron el crisol donde confluyeron estudiantes y docentes de diferentes países que favorecieron el desarrollo de la ciencia y la cultura. Durante el siglo XX la Unión Europea financió numerosos programas para el intercambio académico, otorgando un marco institucional a las iniciativas tendientes a articular el sistema europeo de educación superior. Esto ha facilitado un fecundo intercambio y la movilidad de académicos, estudiantes y profesionales, contribuyendo a la integración de las naciones y al desarrollo científico y tecnológico. La Argentina, que está estructurando su sistema educativo, no debe ignorar los casos exitosos si pretende un espacio en el contexto internacional. Con el objetivo de aportar información útil para la construcción del sistema universitario argentino, especialmente en ingeniería, se presenta un análisis comparativo en cinco países que han gravitado en las ciencias y la tecnología.

Abstract: *The universities were among the first institutions that impelled the generation of knowledge and the mobility of ideas and people in the West. Already in the beginnings of the Renaissance the Italian universities were the hearth where students and teachers of different countries converged contributing to the development of science and culture. During the XX century the European Union financed many programs for the academic exchange, granting an institutional frame to articulate the European higher education system. This has facilitated a fertile exchange and the mobility of academics, students and professionals, contributing to the integration of countries and the scientific and technological development. Argentina, that is structuring its educational system, should not ignore the successful cases if it seeks a place in the world. In order to contributing useful information for the Argentinean university system, particularly in engineering education, a comparative analysis is presented in five countries with outstanding history in sciences and technology.*

Introducción

A menudo se plantea en el ámbito académico el debate acerca de los objetivos fundamentales de las instituciones de educación superior y en particular de las universidades. Entre las propuestas más frecuentes se destacan dos, aparentemente incompatibles cuando se trata de financiar proyectos educativos. Las mismas pueden ser enunciadas de la siguiente manera: 1) *el objetivo primordial de las universidades debe ser la formación de profesionales útiles a la sociedad y a las empresas que crean riquezas;* o 2) *el objetivo primordial de las universidades debe ser la generación de conocimientos y cultura.*

La historia muestra que las universidades deben satisfacer ambos objetivos. Elevar el nivel de calificación de las personas significa elevar la calidad de vida de una sociedad, permitiendo que cada persona descubra sus capacidades y desarrolle su dominio de excelencia, contribuyendo al progreso del conocimiento colectivo. La universidad debe ser el ámbito donde formar profesionales útiles a la sociedad, creando nuevos conocimientos científicos, tecnológicos, filosóficos, etc.

Las organizaciones y tiempos para lograr estos objetivos son distintos, a veces excluyentes. Se debe brindar capacitación en niveles diferentes, sea con carácter profesional que científico. Para formar profesionales de manera eficiente es importante limitar el tiempo y el costo de capacitación. Para crear nuevos conocimientos, se requiere mayor tiempo y cierta vocación, pero tampoco deben

consumirse recursos excesivos. La herramienta para lograr estos objetivos es una organización académica adecuada. Pero al igual que otras instituciones, los sistemas de enseñanza suelen ser también el reflejo de las sociedades que los generan ...

La improvisación en la enseñanza provoca consecuencias que lamentablemente terminan siendo pagadas por varias generaciones de ciudadanos. Implementar sistemas que pretenden ser originales pero que resultan aislados parecería por lo menos arriesgado. Para minimizar riesgos, costos y esfuerzos es conveniente utilizar la experiencia de otros países con larga tradición académica, cultural y científica.

Este artículo presenta una apretada síntesis de las características principales de cinco sistemas de instrucción superior en ingeniería, pertenecientes a países destacados en ciencias y tecnología.

Características de la educación tecnológica en Europa

Los sistemas de educación superior en Europa presentan gran diversidad, fruto de la historia y de las diferentes evoluciones culturales de sus sociedades. No obstante la rica y variada tradición académica en cada país, se han gestado fuertes iniciativas tendientes a armonizar los sistemas universitarios, para adecuarse al crecimiento de la demanda de formación superior, a la diversificación de las disciplinas y al incremento del costo de la enseñanza superior. En este artículo se analizan los casos de

Francia, Alemania, Italia y Gran Bretaña, además de Estados Unidos de América. No es fácil realizar una comparación directa entre los diversos diplomas y carreras, porque no resulta suficiente comparar duración de estudios o créditos, sin evaluar los contenidos, la profundidad de los programas y los métodos pedagógicos. Es quizá por esto que todavía las equivalencias mutuas de la mayoría de los diplomas expedidos por universidades europeas no resultan automáticas y en general se realizan analizando cada caso.

