





Perfil de ingreso y egreso del Ingeniero Iberoamericano



Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería

Comité Ejecutivo 2019

Presidencia

Ing. Carlos A. Escalante Sandoval, ANFEI, México

Vicepresidencia

Ing. Juan C. Espinoza Ramírez, CONDEFI, Chile

Secretaría Ejecutiva

Ing. Jaime Salazar Contreras

Vocalías

Asociación Brasilera de Enseñanza de Ingeniería, ABENGE Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI Asociación Ecuatoriana de Instituciones de Enseñanza de Ingeniería, ASECEI Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería, ANFEI, México Consorcio de Decanos de Facultades de Ingeniería, CONDEFI, Chile Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, CONFEDI, Argentina Consejo Nacional de Facultades de Ingeniería del Perú, CONAFIP Instituto Politécnico do Porto, Portugal Instituto Politécnico de Setúbal, Portugal Instituto Superior de Ingeniería de Coimbra, Portugal Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, LACCEI Núcleo de Decanos de Ingeniería de Venezuela Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Paraguay Universidad Católica del Uruguay Universidad Politécnica de Madrid, UPM, España Universidad ORT, Uruguay Universidad de la Empresa, UDE, Uruguay Universidad de Montevideo, Uruguay Universidad de la República, Uruguay

ISBN: 978-958-99255-9-1

1ª edición: 2019

© ASIBEI

Compiladores: Luis Miguel Vargas C.

Jaime Šalazar Č.

Diagramación e impresión: Editorial El Búho Ltda. Calle 54A No. 9-32 Tels.: 3576725 editorialelbuho@gmail.com Bogotá, D. C.

Contenido

				Pág.
Pres	sentaci	ón		7
1.	Introd	Hucciór	٦	9
2.			reso de estudiantes de ingeniería	
۷.			ción de la educación secundaria a la terciaria	
			ición en STEM en niveles precedentes	
			eferencias de los estudiantes	
			etencias de ingreso: caso Argentina	
			de ingreso	
3.			curriculares: proyección de la nueva ingeniería	
٠.			terísticas curriculares mínimas	
			Argentina	
			Marco conceptual	
		3.2.2	·	
			de Ingeniería	29
		3.2.3	Estructura curricular	
		3.2.4	Criterios mínimos y generales	31
		3.2.5	Competencias específicas	
		3.2.6	Referencias	
	3.3.	Caso	Brasil	33
		3.3.1	Introdução	33
		3.3.2	Discussões das diretrizes para os cursos de engenharia	
		3.3.3	Principais aspectos da proposta de novas diretrizes	
		3.3.4	Considerações finais	
		3.3.5	Referencias	39
	3.4.	Caso	Colombia	41
		3.4.1	Principios de formación de los estudiantes	41
		3.4.2	Componentes de formación y ponderación de cada una	
			de ellas	43

		3.4.3	Alternativas de formación práctica	. 44
		3.4.4.	Áreas más relevantes de cooperación con el entorno	
			(social e industrial)	. 44
		3.4.5	Estrategias e instrumentos de evaluación y acompañamiento	
			Acciones encaminadas a la actualización curricular	
			Conclusiones y recomendaciones para la modernización	
			curricular	. 48
		3.4.8	Referencias	
	3.5.		Ecuador	
			Principios de formación de los estudiantes	
			Componentes de formación y ponderación de cada una	
			de ellas	. 51
		3.5.3	Alternativas de formación práctica	
			Áreas más relevantes de cooperación con el entorno	
		0.0.	(social e industrial)	54
		355	Estrategias e instrumentos de evaluación y acompañamiento	
			Acciones encaminadas a la actualización curricular	
		3.5.7		,
		0.0.7	curricular	58
		358	Referencias	
	3 6		España	
	0.0.		Principios de formación de los estudiantes	
			Componentes de formación y ponderación de cada una	
		0.0.2	de ellas	62
		363	Alternativas de formación práctica	
			Áreas más relevantes de cooperación con el entorno	, 00
			(social e industrial)	64
		365	Estrategias e instrumentos de evaluación y acompañamiento	64
		3.6.6	Conclusiones y recomendaciones para la modernización	
		0.0.0	curricular	65
		367	Referencias	
	3 7		México	
	0.,.		Formación de los estudiantes. Perfil de egreso.	
			Alternativas de formación práctica	
			Vinculación. Áreas relevantes de cooperación	
			Retos de la vinculación	
			Estrategias e instrumentos de evaluación y acompañamiento	
			Acciones encaminadas a la actualización curricular	
			Conclusiones	
			Referencias	
	3.8		Paraguay	
	0.0.		Estructuras curriculares: proyección de la nueva ingeniería	
		0.0.1	Estrocioras corricorarios. proyection ao la moora migoriona	. , ,
244				
(0)	7	4		
4	43(0	Perfil	de ingreso y egreso del ingeniero iberoamericano	
	-			

		3.8.2	Componentes de formación y ponderación de cada una de ellas	78
		3.8.3	Áreas más relevantes de cooperación con el entorno	7 0
			Social: Caso Universidad Católica "Nuestra Señora	
			de la Asunción"	
		3.8.4	Contenidos mínimos	
			Estrategias e instrumentos de evaluación y acompañamiento	82
		3.8.6	Descripción de mecanismos de orientación, asesoría y	
			apoyo a estudiantes	
		3.8.7	Acciones encaminadas a la actualización curricular	
			Referencias	
	3.9.		Portugal	
		3.9.1	Alargar e democratizar o acesso ao ensino superior	
		3.9.2	Os novos estímulos no ensino superior	86
		3.9.3	3 1	
		0.0.4	especialistas nas instituições de Ensino Superior	86
		3.9.4	Melhoria dos níveis de sucesso educativo no ensino	0.7
		0.0.5	superior	8/
		3.9.5	Reforçar os instrumentos de internacionalização das	0.7
	0.10		instituições de ensino superior	
	3.10		Uruguay	88
		3.10.1	Duración de las carreras de ingeniería y requisitos	00
		2 10 0	de las titulaciones	
			2 Conceptos generales de todas las carreras de ingeniería	
1	El		3 Orientaciones pedagógicas generales	91
4.			docente en la definición del perfil del ingeniero	00
				92
	4.1.		mación del profesorado de ingeniería y su contribución nbio	02
	12		cencia de calidad y el desarrollo académico de los	72
	4.2.		ores	01
	13		lades de formación práctica más relevantes	
5.			eso del ingeniero iberoamericano	
J.			etencias genéricas de egreso	
			anza orientada al desarrollo de competencias	
			tación de la formación de grado	
			de egreso	
6.			n el mundo laboral	
Ο.			ácticas empresariales como herramienta de formación	
	6.1.	Caso	Colombia	109
			Ecuador	
			España	
	O. I.	<u></u>	= 0 p 41 1 4 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	

	6.5.	Caso México 1	15
		6.5.1 Egresados y oferta	15
		6.5.2 Resultados promedio de las doce carreras	
	6.6.	Caso Portugal 1	
		Caso Uruguay	
7.		mendaciones finales	
		Sistemas educativos	
		Conceptualización de la ingeniería, perfil profesional y legislación	
		relacionada	26
	7.3	Estructura curricular de programas de ingeniería 1	
8.		rencias	
	Anex		
, .		Anexo 1: Encuesta a directivos	
		Anexo 2: Encuesta a profesores	
		Anexo 3: Caracterización de programas de ingeniería en México 1	
	,	9.3.1 Ingeniería Civil	
		9.3.2 Ingeniería Industrial 1	
		9.3.3 Ingeniería Mecánica 1	
		9.3.4 Ingeniería en Computación	
		,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	
		Índice de Figuras	
Fiauı	ra 1.	Tasa bruta de matriculación para nivel de educación terciario.	
		Fuente de los datos: (UNESCO, 2019)	13
Fiauı	ra 2.	Matrícula de estudiantes por género.	
_		Programas educativos de enseñanza de la Ingeniería	
		Programas acreditados en Latinoamérica.	
		Organismos acreditadores en México.	
_		Programas acreditados en México.	
		Composición porcentual de contenidos mínimos ANEAES. [1]	
		Esquema de desagregación de competencias	
J			
		Índice de Tablas	
		muice de Tablas	
Tablo	a 1.	Competencias de acceso. Fuente: "Competencias requeridas	
		para el Ingreso a los Estudios Universitarios"	19
Tablo	a 2.	Comparação entre as DCNs em vigor e a nova proposta.	
		Fonte: Organizado pelo Autor	37

PRESENTACIÓN

En el marco de la celebración del vigésimo aniversario de creación de la Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería – ASIBEI y honrando el compromiso de sostener una importante producción académica a través de sus publicaciones, se presenta a la comunidad académica de Iberoamérica el presente libro: "Perfil de ingreso y egreso del ingeniero iberoamericano", resultado del trabajo adelantado dentro de los lineamientos del Plan Estratégico de la Asociación 2013-2019, en lo concerniente a la formación del ingeniero iberoamericano.

El libro aborda de forma sistémica el proceso de formación en ingeniería, de tal manera que comprende el tránsito de los estudiantes desde el nivel de educación secundaria, hasta el egreso de la educación superior. Esta evaluación de tan amplio escenario de formación incluye tanto el perfil que deben satisfacer los estudiantes que empiezan su proceso de formación en ingeniería, como el de los egresados que ingresan al ejercicio profesional. Igualmente importante resulta la consideración de las distintas estructuras curriculares que se presentan en el libro, como proyección y visión de futuro.

Un importante valor agregado que presenta la publicación, es el aporte que expertos de cada uno de los países han hecho en varios capítulos, especialmente con las visiones particulares en aspectos curriculares e incursión en el mercado laboral, en Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, España, México, Paraguay, Portugal y Uruguay.

La Asociación ha considerado siempre la calidad de la docencia como un puntal fundamental en la formación de ingenieros y, en relación con el papel de los profesores y la importancia de su preparación, ha promovido declaraciones y publicaciones, que pueden consultarse en el portal institucional de ASIBEI http://www.asibei.net/publicaciones.html y http://www.asibei.net/documentos/declaraciones.pdf

En los anexos 1 y 2 se incluyen los resultados de encuestas aplicadas a directivos y profesores de instituciones de educación superior en el área de la ingeniería, que alcanzaron una significativa respuesta por parte de 1.241 docentes representantes de la región iberoamericana. Se indagó a los profesores sobre tres momentos esenciales de su compromiso docente: planeación, desarrollo y evaluación de asignaturas y clases. Igualmente fueron encuestados 342 directivos pertenecientes a 86 instituciones de 10 países iberoamericanos, como parte del esfuerzo de correlacionar las políticas institucionales, con los proyectos institucionales de formación de profesores.

El anexo 3 presenta las características académicas y los perfiles de egreso de algunos programas de ingeniería ofrecidos en México, en las especialidades profesionales de ingeniería civil, industrial, mecánica y de computación.

Nuestra gratitud, consideración y aprecio a cada uno de los colegas e instituciones que representan, por sus contribuciones y aportes, fundamentales para hacer posible esta publicación. Un especial reconocimiento para el Ingeniero Julio César Cañón Rodríguez por sus orientaciones y comentarios y al Ingeniero Luis Miguel Vargas C. por su valiosa labor de compilación, edición y revisión de textos y figuras.

Ing. JAIME SALAZAR CONTRERAS
Secretario Ejecutivo ASIBEI

Bogotá, D. C. mayo de 2019

1. Introducción

Los perfiles de ingreso y egreso constituyen elementos fundamentales para definir las estrategias de formación del ingeniero iberoamericano. La sociedad actual exige, además de las particularidades de la formación, la caracterización de competencias específicas en los egresados. El concepto de enseñanza vista como un simple ejercicio de transferencia de conocimientos, ha sido sustituido por el de un proceso de aprendizaje capaz de dotar a los graduados de un conjunto de competencias para ejercer su profesión en un contexto dinámico y complejo.