En este artículo se utilizará la comparación entre carreras y diplomas utilizando los años o semestres de duración nominal, que resultan más familiares para el estudiante y docente argentino, que los créditos o unidades de estudio. Sin embargo se debe tener presente que la duración de los estudios universitarios no es el único elemento para la valoración de un diploma; seguramente tiene una importancia capital la calidad de los docentes, de los investigadores y de las instalaciones disponibles (laboratorios, bibliotecas, edificios, etc.).

Francia.

Es el país que presenta el sistema educativo más complejo, heredado de luchas seculares por el poder entre diferentes sectores de la sociedad. Durante su larga historia los gobernantes han tenido frecuentes enfrentamientos con las universidades, tradicionalmente asociadas a la estructura eclesiástica, y en diversos períodos han impulsado un sistema paralelo para la formación de los dirigentes que el estado necesitaba. Todos los regímenes colaboraron en la formación de un particular sistema dual de formación superior: las universidades y las grandes escuelas. La monarquía creó el Colegio de Francia (1530), la Escuela de Puentes (1747) y la Escuela de Minas (1783). La Primera República fundó la Escuela Politécnica (1794) y la Escuela Normal Superior. Al comienzo el Imperio difundió este sistema en los países conquistados, pero al igual que la Restauración, impulsaron nuevas universidades por desconfianza hacia las instituciones creadas por la república. El Primer Imperio fue el creador de las universidades estatales (1808). Luego de la caída del Segundo Imperio y durante el siglo XX, como consecuencia de las dos grandes guerras, el estado tuvo necesidad de formar gran número de dirigentes para desarrollar la industria y mantener el esfuerzo de reconstrucción. Para esta tarea dio prioridad a las grandes escuelas en perjuicio de las universidades, porque resultaron incapaces de formar las elites que el estado necesitaba. Esta situación, en la que los estudios científicos se realizaban principalmente en las universidades

y los tecnológicos y profesionales en las grandes escuelas, se mantuvo hasta años recientes cuando las universidades comenzaron a proponer nuevas carreras tecnológicas mediante sus Institutos Universitarios Tecnológicos, Institutos Universitarios Profesionalizados y Escuelas Universitarias de Ingenieros.

Los grandes grupos industriales franceses, públicos y privados, han tenido neta preferencia por la incorporación de ingenieros egresados de las grandes escuelas, mientras que los egresados universitarios han contribuido a conformar los institutos científicos del estado (CNRS, INRA, etc.).

La situación actual es muy particular, los numerosos diplomas y títulos avalados por el Ministerio de Educación Nacional son otorgados por las universidades, las grandes escuelas están habilitadas a otorgar títulos de ingenieros, avalados por Ministerios diversos (Educación, Defensa, Industria, Trabajos Públicos) o por la Conférence des Grandes Ecoles y acreditados por la Commission des Titres d'Ingénieur, institución dependiente del Ministerio de Educación.

Además de la dualidad del sistema de educación superior, Francia presenta una gran variedad de diplomas y títulos intermedios. El sistema clásico universitario propone cinco diplomas, desde el ingreso como bachiller o *baccalauréat* (12 años de estudios primarios y secundarios) a los 18 años de edad, como se puede apreciar en el esquema comparativo adjunto. Los primeros dos años de estudios son avalados con el *DEUG* (Diploma de Estudios Universitarios Generales), el tercero con la *Licence*, el cuarto con la *Maîtrise*, el quinto con el *Diplôme d'Etudes Approfondies* DEA o el *Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées* DESS. Las *Ecoles doctorales* organizan el dictado de los cursos del DEA y coordinan, con laboratorios o cátedras, la preparación de una tesis doctoral, en dos o tres años. El título de *Docteur* certifica la aptitud del candidato para la investigación científica o tecnológica.

En general la carga horaria durante los estudios de *Licence* y *Maîtrise* es de 500 a 650 hs anuales.

Este esquema representa en líneas generales el sistema universitario vigente en Francia. Hasta mediados de los años ochenta, luego del DEA existían varios tipos de doctorados con exigencias diversas: *Docteur 3e. Cycle* (doctorado de tercer ciclo, 1 o 2 años para los poseedores del DEA), *Docteur Ingénieur* (2 a 3 años para quienes poseían previamente un diploma de ingeniero), *Docteur d'Etat* (5 años, luego de la *Maîtrise*). Este último diploma sancionaba el reconocimiento, por parte de un

jurado de expertos, de la trayectoria del candidato y su aptitud para realizar una investigación original.

Actualmente las universidades proponen nuevas formaciones en tecnología (NFI) mediante los Institutos Universitarios de Tecnología (IUT, bac. + 2 años), los Institutos Universitarios Profesionales (IUP, bac.+4 años), *Magistères* (bac.+5 años), *Diplome en Recherche Technologique* (DRT, bac.+ 6 años). Estas curricula fueron organizadas con el objetivo de que las universidades también puedan proveer de especialistas a la industria.

Las grandes escuelas francesas otorgan el título de *Ingénieur Diplômé* en tres años (bac.+5 años), luego de un examen de admisión basado fundamentalmente en la evaluación de conocimientos matemáticos y físicos, para lo que el estudiante debe realizar estudios de ciencias básicas durante dos años en universidades o en escuelas preparatorias. El programa de formación del ingeniero de las grandes escuelas incluye aproximadamente 3000 hs. de cursos, incluyendo el entrenamiento en laboratorios, empresas y la realización de un proyecto o tesis industrial.

Recientemente algunas grandes escuelas proponen una nueva acreditación de nivel de conocimientos, el *Mastère* (bac.+5 o 6 años), que no constituye un grado académico nacional, y se obtiene luego de un año de estudios especializados (aproximadamente 350 hs de cursos, 4 meses de prácticas en empresas y una tesis profesional). En algunos casos este certificado se otorga a los egresados que cursaron todos sus estudios en la escuela, en forma simultánea con el diploma de ingeniero (bac.+5 años).

Algunas escuelas ofrecen también el *BTS* (Certificado de Técnico Superior) en dos años (bac.+2 años) orientados a la práctica profesional

La diversidad de ofertas del sistema educativo francés permite formar egresados con diversos niveles de conocimientos tecnológicos y científicos. La relación egresados/ingresantes es alta en ambos sistemas, en la universidad el gran número de diplomas intermedios de corta duración permite diplomar en 3, 4 o 5 años a una proporción mayor al 50% de los ingresantes. En las grandes escuelas el ingreso selectivo asegura una proporción incluso superior.

El ingreso a las universidades es libre, todo alumno poseedor del diploma de bachiller, acreditado mediante un examen nacional, tiene derecho a inscribirse en cualquier universidad donde debe pagar anualmente una inscripción de alrededor de U\$S400 y que le otorga el derecho a la biblioteca, un seguro médico y los sistemas de alojamiento y comedores ofrecidos

por la universidad. Es interesante señalar que el gasto promedio de las universidades por cada estudiante del ciclo superior de los NFI en 1996 fue de U\$S13.000 contra U\$S7.500 para el ciclo básico y sólo U\$S5.000 de promedio para las carreras no-tecnológicas. Esta diferencia se debe naturalmente a los mayores costos del equipamiento y del personal necesarios para formar a los estudiantes en ciencias tecnológicas.

En las grandes escuelas el ingreso es estrictamente selectivo, hay cupos para los aspirantes que poseen una formación (bac.+2) y el estudiante tendrá derecho a las más importantes escuelas en función del resultado de su examen. Las condiciones estatutarias de las grandes escuelas son variadas, algunas son estatales, otras privadas y/o mixtas. Proveen un sistema de becas para los mejores aspirantes, de otro modo los gastos de inscripción en las de régimen mixto son del orden de los U\$S5.000 anuales. El costo de formación de un estudiante de una gran escuela de ingeniería es superior a los U\$S20.000.

Alemania.

La mayor parte del sistema de educación superior es competencia de los estados federados.

El ingreso a la universidad es libre para todos los alumnos poseedores del *Abitur* o certificado que acredita haber completado los estudios secundarios. Actualmente, en los estados pertenecientes a la antigua República Democrática de Alemania este certificado se obtiene a los 18 años de edad luego de 12 años de estudios. En los viejos estados de la República Federal se obtiene a los 19 años de edad, con 13 de estudios. La diferencia existente para los estudios secundarios puede ser aún mayor en los universitarios.

El sistema de educación superior, con algunas excepciones, presenta tres tipos de universidades: las técnicas o tecnológicas, las clásicas o humanistas y las de ciencias aplicadas. En general, las universidades que asocian investigación y enseñanza en tecnología son las universidades técnicas, herederas de las *Technischen Hochschulen* del siglo pasado. Allí se realiza la enseñanza en ingeniería, física, arquitectura, química. En las universidades humanistas se enseñan las ciencias sociales, letras, filosofía, derecho, etc. Ambas universidades son herederas de la metodología académica consagrada por von Humboldt.

El grueso de la enseñanza con vocación profesional está concentrado en las universidades de ciencias aplicadas (*Fachhochschulen*), que otorgan un título de

ingeniero diplomado con la mención FH, en 4 años de estudios.