Este nuevo compromiso de las instituciones educativas hace necesario diseñar y poner en marcha estrategias e instrumentos que orienten a las facultades de ingeniería en la identificación y caracterización de sus procesos de enseñanza-aprendizaje para alcanzar las competencias ofrecidas en sus declaraciones misionales. Dentro de estos mecanismos se destacan los perfiles de ingreso y egreso, a través de los cuales pueden establecerse los puntos de referencia para el diseño, la gestión y la evaluación curricular de los programas de educación de ingenieros.

Los perfiles de ingreso determinan los puntos notables sobre los cuales se construyen las condiciones de vinculación de las nuevas generaciones de estudiantes a los programas y constituyen un vínculo con los niveles de formación previos a la educación superior. Considerando que tanto la escuela como la universidad recogen e interpretan los paradigmas de los contextos sociales, económicos y políticos, en la formación de profesionales es necesario considerar no solo la evolución de la sociedad, sino el impacto que esa evolución tiene en las estructuras curriculares, de manera que éstas puedan mantenerse a la altura de las exigencias y a la vanguardia de los cambios.

Precisar el perfil de ingreso de los jóvenes a los programas de ingeniería requiere conocer las características y condiciones de los niveles educativos previos al ingreso a la educación superior. Los modelos, estrategias y métodos empleados en esos niveles determinan, en buena medida, las probabilidades de ingreso y, muy es-

pecialmente, las de permanencia de los estudiantes en las carreras de ingeniería. Un nivel educativo que promueve la formación integral y demanda capacidades de trabajo colaborativo recibe estudiantes procedentes de instituciones que no necesariamente colocan el énfasis de formación en esas virtudes. El renacimiento de las denominadas competencias blandas es una interesante expresión de la preocupación por las dimensiones humanas de la educación, tan necesarias en la formación de quienes han de encargarse de crear, gestionar y controlar desarrollos tecnológicos cada vez más cercanos a la supremacía de las máquinas y el dominio de los entes artificiales. La educación enfocada en la competitividad y el individualismo es contraria a los propósitos de acción colectiva y concertada para atender los grandes problemas de la sociedad.

Las facultades de ingeniería encaran interrogantes cuya solución es determinante para establecer los derroteros curriculares y perfilar los compromisos de formación encarnados en los perfiles de egreso. Es necesario establecer si los nuevos estudiantes que ingresan a las carreras de ingeniería, lo hacen en el número y la calidad deseables, así mismo es preciso conocer si los graduados de los programas cuentan con los recursos académicos suficientes para atender las necesidades de sus países. La creciente influencia de la tecnología en la vida de los ciudadanos parece reclamar la inclusión de conocimientos y habilidades ingenieriles en todos los niveles de educación, e incluso en el diseño de políticas públicas relacionadas con el acceso de la ciudadanía a los recursos de información y comunicaciones que controlan prácticamente todas las actividades sociales y económicas.

La preparación de las facultades de ingeniería para atender la educación de nuevas generaciones de profesionales demanda una acción permanente de indagación y caracterización de las expectativas, aspiraciones y preferencias de formación por parte de los jóvenes. El prestigio de la profesión no está exento de menoscabo atribuible a malas prácticas y perniciosas desviaciones éticas y, desde luego, la imagen social de la ingeniería determina en buena medida la respuesta de los jóvenes, especialmente de quienes cuentan con niveles académicos altos al egreso de la educación secundaria.

El desfase entre las ofertas de carreras de ciencias e ingeniería y las expectativas profesionales de los jóvenes, conduce a la reducción de vocaciones y a eventuales descensos de matrículas en carreras relacionadas con ingeniería, ciencias y tecnología. Esta situación es contraria a las necesidades de desarrollo de las sociedades y puede conducir al estancamiento de los planes nacionales de investigación, desarrollo e innovación, con la consiguiente dependencia de apoyos externos, no siempre alineados con las necesidades locales o regionales en materia de ciencias e ingeniería. La debilidad de los programas de orientación vocacional, unida al manejo mediatizado de los logros y probabilidades de éxito profesional

de algunas profesiones, distorsionan la información que alimenta las decisiones de los jóvenes al seleccionar una carrera y obligan a las instituciones de educación superior que ofrecen programas de ingeniería a examinar con sumo cuidado los componentes del perfil de ingreso.

La tecnología alcanzó de manera notable la acción educativa e impuso su influencia en las estrategias e instrumentos orientados a las actividades de enseñanza-aprendizaje y al diseño y gestión del currículo de los programas de educación en ingeniería. La caracterización de las estructuras curriculares puede apelar a distintos parámetros y unidades de medida, que deben conciliarse como parte de los esfuerzos de cooperación, movilidad e intercambio alrededor de los cuales las instituciones acuerdan acciones basadas en la equivalencia de sus estructuras curriculares.

En el otro extremo del proyecto educativo se encuentra el perfil de egreso de los ingenieros, cuya determinación reclama consensos dentro de la comunidad académica y acuerdos básicos en lo que a competencias genéricas deseables se refiere. Tales competencias, aceptadas como las capacidades de articular eficazmente esquemas y valores para resolver situaciones profesionales en contextos específicos, son complejas y están relacionadas con saberes, actuaciones y desempeños esperados de los graduados de los programas de ingeniería.

Las competencias de egreso se desarrollan durante el recorrido de los estudiantes por las rutas curriculares que orientan sus planes de estudio y representan un grado de desarrollo exigible a los recién graduados. Estas competencias son el sustrato para el desarrollo de las competencias profesionales, resultantes del ejercicio profesional y asociadas a las demandas del cambiante mercado laboral. Se espera que el ingeniero demuestre su saber y pueda ponerlo en acción, para lo cual los programas de formación deben proveer el acceso a los conocimientos y promover el desarrollo de las habilidades y destrezas que demanda en cada momento de la historia el ejercicio profesional. El carácter dinámico de la práctica de la ingeniería exige preparación para el aprendizaje autónomo y la actualización permanente.

Una estrategia ampliamente empleada para acercar el perfil de egreso con el perfil profesional, de manera que la transición sea eficiente y ágil, está representada en las prácticas contempladas dentro de los planes de estudio. El éxito de estas iniciativas necesita de esfuerzos de ambas partes, instituciones de educación superior y entidades del sector productivo, de manera que el beneficio y los aprendizajes sean recíprocos y alcancen a los estudiantes, a la universidad, a las empresas y, en últimas, al conjunto de la sociedad.

2. Perfil de ingreso de estudiantes de ingeniería

2.1. Transición de la educación secundaria a la educación superior

Para una aproximación al perfil de ingreso de los jóvenes a los programas de ingeniería es fundamental conocer las condiciones y problemáticas de los niveles educativos precedentes. En un gran número de países el sistema educativo promueve una formación estandarizada que no identifica las motivaciones y formas de aprendizaje de cada estudiante, y que evalúa la memorización en vez de establecer criterios de aprobación a partir de la creatividad, lo que el estudiante es capaz de hacer con lo aprendido. El acento en lo cognitivo es sin duda una de las grandes debilidades del sistema, haber olvidado que los que se están educando son seres humanos y que el desarrollo de competencias blandas también constituye uno de los ejes centrales de formación. Se está preparando a los estudiantes en un ambiente de competitividad enfocada en logros personales, lo cual prepara un ciudadano indiferente respecto a las injusticias sociales y a temas de interés global como los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), dejando en un segundo plano la posibilidad de construcción colaborativa de conocimiento.

En países como Finlandia, se han reestructurado los sistemas educativos a fin de corregir estas falencias. Acciones como la implementación de clases personalizadas y colaborativas, la autonomía en los métodos de enseñanza y evaluación, el incentivo de diferentes tipos de inteligencia (kinésica, visual), la consolidación de espacios de expresión y participación para los estudiantes, evaluaciones más cualitativas que cuantitativas, así como la formación continua y de alto nivel en los docentes, considerándolos el mejor recurso del sistema de educación, han logrado una revolución en la formación secundaria que ha dado frutos en la calidad de los futuros profesionales que ingresan a las facultades de ciencias e ingeniería (lo que repercute directamente en la calidad de los programas) y en el acceso que tiene la población a la formación terciaria.

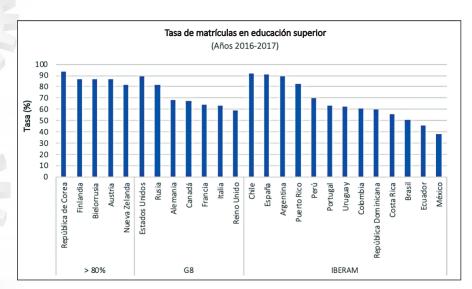


Figura 1. Tasa bruta de matriculación para nivel de educación superior. Fuente de los datos: (UNESCO, 2019)

En la Figura 1 se presentan las tasas de matrículas en educación superior para diferentes países. Los datos se determinaron a partir del número de estudiantes matriculados en el nivel terciario de educación, sin importar la edad, expresados como un porcentaje de la edad correspondiente para el mismo nivel educativo. Estas cifras permiten mostrar el grado de participación general en educación superior, e indica la capacidad de cada sistema educativo para matricular estudiantes del grupo etario respectivo (UNESCO, 2019).

Particularmente se han tomado como referencia tres grupos de países: Iberoamérica, G8 (países industrializados), y países no incluidos en estos grupos con tasas de matrícula superiores al 80%. Aquellos países con sólidos sistemas educativos ratifican su reconocimiento internacional al presentar tasas superiores al 80%: República de Corea, Finlandia, Bielorrusia, Austria, Nueva Zelanda, Estados Unidos, Rusia. Por Iberoamérica, aquellas naciones que lideran este indicador son Chile, España y Argentina. Las posiciones favorables de estos países evidencian los esfuerzos de sus gobiernos por promover una transición efectiva de la educación secundaria a la terciaria para que los jóvenes puedan continuar con su formación profesional, garantizando una mayor cobertura en educación superior. Formar más y mejores ingenieros implica modificaciones que deben adelantarse desde etapas previas a la formación profesional, y es por ello por lo que las facultades de ingeniería y los entes educativos gubernamentales deben abordar en conjunto la revisión de las prácticas pedagógicas en la educación media.

2.2. Formación en STEM en niveles precedentes

Los niveles de calidad de la educación secundaria deben corresponder con los requisitos de ingreso a las universidades. Una formación deficiente en los ciclos primarios y secundarios tiene un impacto profundo en la formación de los ingenieros, dado que quienes logran la admisión a programas de ingeniería con altos estándares, tienen altas probabilidades de hacer parte de las cifras de deserción; y si alcanzan la titulación, su desempeño profesional puede verse afectado por los bajos estándares de calidad que tuvieron durante su formación inicial.

La problemática asociada a la calidad de la educación previa ha sido abordada por la mayoría de los países desarrollados, sin embargo, en los países en vía de desarrollo aún persiste la idea de que es suficiente con formar un selecto grupo de buenos profesionales para que se hagan cargo de la competitividad del país.

Bajo este contexto, surgen algunas preguntas que las facultades de ingeniería buscan responder: ¿están ingresando a las facultades de ingeniería estudiantes en el número y la calidad esperados?, ¿el número de ingenieros con altos estándares que se están graduando es suficiente para las necesidades de los países, sobre todo de aquellos en vías de desarrollo?, ¿debe la formación de todo ciudadano incluir algo de pensamiento ingenieril como parecen proponer algunos documentos en STEM?, ¿qué rol deberían jugar las facultades de ingeniería en ello?, ¿Qué capacidades tecnológicas y en ingeniería debe lograr todo ciudadano para poder insertarse con éxito en la sociedad del siglo XXI?

Es necesario utilizar los recursos de forma efectiva para formar a los futuros ciudadanos de una nación y a los futuros trabajadores de un sistema capaz de innovar y, en consecuencia, lograr una sociedad sostenible y competitiva en un mercado que se globaliza.