En las universidades tradicionalmente existían dos niveles de estudios: *Diplom* y *Promotion*. El primero se basa fundamentalmente en la formación del alumno mediante cursos, mientras el segundo en la realización de una tesis de investigación.

A título de ejemplo se expone la organización de los estudios en una universidad tradicional prestigiosa como la Universidad Técnica de Munich. Los estudios se dividen en semestres y están estructurados en dos niveles. El estudiante que completa los primeros 4 semestres de estudio tiene derecho a un diploma intermedio (*Vordiplom*) o de primer nivel que acredita una formación académica en ciencias básicas. El segundo nivel incluye los semestres 5to. al 8vo. y un examen final de grado que se acredita con un certificado (*Hauptdiplom*). En el 9no. semestre el estudiante realiza su tesis de diploma (*Diplomarbeit*) que consiste en solucionar, bajo la supervisión de un docente experimentado, una tarea científica o tecnológica semejante a la que encontrarán en su vida profesional. Recién entonces el estudiante recibe el título de *Diplom-Ingenieur*.

Desde el año 1999 algunas universidades tradicionales ofrecen un diploma de *Master* en 9 semestres de estudios. Está estructurado en seis semestres, comunes a la carrera tradicional, que conducen al grado de *Bachelor* y dos semestres adicionales de estudios especializados, más un semestre de preparación de una tesis de maestría. Normalmente el programa de estudios de la maestría posee una mayor especialización que el diploma tradicional.

Este programa ha sido implementado con un doble objetivo: atraer alumnos extranjeros poseedores de un *bachelor* del sistema anglosajón, que pueden ingresar directamente en el 7mo. semestre y completar la maestría, y generar un diploma de corta duración para adecuarse a lo resuelto en Europa por los acuerdos de armonización de diplomas.

Durante la *Promotion*, el candidato que generalmente se desempeña como auxiliar docente, debe realizar una tesis original en un mínimo de dos y un máximo de cinco años, bajo la supervisión de un profesor habilitado académicamente. La defensa pública conduce al título de *Doktor-Ingenieur*. No existen requisitos de horas o de cursos adicionales a los ya realizados para la obtención del *Diplom*. En función del tema de tesis el director orienta al doctorando acerca de los estudios complementarios que deberá realizar, si fuera necesario para el éxito de su trabajo de investigación.

El título de *Magister*, de nivel equivalente al *Diplom*, es otorgado sólo por las facultades de letras, ciencias humanas y sociales.

Italia.

En los siglos XIII y XIV surgieron en las ciudades italianas las primeras universidades que tuvieron continuidad hasta nuestros días (Bolonía en 1088, Padua en 1222, Nápoles en 1224, Perusa en 1308). A diferencia de la organización desarrollada en otras antiguas universidades europeas como La Sorbonne de París, en Italia los estudiantes impusieron un modelo corporativo autónomo que permitió un aceptable grado de independencia del poder político y religioso de la época.

Actualmente el sistema universitario italiano es centralizado y sólo en la década pasada se ha concedido un margen apreciable de autonomía. El Ministerio competente reglamenta los títulos, programas y hasta las becas para estudiantes de posgrado. El sistema educativo italiano se basa en las universidades del estado (*università degli studi*), e incluye a los institutos politécnicos (Politecnico di Torino, di Milano, di Bari) y los institutos especiales. Estos últimos son minoritarios, sin embargo se destacan la *Scuola normale superiore di Pisa* fundada por Napoleón Bonaparte en 1813 y la *Scuola superiore di studi universitari e di perfezionamento Sant'Anna* (1933). Las universidades privadas son minoritarias en la formación de ingenieros.

El sistema universitario italiano también ha evolucionado en los últimos 20 años. La estructura clásica hasta 1983 incluía las facultades con sus respectivas carreras de grado (*corsi di laurea*) en cinco años y las carreras de posgrado (*corsi post-lauream*) de especialización y de perfeccionamiento científico, implementados con las *Scuole di Perfezionamento* y *Scuole di Specializzazione* en uno o dos años adicionales de estudios. Las carreras de grado fueron reglamentadas en la década del 30 mediante decretos reales. La *Laurea* incluía una carga horaria de aproximadamente 800 hs anuales durante cinco años y la realización de un trabajo de investigación científica o tecnológica (*tesi di laurea*), que daba derecho al título universitario de *Dottore*. Para el ingreso en las carreras de especialización y de perfeccionamiento científico era condición necesaria haber obtenido la *laurea* en una disciplina afín y totalizar entre 500 y 900 hs de cursos específicos y un trabajo de investigación o tesis sobre un tema convenido con el director de la carrera. El objetivo de la carrera de especialización era proveer mayores conocimientos en el campo elegido y la habilitación como especialista. La carrera de perfeccionamiento tenía fines principalmente

científicos y la introducción de los jóvenes laureados a la investigación de alto nivel.

Entre 1983 y 1990 se produjeron fuertes cambios en este sistema, valorizando la experiencia de las Scuole y las nuevas demandas del sistema productivo. Se creó el diploma universitario (*ingegnere diplomato*) o *Laurea breve* (DU, bac+3 años), se reglamentó la duración de las *Laureas* (DL) entre 4 y 6 años así como el *Diploma di Specializzazione* (DS) en 2 años adicionales, y se creó el diploma de *Dottorato di Ricerca* (DR, 2 a 3 años) administrado por el nuevo Ministerio de las Universidades y de la Investigación Científica y Tecnológica (1989). El objetivo del diploma universitario era proveer a los estudiantes una formación profesional adecuada para la ejecución de tareas tecnológicas fundamentalmente en las nuevas profesiones y permitir que los estudiantes tuvieran una opción académica de menor duración. La *laurea breve* y la *laurea clásica* no eran programas secuenciales con idénticas asignaturas, poseían objetivos y programas diferentes. El diploma de especialización tuvo éxito especialmente en carreras de medicina y derecho, mientras que el diploma universitario sólo atrajo una inscripción limitada de alumnos. Este esquema se basaba en ingresantes con 19 años de edad poseedores del diploma de bachiller (*maturità*) obtenido en 13 años de estudios primarios y secundarios repartidos en tres ciclos (*primaria, media* y *liceo*). La inscripción en los estudios de *laurea* no está limitada, salvo en algunas especialidades de inscripción masiva, mientras el diploma universitario, la especialización y el doctorado de investigación tienen cupo limitado. El monto de la inscripción para los estudios de *laurea* de aproximadamente U\$S1.000 anuales, cifra que no es insignificante incluso en un país con un PBI de U\$S23.000 per cápita.

La duración efectiva de los estudios de *laurea* era de 7 años, bastante más que para los niveles equivalentes de otros países europeos, lo que ha llevado a encarar nuevas reformas.

En el año 2000 el estado se propuso reducir la duración de los estudios preuniversitarios a 12 años, con dos ciclos: primarios y secundarios, de manera que la edad de ingreso en la universidad sea 18 años. Esta reforma no ha sido aún implementada y el nuevo gobierno italiano ha frenado el inicio del proyecto previsto para el año 2001.

El año 1999 también trajo una nueva reforma de los estudios de ingeniería en las universidades. El nuevo ordenamiento prevee un *Diploma o Laurea Universitaria* (bac. +3 años), una *Laurea Specialistica* (bac +5 años), manteniendo el *Dottorato di Ricerca* (bac.+8 años). La diferencia fundamental con el

anterior sistema es que para cursar la *Laurea Specialistica* el estudiante debe haber obtenido previamente el *Diploma*, y las materias formativas son comunes. Estas reformas, actualmente en curso de ejecución, pretenden asegurar un primer diploma de carácter profesional accesible a una mayoría de estudiantes jóvenes, muy solicitado actualmente por las empresas, y paralelamente limitar los costos de los estudios de mayor nivel científico que se realizarían en instalaciones y laboratorios adecuados para un número razonable de estudiantes. Estos objetivos están de acuerdo con los enunciados de la Declaración Conjunta de los Ministros de Educación Superior en La Sorbonne, del 25 de mayo de 1998, y en la Università di Bologna, del 19 de junio de 1999, que proponen para la primera década del nuevo siglo la armonización de la educación superior europea en dos ciclos, de grado y de posgrado. La primera declaración fue refrendada por los ministros de educación superior de Italia, Francia, Alemania y Gran Bretaña y la segunda por los ministros de 22 países europeos. El primer ciclo, de al menos 3 años de estudios está dirigido a formar profesionales calificados y conducirá a un diploma con reconocimiento mutuo en el mercado laboral europeo. El segundo ciclo está centrado en la investigación y el trabajo individual y conducirá al título de "master" y/o al doctorado.

Gran Bretaña.

El sistema británico conserva su tradicional estructura con tres tipos de diplomas de educación universitaria. En los últimos 25 años la principal modificación introducida ha sido la multiplicación de los establecimientos de enseñanza superior que pasaron de 31 a 176. Este crecimiento no fue acompañado por un incremento en el financiamiento, lo que ha generando grandes contrastes entre las universidades tradicionales que han debido innovar para conservar su reconocido prestigio y las nuevas, que se crearon a partir de los antiguos institutos técnicos terciarios o *Polytechnics*, de menor reputación. El costo anual de la matrícula en las universidades británicas es muy variable y puede ubicarse entre U\$S2.000 y U\$S20.000, con los mayores valores para los posgrados en universidades tradicionales.