Igualmente, la conexión entre capacidad para la innovación de una sociedad y educación STEM es cada vez más frecuente. Educación artística, educación STEM, creatividad, interés en el aprendizaje y espíritu empresarial son los 5 factores que resalta la OCDE para garantizar una educación idónea para el siglo XXI. Estudios similares han encontrado indicios sobre la relación de causalidad entre una educación en ciencias y matemáticas y el desarrollo económico de una nación. Es por ello que atraer más estudiantes a carreras profesionales de tipo STEM e incrementar las habilidades STEM en el capital humano en general, para que profesionales de otras áreas (como las relacionadas con la salud o el manejo de la información) puedan aprovechar de mejor manera los desarrollos científicos y tecnológicos en sus proyectos y actividades diarias, favorece la toma de decisiones sustentadas que conlleven a los mejores resultados para las sociedades (Duque & Celis, 2012).

Una de las grandes metas de la ingeniería es lograr una sociedad competitiva, innovadora, capaz de generar riqueza. Cuando se examinan condiciones para lograr este resultado, no parece evidente indicar que basta con formar una élite de ciudadanos bien educados, sino que se requiere una sociedad bien educada, sintonizada para la innovación. Desde esta perspectiva, la misión de una facultad de ingeniería no puede limitarse a formar ingenieros y a adelantar investigación disciplinar, sino que pasa por la investigación en la didáctica de la disciplina y por promover y apoyar procesos de mejoramiento en la educación STEM para todos.

Participar en mejorar la educación de todos en general y la educación STEM en particular es una acción de responsabilidad social. Al igual que cada vez con más intensidad los negocios basados en tecnología adelantan programas para mejorar la educación STEM, no parece razonable que las facultades de ingeniería no lo hagan. Si se quiere formar suficientes ingenieros en cantidad y calidad para los retos de la economía del siglo XXI, es mejor contar con buenos candidatos con bases sólidas en STEM y con la actitud apropiada hacia esas disciplinas: colaborar con los proveedores para garantizar el mejor producto posible.

2.3. Las preferencias de los estudiantes

Para determinar las preferencias de los estudiantes a la hora de elegir su carrera profesional, vale la pena hacernos algunas preguntas: ¿la ingeniería es vista como una profesión con alta reputación e impacto social que atrae cada vez más estudiantes, o se está convirtiendo en una profesión de segundo renglón?, ¿qué tipo de carreras están eligiendo los estudiantes de alto nivel académico que egresan de la educación secundaria o media?

En reiteradas oportunidades, las instituciones científicas y educativas han señalado la importancia de aumentar el porcentaje de jóvenes que optan por una formación científica o técnica al finalizar la educación media o secundaria, a través de iniciativas propias o de políticas públicas que promuevan el interés de los jóvenes en estas carreras.

A pesar de que los jóvenes, y la ciudadanía en general, tienen una valoración positiva y de prestigio sobre los científicos, a quienes asocian con cualidades como pasión por la investigación, capacidad de pensamiento lógico y racional, y mente abierta para el estímulo de nuevas ideas, no encuentran atractivo en continuar los estudios superiores en carreras científicas. Este desencuentro entre la ingeniería y la ciencia, y las expectativas profesionales subjetivas de los jóvenes, ha provocado un desinterés generalizado en optar por estas carreras. En una encuesta realizada a 9000 jóvenes iberoamericanos, menos del 20% mencionan la ingeniería como una de sus opciones, y tan solo el 2.7% expresa interés en las ciencias exactas y naturales. Las percepciones recopiladas revelaron que el menor interés por las carreras STEM (acrónimo en idioma inglés de Science, Technology, Engineering and Mathematics) está asociado a la población con menor grado de escolaridad, menor consumo de información y menor edad (16-21 años), aspectos que comparten los potenciales científicos del mañana: los jóvenes. De acuerdo con Polino (2011) el uso de información es fundamental a la hora de orientar a los jóvenes hacia una profesión determinada; se evidencia una preferencia por estudiar ingeniería antes que ciencias, medicina, o ser profesor, que se acentúa más en hombres que en mujeres y en jóvenes provenientes de hogares con capital económico sobresaliente (Duque & Celis, 2012).

Sin lugar a duda, la carencia de orientación vocacional no permite a los jóvenes contar con información adecuada para decidir sobre su futuro profesional, lo que conlleva a que se inclinen por ciertas profesiones en detrimento de otras, o se vean impulsados a optar por oficios de bajo nivel de exigencia, sobre todo los jóvenes provenientes de segmentos pobres, a quienes sus capacidades académicas no les permiten ingresar a la educación pública. La educación secundaria es una etapa propicia para incentivar vocaciones.

El contexto educativo también juega un papel importante en la elección, ya que allí se configuran las percepciones de las profesiones. Los jóvenes que dan más valor a las asignaturas en ciencias (física, matemáticas, química) muestran una marcada preferencia a seleccionar una carrera científica. En contraste, los jóvenes que consideran estas asignaturas complicadas, aburridas y descontextualizadas con respecto a sus expectativas, tienen altas probabilidades de optar por otras áreas de conocimiento (Polino, 2011).

La creciente demanda de profesionales STEM, confirma el importante papel que desempeñan las carreras en ingeniería y ciencias en el crecimiento económico y en la prosperidad social de los países, y alerta sobre la escasez de estos profesionales en los próximos años, tanto en países desarrollados, como en aquellos en vía de desarrollo, y la consecuente reducción en la consecución de los objetivos de desarrollo de cada nación. Ni la cantidad, ni la calidad de las formaciones actuales parecen estar a la altura de las demandas de una sociedad en un proceso creciente de globalización y de tecnificación.

2.4. Competencias de ingreso: caso Argentina

En este sentido, en Argentina, un trabajo realizado por CONFEDI y luego enriquecido con los aportes de AUDEAS (Asociación Universitaria de Educación Superior Universitaria), CONADEV (Consejo Nacional de Decanos de Veterinaria), CUCEN (Consejo Universitario de Ciencias Exactas y Naturales), ECUAFyB (Ente

coordinador de Unidades Académicas de Farmacia y Bioquímica), Red UNCI (Red de Universidades con carreras de Informática) y FODEQUI (Foro de Decanos de las Facultades de Química) concluye en el documento "Competencias requeridas para el Ingreso a los Estudios Universitarios" que propone las habilidades requeridas en un estudiante para el acceso a las carreras científico-tecnológicas en general y, de ingeniería en particular.

Estas competencias propuestas constituyen el punto de partida mínimo desde el cual se pueden transitar los currículos universitarios para lograr las competencias genéricas de egreso del ingeniero iberoamericano aprobadas por la Declaración de Valparaíso de ASIBEI¹.

El referido documento, expone la importancia de que los estudiantes que ingresan a las carreras universitarias hayan desarrollado el manejo de las formas más complejas del lenguaje, dado que las capacidades creativas y de resolución de problemas y el pensamiento complejo están dados por operaciones mentales mediadas y transmitidas culturalmente por el lenguaje en sus diferentes concepciones.

El estudiante debe desarrollar en su nivel medio competencias generales tales como: creatividad, interés por aprender, pensamiento crítico (capacidad de pensar con juicio propio), habilidad para comunicarse, capacidad para resolver situaciones problemáticas, tomar decisiones, adaptarse a los cambios y a trabajar en equipo y desarrollar el pensamiento lógico y formal. Todas estas competencias deben continuar desarrollándose y fortaleciéndose en el nivel universitario, en tanto son imprescindibles para el ejercicio profesional y tienen alto grado de convergencia con las competencias genéricas de egreso del ingeniero iberoamericano de ASIBEI.

Asimismo, el documento refiere que la formación secundaria -pre universitariadebe, además, contribuir a desarrollar en los estudiantes las capacidades para ejercer la ciudadanía democrática, consolidar la madurez personal y social, y afianzar los hábitos de lectura y disciplina de estudio, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje y como medio de desarrollo personal. Debe promover también el uso de principios pedagógicos encaminados a favorecer la capacidad del estudiante para aprender por sí mismos, para trabajar en equipo y para aplicar métodos de investigaciones apropiadas. En función de que el estudiante debe desarrollar procesos reflexivos que permitan acercarlo al mundo y apropiarse del mismo a través de diferentes mecanismos implicados en el estudiar, debe contar con estrategias, técnicas y estilos que le permitan construir el conocimiento.

¹ Puede consultarse el portal www.asibei.net

En síntesis, el desafío es la formación integral de los alumnos, en todas las etapas de su vida, privilegie el razonamiento lógico, la argumentación, la experimentación, el uso y organización de la información y la apropiación del lenguaje común, del lenguaje de la ciencia y la tecnología. Esto es, en definitiva, que cuenten con las herramientas necesarias para integrarse plenamente a la educación superior y/o al mundo del trabajo.

En cuanto a las competencias propiamente dichas requeridas para el ingreso a la universidad que se definieron en Argentina, y que entendemos son válidas para la región, estas se han clasificado en Competencias Básicas, Competencias Transversales, Competencias Específicas y Competencias Actitudinales.

Las Competencias Básicas refieren a los conocimientos, procedimientos, destrezas y actitudes fundamentales para el desarrollo de otros aprendizajes, y se sintetizan en comprender y/o interpretar un texto, elaborar síntesis, poseer la capacidad oral y escrita de transferirlo, producir textos, e interpretar y resolver situaciones problemáticas.

Las Competencias Transversales están referidas a la capacidad para regular los propios aprendizajes, aprender solos y en grupo y resolver las dificultades a que se ven enfrentados durante el transcurso del proceso de aprendizaje. Un escaso manejo de estas capacidades implicaría que el estudiante carece de algunas condiciones fundamentales para desempeñarse en el mundo moderno, donde la formación de grado es sólo un paso en el proceso de formación continua.

En cuanto a las Competencias Específicas, se señala que es necesario que los estudiantes posean saberes específicos en Biología, Química, Física y Matemática. Dichas asignaturas deberán apuntar a privilegiar el razonamiento lógico, la argumentación, la experimentación, el uso y organización de la información y la apropiación del lenguaje común de la ciencia y la tecnología.

Por último, las Competencias Actitudinales hacen referencia a la responsabilidad, actitud crítica y compromiso ante el proceso de aprendizaje.

El siguiente cuadro sintetiza las competencias básicas, transversales y específicas:

Tabla 1. Competencias de acceso.

Competencias básicas	Competencias transversales	Competencias específicas
Aluden a capacidades complejas y generales necesarias para cualquier tipo de actividad intelectual.	Aluden a capacida- des claves para los estudios superiores.	Remiten a un conjunto de capacidades rela- cionadas entre sí, que permiten desempeños satisfactorios en el estudio de las carreras.
 Comprensión lectora. Producción de textos. Resolución de problemas. 	Autonomía en el aprendizaje. Aplicación de destrezas cognitivas generales.	 Análisis de una función o un fenómeno físico y/o químico sencillo a partir de su representación gráfica y/o a partir de sus ecuaciones matemáticas. Reconocimiento y utilización de conceptos en matemática, física, química y biología. Reconocimiento y análisis de propiedades físicas y/o químicas de la materia en ejemplos cotidianos. Transferencia del conocimiento científico de física, química, matemática y biología a situaciones problemáticas variadas. Utilización de la computadora aplicando lógica procedimental en la utilización del Sistema Operativo y diversas aplicaciones como: Procesador de textos, Internet y Correo Electrónico

Fuente: "Competencias requeridas para el Ingreso a los Estudios Universitarios"²

Este desarrollo de competencias debe realizarse teniendo en cuenta su integración, de manera tal que las Competencias Básicas y Transversales sean desarrolladas teniendo como referencia las Competencias Específicas propias de cada carrera. Estas competencias pueden, entonces, abordarse en los cursos de ingreso y nivelación, ajustándolas a la especificidad de los saberes necesarios para el ingreso a las carreras de ingeniería.

A modo de conclusión, existe una brecha entre las competencias que los estudiantes que egresan del nivel medio han desarrollado y las que la Educación Superior

² Competencias en Ingeniería. Documentos de CONFEDI. 1º edición (Abril 2014). Universidad FAS-TA Ediciones, 2014. Mar del Plata. Argentina. Disponible en www.confedi.org.ar

requiere para el ingreso a las carreras de grado científico-tecnológicas. Por ende, las facultades deben prever mecanismos de fortalecimiento de la transición para los ingresantes, y el problema radica también en que muchos egresados del nivel secundario no se animan a ingresar a los estudios superiores. Se autoexcluyen, por diferencia de perfil, por un autoconocimiento respecto de la carencia de algunas de las competencias requeridas, o por la falsa percepción de que las falencias que pudieran tener no pueden ser revertidas.