Los estudiantes ingresan al ciclo universitario a los 18 años de edad (nivel CGE A/AS) habiendo iniciado los estudios primarios a la edad de cinco años. La estructura tradicional de los diplomas británicos es la siguiente: un *first degree* o *Bachelor* que se puede obtener en tres años de estudios regulares, luego el estudiante puede optar por obtener un *Master's degree* (*M.Sc.* o *M.Eng.*) en un año suplementario o un *Doctor of Philosophy*

(*Ph.D.*) en tres años de estudios e investigación. Algunas universidades prestigiosas ofrecen también el *Master of Philosophy (M.Phil)* en dos años. Los diplomas en las áreas tecnológicas pueden ser adjudicados en ciencias o en ingeniería; son títulos académicos, que no implican habilitación profesional alguna. La autorización para el libre ejercicio profesional es otorgada, como en la mayoría de los países europeos, por un consejo profesional controlado por el estado. Existen diferencias sensibles entre los sistemas universitarios de Inglaterra, Escocia, Gales y Ulster. Por ejemplo, a diferencia del clásico esquema inglés y galés de 3 - 4 - 6 años, las principales universidades escocesas proponen programas de cuatro años para el diploma de *Bachelor of Engineering* y un total de cinco años de estudios académicos para el de *Master of Engineering*, con un esquema similar al de las universidades de Estados Unidos de América.

Estados Unidos

Existen numerosas universidades privadas y públicas, cuyo nivel académico depende de su situación financiera. Como no existe un ministerio federal de educación nacional, cada estado decide su política universitaria, lo que ha generado una gran diversidad en la calidad de las universidades y de los diplomas otorgados. Actualmente funcionan entre 3000 y 4000 instituciones universitarias, de tamaño y calidades diferentes, pero sólo 58 ofrecían en 1995 una formación completa, incluyendo la investigación. Las universidades admiten estudiantes de 18 años que han completado 12 años de estudios primarios y secundarios (*Elementary, Middle School, High School*). La estructura de títulos es la siguiente: los estudios de base duran 4 años (*undergraduate*) y conducen al *Bachelor's degree*; en general en uno o dos años adicionales según los estudios previos se puede obtener el *Master's degree* o en tres años el doctorado o *Ph.D.*

Paralelamente a las universidades públicas y privadas existen en cada comunidad los *colleges* que son instituciones que proveen una formación intermedia de dos años, la cual permite a los estudiantes completar en una universidad su *bachelor* en dos años adicionales.

A pesar que los diplomas presentados son los que tienen mayor difusión, la gran descentralización existente en cada estado permite que algunas universidades prestigiosas ofrezcan programas diferentes, como es el caso del Massachusetts Institute of Technology (MIT) que en 1993 ha modificado las curricula de su departamento de Electrical

Engineering and Computer Science. El nuevo programa de cinco años, actualmente vigente, conduce simultáneamente a los diplomas de *Bachelor* y de *Master of Engineering (M.Eng.)*, en ingeniería eléctrica y en ciencias de la computación.

Para los estudiantes que no completarán todos los diplomas en el MIT existe el clásico diploma de *Bachelor of Science (B.S.)* de cuatro años y el *Master of Science (M.S.)* de uno o dos años suplementarios, según los estudios previos del estudiante.

El MIT también posee un programa de diploma de ingeniero (*Engineer's degree*) con competencias más generales en ingeniería y en tecnología que un programa de *Master*, pero con menos énfasis en la investigación original que un programa de doctorado. En general este título puede ser obtenido en dos años por los titulares de un *Bachelor* que completen el programa de estudios y de investigación y que defiendan con éxito una tesis aceptable. Los títulos de ingeniero que el MIT ha otorgado en el año 2001 son los siguientes:

Civil Engineer, Electrical Engineer, Engineer in Aeronautics and Astronautics, Engineer in Computer Science, Environmental Engineer, Materials Engineer, Mechanical Engineer, Metallurgical Engineer, Naval Engineer, Nuclear Engineer, Ocean Engineer.

El MIT ofrece los títulos de *Doctor of Science (Sc.D.)* y *Doctor of Philosophy (Ph.D.)* en sus departamentos de ciencias y de ingeniería. Estos títulos se pueden obtener en un mínimo de dos años a tiempo pleno, completando un programa de estudios avanzados que incluye un examen general y la defensa de una tesis basada en una investigación original.

La cuota promedio de un año de estudios en el MIT es del orden de U\$30.000, valor que puede reducirse substancialmente para los estudiantes destacados que reciban becas.

Claves para el sistema universitario argentino

A pesar de las tradicionales diferencias en los sistemas de los cinco países presentados, especialmente entre el sistema europeo continental y el anglosajón, existe una tendencia hacia la armonización de los estudios en dos ciclos y tres tipos de diplomas bajo el esquema 3 / 5 u 8 años.

Este sistema ofrece numerosas ventajas: flexibilidad en la formación de los estudiantes, objetivos claros en cada nivel, certificación de los estudios y competencias adquiridos, capacitación laboral en tiempos razonables, alta eficiencia del sistema universitario con elevada relación egresados/ingresantes.

La Argentina debe organizar su sistema de educación superior de acuerdo a sus

necesidades de desarrollo económico y cultural sin aislarse de la comunidad académica internacional. Habida cuenta que sólo un 5% de los argentinos entre 25 y 64 años poseen título universitario (15 a 30 % en los países de Europa y USA), es urgente incorporar las ventajas enunciadas a su propio sistema. Se debe resguardar la coherencia con los objetivos perseguidos, evitando la simple yuxtaposición de diplomas de épocas y sistemas diversos. Actualmente en la Argentina coexisten títulos profesionales y académicos similares a los existentes en la Europa continental de hace 50 años, con nuevos diplomas de posgrado inspirados en el sistema anglosajón. Hasta hace algunos años, el título profesional tecnológico máximo era el de *Ingeniero*, con 5 o 6 años de duración académica, destinado principalmente a formar personas capaces de ejercer profesionalmente la ingeniería, con incumbencias bien definidas. En algunos pocos casos la obtención de ese título exigía la presentación y defensa de una tesis o proyecto de ingeniería. En los últimos años las autoridades educativas han promovido los posgrados, lo que ha dado inicio a un proceso que todavía no se ha estabilizado, y que ha promovido la aparición de nuevos diplomas de *Especialista*, *Master*, *Magister*, *Doctor*, con duraciones y objetivos varios.

La ley de Educación Superior nro. 24.521/95 establece que los títulos de grado de licenciado y profesionales equivalentes, así como los de posgrado de magister y doctor son otorgados por las instituciones universitarias. Los primeros son reconocidos y habilitados para ejercer la profesión sólo por el Ministerio de Educación.

Para las carreras de grado la Resolución del Ministerio de Educación nro. 6/97 fija un mínimo de 2600 hs de clases presenciales en al menos 4 años de estudios. Las universidades nacionales ofrecen el título de ingeniero en 5 años con al menos 3750 hs, carga horaria mínima que exige el Ministerio para la acreditación que habilita al ejercicio profesional (ley nro. 24.521/95 y Res. 1232/01).

La Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) en su Resolución 76/98 establece los Procedimientos, criterios y solicitudes de acreditación de Carreras y Proyectos de Posgrado, allí se establece el siguiente esquema para las horas de cursos: Especialización (360 hs), Maestría (540 hs más trabajo final, proyecto, obra o tesis individual) y Doctorado (tesis de investigación original). La mayor parte de las universidades exigen al posgraduando poseer un diploma de grado de al menos cinco años, lo que demora excesivamente la obtención de los diplomas de

posgrado y disminuye las posibilidades de obtención de becas internacionales. En Europa un estudiante puede obtener su diploma de nivel maestría en sólo 4 o 5 años de estudios académicos.

En Argentina existen cuatro títulos universitarios de 5 - 6 - 7 y 8 años de estudios. Recientemente algunas universidades ofrecen las *Tecnicaturas universitarias* en tres años de estudios, que constituirían una propuesta muy interesante si además de ser diplomas profesionales permitirían proseguir los estudios académicos. Lo cierto es que la evolución tecnológica y la concentración de las actividades de proyecto y diseño, especialmente en ingeniería eléctrica, electrónica y de procesos industriales, hace que las empresas del ramo requieran principalmente profesionales jóvenes capaces de ejecutar tareas de montaje, servicio, mantenimiento y reparación. Estos profesionales pueden ser formados adecuadamente en tres o cuatro años de estudios. Los ingenieros formados para el diseño, la concepción de sistemas y de proyectos sofisticados son requeridos en menor cantidad, la experiencia en países desarrollados indica que representan entre el 25 y el 45% del total.