Si no se trabaja desde muy temprana edad en formar el perfil en los jóvenes y desarrollar esas competencias, las vocaciones por la ingeniería seguirán siendo escasas. Si no hay vocaciones por la ingeniería, y no se logra retener a los alumnos en las carreras, no tendremos en la región el volumen de ingenieros necesarios para su desarrollo.

Por ello, desde ASIBEI entendemos que es menester, en los países de la región, establecer programas y acciones que incentiven desde la niñez el "encanto" por las ciencias y las tecnologías STEM y que promuevan la vinculación de las facultades de ingeniería con las instituciones de los niveles precedentes.

2.5. Perfil de ingreso

Los perfiles de ingreso de los aspirantes a los programas de ingeniería están asociados a los sistemas educativos y a los enfoques vocacionales que ciertos tipos de bachillerato o de educación secundaria posean y, en particular, que hayan cursado el área de las ciencias fisicomatemáticas o el conjunto de asignaturas relacionadas con ciencias y humanidades.

En general, los ingresantes a las carreras de ingeniería evidencian la predilección por las ciencias exactas, naturales y humanas, por el análisis y creación de dispositivos, por el trabajo en equipo y por los procesos de innovación. Esto es un punto de partida importante, dado que el estudiante debe mantenerse en su vida universitaria en un proceso continuo de formación técnica, científica y humanística, donde el trabajo en equipo, análisis y síntesis de lecturas, actividades de laboratorio y de campo en diferentes ambientes de trabajo requieren de motivación y capacidad de adaptación.

En cuanto a las características deseables del perfil del ingresante a las carreras de ingeniería, cabe destacar la importancia de contar con una marcada curiosidad científica e interés por la observación, el análisis e investigación de las transformaciones físicas, químicas y biológicas de la naturaleza. También la acabada comprensión y compromiso respecto del concepto de desarrollo sostenible, la responsabilidad social, la integridad, la ética y la conciencia colectiva son cuali-

dades fundamentales en el aspirante dado el carácter profundamente social de la profesión.

Sumado a estos aspectos generales deseables en el perfil del ingresante a las carreras de ingeniería, dependiendo del área o modalidad de ingeniería de que se trate, existen aspectos específicos que los complementan. Por ejemplo, si se estuviera analizando el caso de la ingeniería biomédica, el aspirante debería tener vocación para resolver problemas de la medicina desde el campo de la ingeniería; para ingeniería química el trabajo en el laboratorio, manejo de sustancias químicas; para ingeniería agrícola, el gusto por el campo y la solución de los problemas tecnológicos del sector agrícola y pecuario.

Más allá de estas características del perfil del ingresante, que en alguna medida determinan su vocación por la ingeniería, se deben considerar las competencias necesarias para que un aspirante, en general egresado del nivel medio, pueda transitar exitosamente una carrera de ingeniería; pues si no ha desarrollado previamente algunas competencias básicas de acceso, la probabilidad de fracaso en el primer año de estudios es alta y esto condiciona su permanencia en la carrera. Tales competencias, una vez definidas, pueden ser evaluadas en cada ingresante previo al inicio de la carrera y fortalecerse en la medida de las necesidades de cada estudiante, tanto en las instancias de ingreso o nivelación como en los primeros meses del primer año de la carrera de ingeniería.

3. Estructuras curriculares: proyección de la nueva ingeniería

La dinámica de la tecnología y la necesidad de generación de nuevo conocimiento no solo han modificado el estilo de vida de las sociedades modernas, sino que también ha conllevado a la modificación de las metodologías de enseñanza-aprendizaje y al ajuste de las estructuras curriculares de los programas de ingeniería. Para identificar cómo se proyecta la creación de estas nuevas estructuras, primero se deben establecer las características curriculares más relevantes de las carreras de ingeniería en la Región.

Las estructuras curriculares de los programas de ingeniería pueden caracterizarse a partir de unidades de medida (número de créditos, cargas horarias), del énfasis en áreas de formación específicas, o de los tipos de contenidos temáticos que los conforman. El consenso de estas características ha permitido a las instituciones y asociaciones trazar lineamientos que permitan crear estructuras curriculares sustancialmente equivalentes (Albina, 2005).

La definición que se presenta de la ingeniería corresponde a una conceptualización clásica y tradicional, de tal manera que se define como una técnica social que aplica con fundamento y responsabilidad los conocimientos científicos logrados a través del estudio, la experiencia y la práctica para emplear racional y económicamente los recursos y las fuerzas de la naturaleza en beneficio del ser humano y la sociedad.

En la mayoría de los países existen consejos o colegios profesionales que tienen como función registrar y velar por el cabal cumplimiento de la profesión; en algunos casos los consejos son considerados como tribunales de ética y por lo tanto tienen la potestad de sancionar las contravenciones a los códigos y normas que los rigen.

3.1. Características curriculares mínimas

Las normas y contextos académicos de cada país hacen necesario tener una puesta en común de las estructuras y áreas curriculares. En términos generales, las áreas que conforman las estructuras curriculares de los programas de ingeniería en Iberoamérica son esencialmente las siguientes:

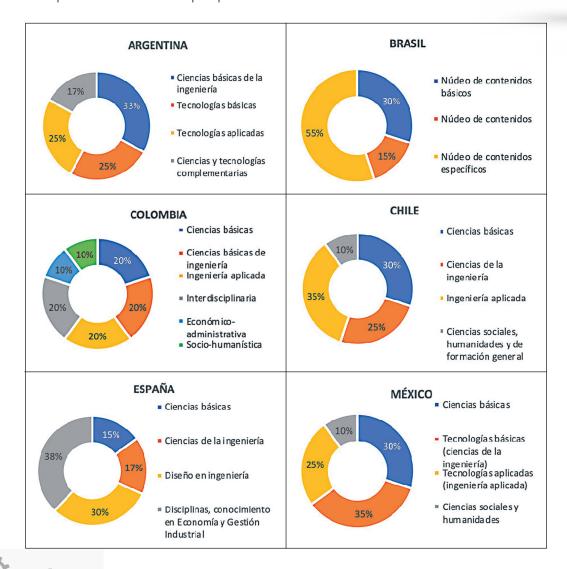
Las ciencias básicas están conformadas por los conocimientos comunes a todas las carreras de ingeniería, e incluyen cursos de matemáticas, física, química, biología y otras ciencias naturales (según la naturaleza del programa) que proporcionan los conocimientos teóricos y prácticos para fundamentar la ingeniería. Buscan contribuir a formar el pensamiento lógico deductivo del estudiante, desarrollar la capacidad de análisis científico, proporcionar una herramienta heurística y un lenguaje que permita modelar los fenómenos de la naturaleza y tener una comprensión general de los fundamentos de la ingeniería.

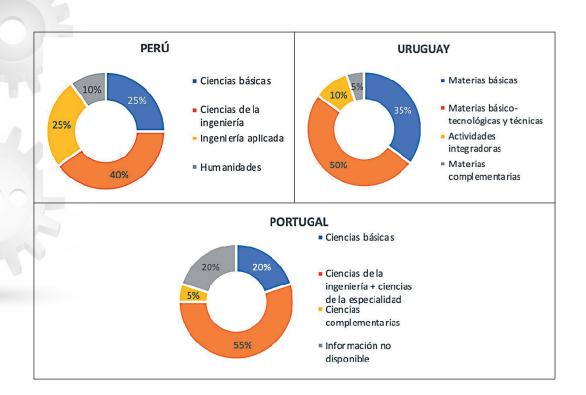
Las tecnologías básicas o ciencias básicas de ingeniería, tienen como fundamento las ciencias básicas, pero se orientan hacia la aplicación creativa del conocimiento; comprenden los cursos que estudian las características y aplicaciones de las ciencias básicas para fundamentar el diseño de mecanismos y sistemas en la solución de problemas. Se abordan disciplinas relativas a los materiales, la energía, sistemas, procesos e información, con el objeto de entregar la base conceptual y las herramientas de análisis para el área de ingeniería aplicada acorde con cada disciplina específica.

Las tecnologías aplicadas, ingeniería aplicada o diseño en ingeniería, consideran los procesos de aplicación de las ciencias básicas y tecnologías básicas para proyectar y diseñar sistemas, componentes o procedimientos, que satisfagan necesidades y metas preestablecidas. Comprende el conjunto de conocimientos propios de un campo específico de la ingeniería que permiten desarrollar aplicaciones prácticas y emplear metodologías orientadas al diseño y a la práctica profesional. Incluye los elementos fundamentales de diseño de la ingeniería, tales como el desarrollo de creatividad, el empleo de problemas abiertos, las metodologías de diseño, la factibilidad, el análisis de alternativas, los factores económicos y de especialidad, la estética e impacto social y ambiental, los que se consideran a partir de la formulación de problemas.

Las asignaturas interdisciplinarias, están orientadas a la ubicación de la experiencia personal y universitaria en un contexto histórico, socioeconómico, político, cultural, técnico y científico. Incluye los componentes económico-administrativos y socio-humanísticos, que permiten desarrollar efectivamente la actividad de la ingeniería en un contexto empresarial, y facilitar la comprensión de un mundo globalizado, las restricciones económicas, los marcos jurídicos que regulan el ejercicio profesional, la ética y las personas, y el análisis histórico, geográfico, estético, ambiental y cultural, enfatizando una formación en valores que conlleven a comportamientos éticos y morales en la actividad profesional, y a trabajar por mejorar la calidad de vida de las comunidades. Su finalidad es formar ingenieros conscientes de las responsabilidades sociales y capaces de relacionar diversos factores en el proceso de toma de decisiones.

La ponderación de estas áreas está vinculada a la cantidad de créditos académicos del programa. En promedio, el 20-35% lo ocupan las ciencias básicas, 20-40% las ciencias de la ingeniería, 35-40% la ingeniería o tecnología aplicada, y 5-20% las asignaturas interdisciplinarias. El siguiente gráfico muestra la distribución porcentual estimada por país:





La formación práctica en cada una de las áreas es un factor determinante en la transición exitosa entre una y otra. Este tipo de formación debe abordar como mínimo actividades como prácticas de laboratorio, de campo, empresariales y profesionales supervisadas tanto en sectores productivos como de servicios. Desde el ámbito curricular, es fundamental promover asignaturas que aborden el diseño en ingeniería enfocado a la resolución de problemas y a la elaboración y desarrollo de proyectos en los campos específicos de la profesión, así como la creación de aulas prácticas.

En algunos países la formación práctica tiene ciertas especificidades que facilitan la formación integral de los estudiantes: en España las prácticas de laboratorios deben como mínimo alcanzar el 25% de la carga lectiva total; en México las prácticas profesionales se realizan en dos etapas, con el fin de aplicar los conocimientos adquiridos en la primera y segunda mitad del plan de estudios; en Uruguay las actividades de resolución de problemas debe abarcar la tercera parte del contenido de cada curso.

En cada país de la región se han establecido desde hace varios años normativas de referencia para la definición de los contenidos curriculares mínimos. En Argentina la Resolución 1232/01 y posteriores, definieron los contenidos curriculares mínimos a partir de las pautas del proceso de acreditación. En Brasil, la Resolución CNE/CES³ 11 de 2002, estableció las pautas curriculares nacionales de los cursos de ingeniería. Recientemente mediante Resolución CNE/CES N° 1/2019 publicado en D.O.U. 23/4/2019 se aprobaron las nuevas Directrices Curriculares Nacionales de Cursos de graduación en Ingeniería.

En Colombia el Decreto 2566 de 2003 estableció el Registro Calificado para controlar la multiplicidad de programas de ingeniería; la Resolución 2773 de 2003 del Ministerio de Educación Nacional definió las características específicas de calidad para los programas de ingeniería y estableció las denominaciones académicas básicas de los programas de ingeniería (ASIBEI, 2007). A continuación se presentan los contextos que definen las estructuras curriculares actuales de los programas de ingeniería de cada país.

3.2. Caso Argentina⁴

Haciendo un poco de historia, en la Argentina, la primera resolución ministerial de estándares nacionales de acreditación de carreras de ingeniería fue la 1232/2001 para trece títulos de ingeniería. Con base en este estándar, a partir de 2002 la Comisión Nacional de Evaluación y Acreditación Universitaria (CONEAU) llevó adelante los procesos de acreditación de todas las carreras que otorgan dichos títulos. Con posterioridad se incorporaron el resto de los títulos de ingeniería.

Pasados 16 años desde el inicio del proceso de acreditación, la primera conclusión es contundente: se ha logrado una homogenización y mejora sustantiva de la calidad de las carreras de ingeniería en Argentina, tanto sea evaluada en función de sus procesos de formación, como de las competencias desarrolladas en el mismo por sus egresados. No obstante, el mundo cambia permanente y vertiginosamente proponiendo un escenario dinámico que exige respuestas inmediatas. La educación de la ingeniería debe revisarse a sí misma e incorporar elementos de actualización propios de la nueva educación y de las nuevas demandas de la sociedad, local y global, para formar los profesionales que requiere el futuro.

El antiguo paradigma de formación de profesionales basado en la enseñanza como simple esquema de transferencia de conocimientos que el estudiante oportunamente sabrá abstraer, articular y aplicar eficazmente, ha ido perdiendo espacio en la realidad actual⁵. La visión actual de la sociedad propone ver al egresado

⁵ Competencias en Ingeniería y Eficacia Institucional. Giordano Lerena, R; Cirimelo, C. Revista Ingeniería Solidaria. Vol. 9. Num 16. Bogotá. 2013. ISSN: 1900-3102.



³ CNE: Consejo Nacional de Educación Superior. CES: Cámara de Educación Superior.

⁴ Sandra D.A. Cirimelo (Grupo de Investigación "Competencias en Ingeniería", Vicedecana Facultad de Ingeniería Universidad FASTA, Argentina. scirimelo@ufasta.edu.ar) y Roberto G. Giordano Lerena (Decano Facultad de Ingeniería Universidad FASTA, Argentina. rogiord@ufasta.edu.ar)

universitario como un ser competente (con un conjunto de competencias), capaz de ejercer su profesión en la realidad que lo rodea, que además tendrá profundos cambios a lo largo de su vida profesional. Profesionales que deberán diseñar y trabajar con tecnologías que durante su proceso formativo aún no se conocen y, quizás, ni tan siguiera se imaginan.

Esto es un cambio de paradigma educativo, centrado ahora en el aprendizaje, en las competencias, en el estudiante, más que en la enseñanza, en los contenidos dictados y las horas de diseño. Este cambio, puertas adentro de las Universidades, involucra tanto la docencia, como la investigación, extensión y gestión. Los procesos de revisión, cambio e implementación de estándares, planes institucionales en general y planes de estudio en particular deben estar, indefectiblemente, conducidos y analizados desde la perspectiva de las competencias buscadas de egreso y el perfil profesional del graduado, sobre la base de un nuevo concepto del proceso de enseñanza y aprendizaje. Esto demanda un esquema de reflexión y renovación interna en las facultades, donde la recapacitación de docentes aparece como el aspecto clave.

Las nuevas actividades reservadas y los criterios para la determinación de las mismas conforme una interpretación estricta del Art. 43 de la Ley de Educación Superior 24.5216, el sistema de reconocimiento de trayectos académicos (créditos)7, la acreditación de actividades y competencias producto de la movilidad nacional e internacional o la experiencia laboral, la virtualidad en el proceso de enseñanza, el acceso a laboratorios remotos y la simulación, la consistencia y equiparabilidad de los sistemas de acreditación con los modelos internacionales (a efectos ulteriores de facilitar la movilidad estudiantil y el reconocimiento internacional de títulos y de nuestras acreditaciones nacionales con otras extranjeras), la revisión de los contenidos de las ciencias básicas (a la luz de las competencias, actividades reservadas y especificidad de las terminales), la articulación con el nivel secundario, la necesidad de disminuir la duración real de las carreras y aumentar la tasa de graduación, el sistema de reconocimiento de las actividades de desarrollo tecnológico con impacto social, los doctorados con perfil tecnológico, la escasez de vocaciones, los indicadores de duración real de las carreras, etc. son algunos de los aspectos que surgen del minucioso debate que se produjo en el seno de CONFEDI y que configuran un nuevo escenario político-social, que exige creatividad e innovación y que fue la motivación fundamental para el diseño de un nuevo marco de referencia para la educación en ingeniería en Argentina.

En ese contexto, y ante la inminente aprobación de la nueva nómina de actividades reservadas profesionales, en noviembre de 2016 CONFEDI crea una Comisión

⁶ http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/25000-29999/25394/texact.htm

⁷ http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=267158

Ad-Hoc para diseñar y proponer al Ministerio de Educación los "Estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería en la República Argentina". Esta comisión trabajó durante 18 meses para definir el nuevo marco conceptual y competencias requeridas para 27 títulos de ingeniería en Argentina, en base a los siguientes lineamientos:

- Actualizar y consolidar el actual modelo de formación de ingenieros.
- Consolidar un modelo de aprendizaje centrado en el estudiante.
- Definir un modelo comparable internacionalmente.
- Definir un enfoque basado en competencias y descriptores de conocimiento.
- Asegurar el cumplimiento de las actividades reservadas definidas para cada título.
- Organizar la estructura curricular con base en las:
- Ciencias Básicas de la Ingeniería
- Tecnologías Básicas
- Tecnologías Aplicadas
- Ciencias y Tecnologías Complementarias

Finalmente, las actividades reservadas de todos los títulos regulados por el Estado fueron establecidas por Resolución Ministerio de Educación 1254/20188 del 15 de mayo de 2018 y los aspectos metodológicos e indicadores a considerar en las evaluaciones institucionales y de acreditación de carreras de grado fueron establecidas por la Resolución Ministerio de Educación 989/2018 "Documento marco sobre la formulación de estándares para la acreditación de carreras de grado" del 11 de abril de 20189.

El 6 de junio de 2018, día de la ingeniería argentina, el CONFEDI presentó al Ministerio de Educación su propuesta compilada bajo la denominación de "Libro Rojo de estándares de segunda generación para la acreditación de carreras de ingeniería de Argentina"¹⁰. Esta propuesta está en tratamiento en las diferentes instancias y dependencias intervinientes y se espera su aprobación para diciembre de 2018.

En el Libro Rojo de CONFEDI se consideran una serie de aspectos fundamentales que hacen a la estructura curricular de las carreras de ingeniería, a saber:

¹⁰ https://confedi.org.ar/librorojo/



⁸ http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/verNorma.do?id=310461

⁹ http://www.fica.unsl.edu.ar/SP/ci-nuevos estandares.php

3.2.1. Marco conceptual

Ingeniería es la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y naturales adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se emplea con buen juicio a fin de desarrollar modos en que se puedan utilizar, de manera óptima, materiales, conocimiento, y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, en el contexto de condiciones éticas, físicas, económicas, ambientales, humanas, políticas, legales, históricas y culturales.

La Práctica de la Ingeniería comprende el estudio de factibilidad técnico-económica, investigación, desarrollo e innovación, diseño, proyecto, modelación, construcción, pruebas, optimización, evaluación, gerenciamiento, dirección y operación de todo tipo de componentes, equipos, máquinas, instalaciones, edificios, obras civiles, sistemas y procesos. Las cuestiones relativas a la seguridad y la preservación del medio ambiente constituyen aspectos fundamentales que la práctica de la ingeniería debe observar. La definición de ingeniería y práctica de la Ingeniería brindan la descripción conceptual de las características del graduado y constituyen la base para el análisis de las cuestiones atinentes a su formación. Esto lleva a la necesidad de proponer un currículo con un balance equilibrado de competencias y conocimientos académicos, científicos, tecnológicos y de gestión, con formación humanística.

Los graduados de carreras de ingeniería deben tener una adecuada formación general, que les permita adquirir los nuevos conocimientos y herramientas derivados del avance de la ciencia y tecnología. Además, deberán completar y actualizar permanentemente su formación a lo largo de la vida laboral, en el marco informal o en el formal a través del postgrado.

3.2.2. Condiciones curriculares comunes para las carreras de ingeniería

3.2.2.1. Perfil de egreso

La carrera de ingeniería deberá tener un perfil de egreso explícitamente definido por la institución sobre la base de su Proyecto Institucional y de las actividades reservadas definidas para cada título, con el objetivo que el graduado posea una adecuada formación científica, técnica y profesional que habilite al ingeniero para aprender y desarrollar nuevas tecnologías, con actitud ética, crítica y creativa para la identificación y resolución de problemas en forma sistémica, considerando aspectos políticos, económicos, sociales, ambientales y culturales desde una perspectiva global, tomando en cuenta las necesidades de la sociedad.

3.2.2.2. Competencias de egreso

Genéricas

Cada institución universitaria, en su marco institucional y del proyecto académico individual, determinará para sus carreras, la estrategia de desarrollo para asegurar competencias de egreso genéricas comunes a todas las carreras de ingeniería y necesarias para asegurar el perfil de egreso. Estas competencias son:

Competencias tecnológicas	 Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería. Gestionar, planificar, ejecutar y controlar proyectos de ingeniería. Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en la ingeniería. Contribuir a la generación de desarrollos tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.
Competencias sociales, políticas y actitudinales	 Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo. Comunicarse con efectividad. Actuar con ética, responsabilidad profesional y compromiso social, considerando el impacto económico, social y ambiental de su actividad en el contexto local y global. Aprender en forma continua y autónoma. Actuar con espíritu emprendedor.

Específicas

El plan de estudios debe garantizar el desarrollo de las competencias específicas para las actividades reservadas definidas en la terminal y verificar el cumplimiento, además, de la formación en el proyecto académico de la carrera, de los alcances de título que defina la institución, con la profundidad y calidad propia de un título de ingeniero. Para cada terminal se definen las competencias específicas y los descriptores.

Tanto las competencias genéricas como las específicas de cada terminal pueden desarrollarse y perfeccionarse también fuera del ámbito académico; en el campo laboral, o bien en el marco de actividades universitarias extracurriculares, o solidarias, o de actuación ciudadana, entre otras. Las carreras podrán reconocer esta contribución al desarrollo y fortalecimiento de las competencias de egreso.

3.2.3. Estructura curricular

El plan de estudios debe organizarse según la siguiente estructura:

Ciencias Básicas de la Ingeniería	Abarcan las competencias y los descriptores de conocimiento básicos necesarios para las carreras de ingeniería, en función de los avances científicos y tecnológicos, a fin de asegurar una formación conceptual para el sustento de las disciplinas específicas.
Tecnologías Básicas	Incluyen las competencias y los descriptores de conocimiento, científicos y tecnológicos, basados en las ciencias exactas y naturales, a través de los cuales los fenómenos relevantes a la Ingeniería son modelados en formas aptas para su manejo y eventual utilización en sistemas o procesos. Sus principios fundamentales deben ser tratados con la profundidad conveniente para su clara identificación y posterior aplicación en la resolución de problemas de ingeniería.
Tecnologías Aplicadas	Consideran la aplicación de las Ciencias Básicas de la Ingeniería y las Tecnologías Básicas para diseñar, calcular y proyectar sistemas, componentes, procesos o productos. Incluyen las competencias y los descriptores de conocimiento fundamentales del diseño de la Ingeniería, así como la resolución de problemas propios de la ingeniería y de la terminal.
Ciencias y Tecnologías Complementarias	Son aquellas que permiten poner la práctica de la Ingeniería en el contexto social, histórico, ambiental y económico en que ésta se desenvuelve, asegurando la formación de ingenieros para el desarrollo sostenible. Incluyen, también, las competencias de comprensión de una lengua extranjera (preferentemente inglés).