Considerando lo expuesto y teniendo en cuenta la actual estructura educativa argentina, parecería conveniente modificar el sistema universitario para converger sobre el modelo internacional, adoptando dos ciclos de estudios y tres tipos de diplomas. El primer ciclo debería formar en tres o cuatro años, profesionales capaces de ejecutar con eficiencia tareas de ingeniería aplicada. El segundo ciclo formaría en cinco o seis años, ingenieros y tecnólogos altamente capacitados para el desarrollo de proyectos y diseños de ingeniería así como de soluciones tecnológicas innovadoras; y los doctorados orientados a la investigación y a la creación de nuevos conocimientos, en un máximo de ocho años académicos. Para el primer diploma se requieren cursos y laboratorios docentes, que actualmente existen en la mayoría de nuestras universidades. Para el segundo se debe poner énfasis en los cursos especializados y en los laboratorios de investigación tecnológica, y para el doctorado se deben fomentar los laboratorios de investigación y los grupos de investigación, de manera que este diploma certifique una investigación de calidad. Para lograr reconocimiento en el ámbito internacional para los dos diplomas superiores, es imprescindible que los laboratorios desarrollen tareas de investigación que generen publicaciones y transferencia de tecnología, situación existente en ciertas áreas de nuestras universidades de mayor prestigio. Sin entrar a analizar el origen

de los recursos de las universidades públicas argentinas, para alcanzar los estándares internacionales en las carreras tecnológicas (donde el equipamiento representa una parte sustancial del costo total) se debería aspirar a una inversión anual por estudiante no muy inferior a los valores señalados en los países europeos cuya educación superior es responsabilidad del estado.

No es suficiente analizar el sistema de educación superior sin considerar la formación previa en las escuelas primaria y secundaria. La discusión sobre la formación preuniversitaria escapa al objetivo de este artículo. Sin embargo es lícito pensar que el contenido de los programas diseñados cuando la educación secundaria era responsabilidad

del Ministerio de Educación de la Nación, no debería haber sido muy diferente del de otros países europeos de la época: hasta hace algunos lustros el Ministerio de Educación de Francia reconocía el diploma de bachiller nacional argentino como equivalente al *baccalauréat* para iniciar estudios universitarios. Esto indicaba que los objetivos del programa de estudios preuniversitario argentino no diferían sustancialmente del programa francés hasta la década del 70. Para asegurar la eficiencia del sistema educativo argentino es condición necesaria exigir a los aspirantes un nivel de calidad adecuado, garantizado mediante el cumplimiento de programas de estudios aprobados por autoridad nacional competente.

Francia		Italia	Alemania	Gran Bretaña	USA
Doctorat		Dottorato in Ricerca	Doktorprüfungen		Ph.D./Sc.D.
Doctorat		Dottorato in Ricerca	Doktorprüfungen	Ph.D.	Ph.D./Sc.D.
				Ph.D.	Master/Eng.Deg.
DEA	Dipl. Ing.	Laurea Specialistica	Diplom-Ingenieur	Master of Ph.	Master
Maîtrise			F.H.	Master	Bachelor
Licence		Diploma		Bachelor	
DEUG					
Baccalauréat 18 años (12)		Maturità 19 años (13)	Abitur 18, 19 años (12, 13)	CGE A/AS level 18 años (13)	High School level 18 años (12)

Esquema comparativo de años de estudios y de diplomas en cinco países: Cada celda representa un año calendario. Ver texto por la duración de doctorados. Las líneas gruesas indican estudios de ingeniería similares. El número entre paréntesis indica los años de estudios obligatorios previos al ingreso universitario.

Bibliografía:

- *L'Europe des Universités*. Massit-Folléa F. et Epinette F., Ed. La documentation, 1992, Paris.
- *L'enseignement dans les pays de l'OCDE, 1987-88, Recueil d'inf. statistique*. OCDE; Ed. sp. 1990, Paris.
- *Engineering Education in France*. CEFI, Ministère des Affaires Etrangères, 1997, Paris.
- *Pour un modèle européen d'enseignement supérieur*. Attali J. et altri, Ed. Stock, 1998, Paris.
- *Sette secoli di modernità*. Dozza G., Ed. Delta. 1991, Perugia.
- *Legislazione Universitaria*. Tramonto L., Ed. Simone, 1995, Napoli.
- *Studienführer für Studierende der Fachrichtung Elektrotechnik und Informationstechnik*, Technische Universität München, 1999, Munich.
- *Quid*. Frémy D. et M., Ed. Laffont S.A., 1981, Paris.
- *La reconnaissance des diplômes en Europe*. Pertek J., Presses Univ. de France, 1999. Paris.
- *Les Universités Américaines*. Laszlo P., Ed. Flammarion, 1996, Evreux.
- *La Tragedia Educativa*. Jaim Etcheverry G., Fondo de cultura económica S.A., 2000, Bs.As.