3.2.4. Criterios mínimos y generales

Duración mínima de la carrera: 3.600 horas (5 años).

Cada bloque curricular, deberá tener como mínimo: Ciencias Básicas de la Ingeniería (710 horas), Tecnologías Básicas (545 horas), Tecnologías Aplicadas (545 horas), Ciencias y Tecnologías Complementarias (365 horas).

Las competencias y contenidos definidos para cada uno de los bloques curriculares podrán distribuirse y desarrollarse libremente a lo largo del plan de estudios. Debe incluirse la elaboración de un trabajo de carácter integrador e instancias de práctica profesional supervisada. Aquellos planes de estudios desarrollados según la Resolución Ministerial 1870/16, deberán acreditar un mínimo de 300 RTF¹¹.

3.2.5. Competencias específicas

Como se expresó, además de cumplir con las competencias genéricas y las condiciones curriculares comunes, el plan de estudios debe garantizar el desarrollo de las competencias específicas para las actividades reservadas definidas en la terminal y verificar el cumplimiento, además de la formación en el proyecto académico de la carrera, de los alcances de título que defina la institución, con la profundidad y calidad propia de un título de ingeniero.

El Libro Rojo de CONFEDI prevé que para el cumplimiento de las actividades reservadas se deben asegurar en el graduado competencias específicas y los conocimientos necesarios que le permitan cumplir con las exigencias del ejercicio profesional. El detalle de las actividades reservadas profesionales, competencias específicas y descriptores de conocimiento de cada título está disponible en https://confedi.org.ar/librorojo/

Estas propuestas de competencias específicas y descriptores de conocimiento fueron analizadas, debatidas y aprobadas por unanimidad por los directores de carreras de cada especialidad, y aprobadas de forma unánime por el plenario de decanos de CONFEDI.

En síntesis, la nueva propuesta de estándares para la República Argentina, compilada en el "Libro Rojo de CONFEDI", conjuga aspectos político-conceptuales y normativos que configuran un escenario propicio para la innovación en la formación de ingenieros. Las Facultades encuentran en estos estándares un marco flexible y pautas de estructura curricular para formar al ingeniero que consideran que su territorio y país necesita; un marco para formar a su "ingeniero del mañana".

3.2.6. Referencias

Competencias en ingeniería. Documentos de CONFEDI. 1ª edición (Abril, 2014). Universidad FASTA Ediciones, 2014. Mar del Plata. Argentina. Disponible en www.confedi.org.ar

¹¹ RTF es Reconocimiento de Trayecto Formativo fijado por Resolución 1870 E/2016. Su artículo 8° establece que un RTF son entre 27 y 30 horas de trabajo total del estudiante. Es equiparable al concepto de "crédito".



3.3. Caso Brasil¹²

3.3.1. Introdução

Este texto está baseado no capítulo do livro "Aseguramiento de la calidad y mejora de la Educación en Ingeniería: experiencias en America Latina" publicado pela ACOFI em parceria com o CONFEDI (OLIVEIRA, 2018).

Atualmente, os projetos pedagógicos dos cursos de Engenharia do Brasil são reaulados pela Resolução Número 11, de 11 de marco de 2002 (Brasil, 2002), da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (Resolução CNE/CES N° 11/2002), que instituiu as atuais Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para o Curso de Engenharia. Após a publicação desta resolução, foram elaboradas mais 5 resoluções pela CES/CNE referentes a habilitações específicas de cursos de Engenharia, quais sejam: Engenharia Agronômica ou Agronomia (Brasil, 2006); Engenharia Agrícola (Brasil, 2006); Engenharia Florestal (Brasil, 2006); Engenharia de Pesca (Brasil, 2006); Geologia e Engenharia Geológica (Brasil, 2015); Ciência da Computação, Sistemas de Informação, Engenharia de Computação, Engenharia de Software e Licenciatura em Computação (Brasil, 2016).

Em 18 de junho de 2007 foi publicada a Resolução Número 2 da CES/CNE (Brasil, 2007) que "Dispõe sobre carga horária mínima e procedimentos relativos à integralização e duração dos cursos de graduação, bacharelados, na modalidade presencial". Esta resolução determinou também que a denominada "hora-aula" corresponde a 60 minutos e que os Cursos de Engenharia devem ter um mínimo de 3.600 horas e tempo de duração mínimo de 5 anos. A Resolução CNE/CES 5/2016 (Brasil, 2016), determinou que os cursos de Engenharia nela estabelecidos (Engenharia de Computação e Engenharia de Software) tenham como mínimos para integralização, duração de 4 ano e 3.200 horas de carga horária.

3.3.2. Discussões das diretrizes para os cursos de engenharia

A atual diretoria da Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE), que tomou posse em 01 de janeiro de 2017, tinha como uma das suas metas programáticas, a proposição de novas Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs) para os Cursos de Engenharia do Brasil. No COBENGE 2016 realizado em Natal/RN, no mês de setembro de 2016, quando houve a eleição da atual diretoria,

¹² Vanderli Fava de Oliveira. Doutor em Engenharia de Produção, Pós-Doutorado em Educação em Engenharia. Professor Titular da Universidade Federal de Juiz de Fora – UFJF. Presidente da Associação Brasileira de Educação em Engenharia - ABENGE.

iniciaram-se os contatos com vistas a estas novas diretrizes. Estiveram presentes neste evento o titular da Secretaria de Educação Superior do Ministério da Educação (SESU/MEC), Professor Paulo Barone e a representante da Mobilização Empresarial pela Inovação da Confederação Nacional da Indústria (MEI/CNI), Zil Miranda, com os quais a atual diretoria da ABENGE manteve os primeiros contatos sobre tais diretrizes.

Em janeiro de 2017, a diretoria da ABENGE foi recebida em audiência pelo Secretário da SESU/MEC, ocasião na qual foram discutidos encaminhamentos para a elaboração das novas DCNs. A diretoria reuniu-se, ainda neste mês de janeiro, com o Presidente da Câmara de Educação Superior do Conselho Nacional de Educação (CES/CNE), Professor Luiz Liza Cury e com a representante da MEI/CNI, Zil Miranda. Destas interações emergiu a proposta de se realizar uma reunião com outros organismos governamentais e da sociedade civil, além de representantes de Instituições de Educação em Engenharia.

A ABENGE ficou encarregada de elaborar um texto preliminar para a convocação desta reunião e assim o fez. A SESU/MEC e a CES/CNE convocaram a reunião solicitando que os participantes evitassem fazer diagnósticos e que encaminhassem propostas para a melhoria da formação em Engenharia no país.

No primeiro semestre de 2017, a parceria ABENGE e MEI/CNI foi consolidada e as reuniões das Comissões de cada entidade sempre contou com participação de representantes das duas parceiras.

Na reunião realizada na CES/CNE, em 07 de agosto de 2017, foi oficializada a comissão (CES/CNE, SESU/MEC, MEI/CNI e ABENGE) que encaminhou as discussões sobre as DCNs. Em seguida a Diretoria da ABENGE nomeou a sua comissão para encaminhar os trabalhos de elaboração da proposta no âmbito da entidade. Adotou como critério, a nomeação de membros das três diretorias imediatamente anteriores e da atual e a Comissão ficou assim composta: (*) Maria José Gazzi Salum (Diretoria 1999/2004), Silvia Costa Dutra (Diretoria 2005/2010), Ana Maria F M Rettl (Diretoria 2011/2016), Adriana Maria Tonini (Editora da Revista da ABENGE), Messias Borges Silva (USP/Lorena UNESP/Guaratinguetá) e os membros da atual Diretoria: Vanderli Fava de Oliveira, Luiz Paulo Brandão, Valquíria Villas Boas G Missel, Vagner Cavenaghi e Octavio Mattasoglio Neto. O Professor Messias substituiu o Professor Marcos J Tozzi (Diretoria 2011/2016) que não pode continuar na Comissão.

Para a construção da sua proposta a Comissão da ABENGE realizou diversas atividades, tais como, reuniões nacionais abertas, reuniões de Comissões e reuniões setoriais, entre outros. Além disso, realizou pesquisas em sites internacionais que tratam da temática. Em termos de documentos, consultou documentos e textos

referentes à elaboração das atuais DCNs (Brasil, 2002). Também consultou documentos do Consejo Federal de Decanos de Ingeniería da Argentina (CONFEDI, 2014 e 2017), e da Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería (ASIBEI, 2017).

A proposta final da ABENGE e MEI/CNI (ABENGE, 2018) foi efetivamente enviada ao Relator CES/CNE das DCNs no dia 07 de março de 2018. A única divergência que subsistia era quanto ao tempo de integralização e carga horária dos cursos. A ABENGE defendia, como referência, 4 anos para integralização e 4.200 horas de carga horária. A MEI/CNI defendia como mínimos, 5 anos de duração e 3.600 horas de carga horária. No final, a CES/CNE resolveu encaminhar, como referência 5 anos e 3.600 horas.

Nas atividades desenvolvidas em 2018, para a elaboração da proposta de DCNs, havia a sinalização da CES/CNE de colocar a proposta em consulta pública a partir de meados de abril e homologar as novas DCNs em maio ou junho.

3.3.3. Principais aspectos da proposta de novas diretrizes

A proposta de DCNs para os cursos de Engenharia elaborada pela ABENGE e MEI/CNI apresenta diversos aspectos de destaque, tais como, a formação a partir do desenvolvimento de competências; a atuação na inovação, no empreendimento e na formação de novos engenheiros; a explicitação dos componentes do projeto de curso; o sistema de acolhimento de ingressantes; o programa de desenvolvimento do corpo docente e a formação continuada.

A proposta define que a formação em Engenharia altere a base atual dos projetos dos cursos centrados em conteúdos, para formação por competências, tal como vem ocorrendo nos cursos de outros países que são referências internacionais. Isto significa que o importante não é apenas "saber" (conteúdo), mas "saber fazer" com atitudes e comportamentos éticos, exigindo que, para que tal ocorra, sejam trocadas as salas de aulas tradicionais por ambientes de aprendizagem, nos quais sejam desenvolvidas atividades contextualizadas e baseadas em aprendizagem ativa principalmente. As competências previstas são as seguintes:

- Analisar e compreender os usuários das soluções de engenharia e seu contexto, para formular as questões de engenharia e conceber soluções desejáveis.
- Analisar e compreender os fenômenos físicos e químicos por meio de modelos matemáticos, computacionais ou físicos, validados por experimentação.
- Conceber, projetar e analisar sistemas, produtos (bens e serviços) componentes ou processos.
- Implantar as soluções de Engenharia considerando os aspectos técnicos, sociais, legais, econômicos e ambientais.

- Comunicar-se efetivamente e eficientemente nas formas escrita, oral e gráfica.
- Trabalhar e liderar equipes multidisciplinares.
- Interpretar e aplicar com ética a legislação e os atos normativos no âmbito do exercício da profissão.
- Aprender de forma autônoma, para lidar com situações e contextos complexos, atualizando-se em relação aos avanços da ciência e da tecnologia.

Além das competências gerais, devem ser agregadas as competências específicas em acordo com a modalidade ou ênfase escolhida para o curso.

As DCNs atuais não tratam explicitamente sobre a atuação empreendedora do Engenheiro e como formador de futuros engenheiros e demais profissionais que atuam na cadeia produtiva das atividades próprias da Engenharia. Pela primeira vez, as Diretrizes preveem tratar da atuação do Engenheiro também como Professor formador de futuros profissionais. Teve-se o cuidado de não obrigar que os cursos tenham que formar nos três principais campos de atuação, que são, o Engenheiro Técnico Projetista, o Engenheiro Empreendedor Inovador e o Engenheiro Professor Formador.

A proposta apresenta ainda diretrizes para a elaboração do Projeto Curso, tanto em termos de definição dos componentes fundamentais do mesmo, como também, estabelecendo que, além da previsão dos componentes, é necessário explicitar como serão executados no dia a dia do curso, ou seja, além do Projeto do Curso explicitando o que será feito, é necessário que seja elaborado um Projeto Executivo para o Curso estabelecendo como será viabilizado o "prometido" no Projeto do Curso.

A proposta evidencia também a necessidade de programas de acolhimento dos ingressantes, em termos de nivelamento de pré-requisitos para ingresso efetivo nas atividades do curso, de preparação psico pedagógica para acompanhamento destas atividades contribuindo para o ingresso e permanência no curso, buscando diminuir a altíssima evasão verificada nos cursos de Engenharia que hoje é de quase 50%.

Visando a valorização da atividade docente na graduação em Engenharia, a proposta estabelece a necessidade de atualização permanente do seu corpo docente, tanto em termos das áreas específicas, quanto da formação pedagógica para levar a cabo as atividades que redundam em formação por competências.

Outra inovação é a abordagem da formação continuada. Trata-se de um aspecto aparentemente fora do escopo do modelo de formação hoje vigente, no entanto, é cada vez mais importante, quando se considera a atuação na área tecnológica

que apresenta alto grau de inovação e de desenvolvimento contínuo, isto sem considerar o fundamental retorno que os egressos podem oferecer aos cursos em termos de correção de rota.

Estes são os principais aspectos que perpassam a proposta que podem ser considerados como inovadores. Por fim, deve-se destacar que procurou-se conceber diretrizes que possam oferecer flexibilidade para que as Instituições implantem cursos de Engenharia inovadores, que possibilitem colocar a formação em Engenharia no Brasil no mesmo patamar dos centros mais avançados do mundo.

O quadro a seguir mostra uma comparação entre as DCNs atuais e a nova proposta apresentada:

Tabla 2. Comparação entre as DCNs em vigor e a nova proposta.

TÓPICO	CNE/CES 11/2002	PROPOSTA ABENGE / MEI/CNI
Perfil do Egresso	Perfil mais técnico	Destacam-se os seguintes acréscimos: "atuação inovadora e empreendedora, capaz de reconhecer as necessidades dos usuários e analisando problemas e formulando questões a partir dessas necessidades e de oportunidades de melhorias para projetar soluções criativas de Engenharia, com a perspectiva multidisciplinar e transdisciplinar em sua prática" e "atuando com isenção de qualquer tipo de discriminação e comprometido com a responsabilidade social e o desenvolvimento sustentável".
Competências	Previa 13 "Competências e Habilidades".	Reduziu-se a 8 tais competências (não se mencio- na habilidades), que englobam as 13 anteriores e ainda ficaram mais abrangentes. Essas Competên- cias foram detalhadas e não apenas listadas. Fo- ram introduzidas novas competências, tais como: Analisar e compreender os usuários das soluções de engenharia e seu contexto; E, ainda a necessidade de aprender a aprender e aprendizagem contínua.
Conteúdos	Estabelece núcleos de conteúdos bási- cos e profissionali- zantes e específicos.	Não estabelece conteúdos, muda a concepção de for- mação baseada em conteúdos para formação basea- da em competências.
Atuação	Não explicita	Explicita a atuação dos engenheiros no ciclo de vida dos produtos e dos empreendimentos como projetistas, inovadores, gestores empreendedores e educadores (formação de novos engenheiros e profissionais da área.

TÓPICO	CNE/CES 11/2002	PROPOSTA ABENGE / MEI/CNI
Duração e carga horária	Não explicita. Foi definida posteriormente na Resolução CNE/ CES 2/2007	Define que a carga horaria referencial é de 3.600 (três mil e seiscentas) horas de atividades efetivas e o tempo de integralização referencial é de 5 (cinco) anos.
Projeto de Curso	Previsto, mas não explicita quais os principais tópicos que devem compô-los	Explicita quais são os componentes obrigatórios. Além disso, estabelece que devem ser explicitados como serão desenvolvidas as atividades do curso.
Acolhimento	Não menciona	Prevê acolhimento dos ingressantes em termos de nive- lamento de conhecimento e assistência social e psico- pedagógico.
Estágio	Obrigatório com carga horária mínima de 160 horas.	Obrigatório com carga horária mínima de 300 horas.
тсс	Previsto como obrigatório	Também obrigatório, podendo ser individual ou em grupo
Capa- citação Docente	Não prevê	"O Curso de Graduação em Engenharia deve manter permanente Programa de Formação e Desenvolvimento do seu corpo docente, com vistas à valorização da atividade de ensino, ao maior envolvimento dos professores com o Projeto Pedagógico do Curso e a seu aprimoramento"
Avaliação	Prevê de forma geral	"A instituição deve definir indicadores de avaliação e valorização do trabalho docente, nas atividades desenvolvidas no curso de graduação."

Fonte: Organizado pelo Autor.

3.3.4. Considerações finais

Durante a elaboração da proposta, houve uma preocupação sempre presente nas discussões, que foi a garantia flexibilidade das DCNs, para que as Instituições pudessem elaborar projetos inovadores de cursos de Engenharia e estabelecer parâmetros que garantissem a qualidade na formação em Engenharia. Em função disso, as últimas definições foram as relativas a duração dos cursos e às cargas horárias do estágio, Trabalho Final de Curso (TCC) e carga total do curso. Ao final, a duração e a carga horária dos cursos foram definidas não como mínimas, mas como referenciais.

Outra questão importante foi a construção da parceria ABENGE e MEI/CNI. Pela primeira vez foi possível a construção de uma proposta que representa o pensamento dos que formam os Engenheiros e dos que se utilizam da Engenharia em seus sistemas produtivos. Isso permitiu, entre outros, que fossem inseridas diretrizes inovadoras no que se refere à participação das organizações que se utilizam da Engenharia no processo de elaboração de projetos de cursos e, também, na formação dos futuros engenheiros.

Cabe destaque o estabelecimento de "Programa de Formação e Desenvolvimento do seu corpo docente" e ainda a busca da consideração da atividade docente na graduação com a mesma valoração hoje dispensada à pesquisa, inclusive com linhas de financiamento para projetos que visem a melhora da formação em Engenharia no país. Avalia-se que, inegavelmente, houve grandes avanços na proposta encaminhada. A partir desta proposta os cursos poderão mudar, inclusive, a atual concepção em vigor de formação em Engenharia no Brasil.

3.3.5. Referencias

- (ABENGE, 2018). Proposta final da ABENGE e MEI CNI encaminhada em 07 de março de 2018, após a reunião da comissão CES/CNE, MEI/CNI e ABENGE, realizada em 05 de março de 2018, http://www.abenge.org.br/file/Minuta%20 Parecer%20DCNs 07%2003%202018.pdf
- (ABENGE, 2018). Esclarecimentos sobre a proposta final de parecer e de resolução sobre as DCNs para o curso de Engenharia que foi elaborada pela MEI/CNI E ABENGE - http://www.abenge.org.br/file/Nota%20Abenge%20DCNs%20Eng.pdf
- Brasil, 2002. Resolução Nº 11 de 11 de março de 2002, Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia, http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com docman&view=download&alias=15766-rces011-02&category_slug=junho-2014-pdf<emid=30192
- Brasil, 2006. Resolução Nº 1 de 2 de fevereiro de 2006, Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação em Engenharia Agronômica ou Agronomia e dá outras providências, http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/ rces01 06.pdf
- Brasil, 2006. Resolução CNE/CES Nº 2 de 2 de fevereiro de 2006, Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação em Engenharia Agrícola e dá outras providências. http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces02 06.pdf
- Brasil, 2006. Resolução CNE/CES Nº 3 de 2 de fevereiro de 2006, Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para o curso de graduação em Engenharia Florestal e dá outras providências. http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces03 06.pdf

- Brasil, 2006. Resolução CNE/CES N° 5 de 2 de fevereiro de 2006, Institui as Diretrizes Curriculares para o curso de graduação em Engenharia de Pesca e dá outras providências. http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces05_06.pdf
- Brasil, 2007. Resolução CNE/CES N° 2 de 18 de junho de 2007, Dispõe sobre carga horária mínima e procedimentos relativos à integralização e duração dos cursos de graduação, bacharelados, na modalidade presencial. <a href="http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16872-res-cne-ces-002-18062007&category.slug=janeiro-2015-pdf<emid=30192">http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16872-res-cne-ces-002-18062007&category.slug=janeiro-2015-pdf<emid=30192
- Brasil, 2015. Resolução CNE/CES N° 1 de 6 de junho de 2015, Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação na área da Geologia, abrangendo os cursos de bacharelado em Geologia e em Engenharia Geológica e dá outras providências. http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=16871-res-cne-ces-001-06012015 &category slug=janeiro-2015-pdf&Itemid=30192
- Brasil, 2016. Resolução CNE/CES N° 5 de 16 de novembro de 2016, Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação na área da Computação, abrangendo os cursos de bacharelado em Ciência da Computação, em Sistemas de Informação, em Engenharia de Computação, em Engenharia de Software e de licenciatura em Computação, e dá outras providências. <a href="http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=52101-rces005-16-pdf&category_slug=novembro-2016-pdf<emid=30192">http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=52101-rces005-16-pdf&category_slug=novembro-2016-pdf<emid=30192
- CONFEDI, 2017. Marco conceptual y definición de estándares de acreditación de las carreras de ingeniería, Buenos Aires, Argentina
- CONFEDI, 2014. Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Argentino, Buenos Aires, Argentina
- ASIBEI, 2017. Perfil del Ingeniero Iberoamericano, http://www.asibei.net/documentos/documentos/estrategicos/perfil_ing_iberoamericano_esp.pdf
- ASIBEI (Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería), 2017. Responsabilidad Social, Sustentabilidad Ambiental y Ética en el ejercicio de la Ingeniería y en la Formación de Ingenieros, ENCUENTRO ASIBEI-ASECEI, ISLAS GALÁPAGOS, ECUADOR, 29 nov a 01 dez 2017. http://www.asibei.net/documentos/documentos_estrategicos/2017_relatoria_galapagos.pdf
- OLIVEIRA, Vanderli Fava. Diretrizes inovadoras para a educação em engenharia: um salto de qualidade na formação em engenharia no Brasil In: Aseguramiento de la calidad y mejora de la educación en ingeniería: experiencias en América Latina.1 ed.Bogotá: ACOFI, 2018, p. 131-145.

3.4. Caso Colombia 13

El currículo es un organismo complejo y dinámico, en cuya configuración están involucrados elementos como políticas públicas sobre educación, recursos, estrategias institucionales y expectativas sociales, entre otros. Todas las actividades curriculares deben contribuir a cumplir los compromisos misionales de las instituciones y los programas y, por esta razón, además de las actividades docentes inscritas en los procesos de aprendizaje, las iniciativas de investigación y extensión, las propuestas de innovación y emprendimiento, y la creación de empresas de comercialización de los productos del conocimiento científico y tecnológico están íntimamente relacionadas con el currículo.

La construcción curricular está modelada por intereses que soportan diversas concepciones de personas y sociedades. Por tal razón, no es posible la existencia de currículo independiente del contexto en el que se desarrolla. Las propuestas curriculares están inscritas en un sistema conformado por el poder, el conocimiento, la producción y la ciudadanía y, en consecuencia, deben considerar las variables políticas, científicas, culturales, económicas y sociales propias de cada contexto [2].

El currículo proporciona sentido a las acciones educativas, hace posible identificar nuevas opciones y modalidades de formación, acompañamiento y evaluación, que se materializan en modelos organizativos reflejados en el diseño de escuelas, facultades, programas, cursos y actividades de aprendizaje.

3.4.1. Principios de formación de los estudiantes

Las IES declaran dentro de sus compromisos misionales la atención de las dimensiones curriculares como fundamento para la formación de profesionales que sean reconocidos como modelo de cumplimiento y defensa de los principios y valores democráticos, la tolerancia y los derechos humanos, al tiempo que ejercen sus profesiones en un marco de aprendizaje permanente, rigor ético y responsabilidad social. Para conseguir esos objetivos, las instituciones soportan la gestión curricular en declaraciones de principios que incluyen:

Formación integral. Los programas pretenden desarrollar en los estudiantes, además de las habilidades técnicas, las dimensiones estéticas, éticas, humanísticas, ambientales y sociales, necesarias para un ejercicio profesional que se anticipa como complejos y deberá ser abordado con autonomía, capacidad crítica y propositiva.

¹³ Julio César Cañón Rodríquez (Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia) y Jaime Salazar Contreras (Secretario Ejecutivo ASIBEI).

Interdisciplinariedad. La complejidad de los problemas que enfrenta la sociedad reclama la capacidad agregada de profesiones y disciplinas. La especialización de las profesiones no es suficiente para encarar las dificultades planteadas por problemas y exigencias globales y complejas. La interdisciplinariedad promueve las estrategias de trabajo en equipo y fomenta las relaciones entre culturas, lenguajes y enfoques profesionales [8].

Flexibilidad. La necesidad de adaptarse con agilidad a las exigencias del entorno y a los avances científicos y tecnológicos exige un diseño curricular versátil, que facilite la evolución académica y permita acoger la diversidad de orígenes, intereses y visiones de los miembros de las comunidades universitarias, facilitando el tránsito de los estudiantes por el continuo formativo.

Excelencia. La promoción del conocimiento científico, la visión crítica sobre los avances tecnológicos y el ejercicio interdisciplinario de búsqueda de soluciones innovadoras para los problemas de la sociedad, conducen a fomentar el desarrollo de estrategias, prácticas e instrumentos que desarrollen, al más alto nivel, la capacidad de enseñanza y aprendizaje, en ambientes de trabajo colaborativo y responsable, consistentes con las declaraciones institucionales.

Contextualización. Los procesos de formación se desarrollan en entornos propios de cada institución y programa, de tal manera que la apropiación de los rasgos culturales, políticos, sociales y económicos y la identificación de las especificidades ambientales, históricas y científicas resulta esencial para una formación comprometida con su entorno.

Internacionalización. El carácter global del conocimiento y de los más importantes problemas que enfrenta la humanidad, exige que profesores, estudiantes, instituciones y programas se aproximen a los movimientos científicos, tecnológicos y culturales que orientan la construcción del conocimiento universal.

Formación Investigativa. La preparación para contribuir a la solución de los problemas locales, regionales e internacionales, a través de la producción de nuevos conocimientos y aplicaciones de base científica y tecnológica, es un proceso que debe iniciarse en los programas de formación de estudiantes en los niveles de pregrado.

Trabajo colaborativo. Los programas deben preparar a los estudiantes para trabajar en equipos integrados en redes locales e internacionales, orientados a la búsqueda de soluciones para problemas que desbordan los alcances de la acción individual y el conocimiento especializado.

3.4.2. Componentes de formación y ponderación de cada una de ellas

La formación curricular en los programas de ingeniería se orienta de acuerdo con los objetivos de formación propios de la profesión, buscando formar ingenieros con conciencia crítica, para trabajar local y regionalmente, contribuir a disminuir las brechas sociales y actuar como ejemplos de responsabilidad y ética en el ejercicio profesional.

Desde 1996 la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería-ACOFI, ha venido promoviendo en las facultades de ingeniería la actualización curricular en las diferentes modalidades de la profesión, incidiendo por esta vía en el mejoramiento de la calidad de los programas. El compromiso de actualización curricular vincula a profesores y directivos de los programas, así como a expertos nacionales y extranjeros.

La estructura de formación de ingenieros en Colombia está conformada por los componentes que se muestran enseguida, junto con un intervalo de porcentajes que señala la proporción de créditos de la componente respectiva con relación al número total de créditos académicos del programa.

Ciencias básicas o componente de fundamentación: comprende las ciencias naturales y la matemática. La ponderación está entre 20 % y 25 %.

Básicas de ingeniería o ciencias básicas aplicadas a la ingeniería: se relaciona con la aplicación particular de las ciencias naturales y la matemática. Varía entre 20 % y 30 %.

Componente profesional o ingeniería aplicada: Corresponde a un rango entre 25 % a 30 %.

Área sociohumanística: contribuye a la formación integral en lo cultural, social, ético, ambiental, histórico, geográfico, político, entre otros. Se asigna entre un 5 % a un 10 %.

Área económico-administrativa: se relaciona con las ciencias administrativas (economía, administración, gestión de proyectos). Se pondera entre 10 % y 15 %.

Formación interdisciplinaria y libre elección: componente de formación que contribuye a flexibilizar el currículo y que está soportada en la oferta de asignaturas de la universidad.

Modalidades de trabajo de grado: opciones de fin de carrera, ya sea como prácticas en la industria, trabajos de investigación formativa o asignaturas de posgrado. Exigencia de una lengua extranjera: requisito de grado, no necesariamente tratado como asignatura, en el que se exige un nivel determinado de competencia de lecto-escritura en una lengua extranjera. Las exigencias de calidad y los acelerados cambios tecnológicos, hacen necesaria la revisión y actualización permanente del currículo, como parte de procesos de mejora continua y de seguimiento y control riguroso de los compromisos de mejoramiento que se desprenden de los resultados de la autoevaluación y la autorregulación del programa.

3.4.3. Alternativas de formación práctica

Los programas de formación de ingenieros requieren de soporte práctico, por la naturaleza aplicada del ejercicio profesional, y por esa razón debe proveerse la componente respectiva dentro de la estructura curricular. Si bien la variedad de especialidades de ingeniería exige distintos tipos de escenarios de aprendizaje práctico, es necesario que los estudiantes dispongan de opciones que les permitan poner en práctica los conceptos y principios adquiridos en las aulas y reforzados en la consulta de referencias bibliográficas y fuentes documentales.

Además de los laboratorios que apoyan la docencia en ciencias básicas y en aplicaciones de las distintas especialidades de ingeniería, se emplean otras estrategias para poner en contacto a los estudiantes con los aspectos aplicados de su formación. El estudio de casos, el aprendizaje basado en proyectos reales, las prácticas en la industria, las pasantías en empresas y proyectos de ingeniería, la participación en oficinas de consultoría que cooperan en labores de extensión, son algunas de las opciones que se ofrecen a los estudiantes de programas de ingeniería para facilitar su tránsito hacia las comunidades profesionales de las que hará parte una vez terminen sus estudios de pregrado.

3.4.4. Áreas más relevantes de cooperación con el entorno (social e industrial)

La ingeniería se ocupa de proveer productos y servicios para prácticamente todas las actividades, individuales y sociales, en el mundo contemporáneo. Un ejercicio de cooperación entre la academia, la sociedad y la industria debe propiciar ganancias para todos los involucrados y para el efecto es conveniente que se diseñen y pongan en marcha procesos de cooperación dentro de los cuales fluyan aprendizajes recíprocos, que favorezcan a la sociedad y a los empresarios con los conocimientos y competencias desarrollados en las aulas, a la vez que exponen a los estudiantes a situaciones de exigencia real, aproximándolos a circunstancias de desempeño sometidas a las restricciones propias del ejercicio de la ingeniería [3].

La aproximación con las necesidades apremiantes de la sociedad, especialmente de los sectores de menores opciones de desarrollo, es diferente a la que puede caracterizarse con relación al sector de la producción. La cooperación con el entorno social deriva, en general, hacia la atención de problemas puntuales cuya solución puede constituir un aporte al bienestar de una comunidad específica. Una aproximación equilibrada a las demandas del entorno tecnológico y laboral permite resolver interrogantes de interés para la academia, validar los alcances de las declaraciones misionales y deslindar el compromiso formativo de los ingenieros —de rasgos integrales y multidimensionales— de la pretensión exclusiva de preparación para el trabajo. En Colombia los programas de formación de ingenieros encuentran un terreno propicio de trabajo colaborativo con la sociedad y con la industria en áreas estratégicas, tales como:

- El conocimiento del territorio y la apreciación y caracterización de la biodiversidad v los recursos.
- La formulación y acompañamiento de los planes de desarrollo en los distintos niveles territoriales.
- La atención de necesidades básicas: agua potable, vivienda, comunicaciones, infraestructura institucional.
- La identificación y evaluación de amenazas y riesgos naturales y antrópicos.
- La construcción de propuestas para los problemas de la urbanización: movilidad, calidad del ambiente, soporte tecnológico, manejo y disposición de residuos, entre otros.
- Innovación y emprendimientos de base tecnológica.
- Exploración de fuentes alternativas de energía.
- Gestión de pequeñas empresas.
- Desarrollos tecnológicos para apoyo de la investigación y las actividades científicas.

Esta relación de áreas de intervención de los programas de ingeniería no agota las posibilidades de interacción y, al contrario, revelan nuevos campos de cooperación, tales como el soporte tecnológico para el sistema educativo, el sistema de salud, la seguridad nacional y la prevención de delitos cibernéticos. La dinámica del conocimiento se refleja necesariamente en las respuestas de los ingenieros, tanto en ejercicio como en formación, y en las estrategias de las instituciones responsables de la educación de nuevas generaciones de profesionales de la ingeniería [9].

3.4.5. Estrategias e instrumentos de evaluación y acompañamiento

La evaluación del aprendizaje ha evolucionado a la par con la introducción de nuevas prácticas pedagógicas y nuevos instrumentos tecnológicos que hacen obsoletas las formas convencionales de evaluación empleadas en el aula. La introducción de estrategias e instrumentos de evaluación apoyados en la identificación y caracterización de los estilos de aprendizaje, el uso de rúbricas y evaluaciones en línea, la introducción de procesos de autoevaluación y coevaluación, han definido nuevas visiones y alcances para el diseño y la aplicación de pruebas, la evaluación de trabajos y proyectos de clase y, en general, han permitido un examen crítico sobre el significado e impacto de las calificaciones en el proceso formativo.

Un factor fundamental para incrementar la calidad educativa es el desempeño docente; por ello, se reconoce a los profesores como elementos clave para garantizar la calidad de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Las competencias profesionales de los docentes, principalmente referidas a la preparación para la enseñanza y la organización del trabajo en el aula, son factores importantes que inciden en los aprendizajes y logros de los estudiantes. Las prácticas de evaluación de la docencia se convierten en soporte de la cualificación institucional, puesto que permiten realizar diagnósticos y valoraciones que favorecen la construcción de acciones significativas para la mejora de la función docente y, por tanto, de la calidad de la enseñanza y la formación de los estudiantes [6]. El acompañamiento activo a los profesores en el diseño de estrategias, prácticas, instrumentos y acciones de evaluación, dotará a la actividad de sentido para ellos, facilitando la apropiación de las intenciones y de las tareas que guían la evaluación [6].

Las tutorías como alternativas de estudio para los estudiantes se convierten en un instrumento de acompañamiento y orientación, tanto por parte de docentes, como por estudiantes destacados pertenecientes a cursos más avanzados. Un estudio reciente de encontró que el 80% de los estudiantes considera a la tutoría como parte esencial de su paso por la universidad. La preparación de los tutores debe hacer parte de los compromisos de formación docente, considerando que para generar un clima de confianza entre el tutor y sus tutorados, son indispensables la buena disposición, la disponibilidad de tiempo y el conocimiento de los temas académicos y administrativos por parte del tutor.

3.4.6. Acciones encaminadas a la actualización curricular

La actualización curricular es abordada desde diversas perspectivas en Colombia. Algunas instituciones acreditadas han apropiado modelos paulatinamente consolidados de autorregulación y autoevaluación que agregados a los planes de mejoramiento concertados como parte del proceso de mejoramiento continuo, generan el ambiente propicio para la revisión continua de la gestión curricular. La identificación de las prácticas dominantes en los procesos de aprendizaje y enseñanza, la incorporación de estrategias e instrumentos de herramientas tecno-

¹⁴ Puede consultarse Tutorías: Estudio exploratorio sobre la opinión de los estudiantes de tronco común de ciencias de la ingeniería. Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California. Publicado en 2017. https://scielo.conicyt.cl/pdf/formuniv/v10n3/art08.pdf. Consultado agosto de 2018.

lógicas de apoyo a la docencia y las propuestas de formación de los profesores en áreas relacionadas con la pedagogía, son algunas de las expresiones de cambio que se perciben en el ámbito de la educación de ingenieros en el país.

A través de proyectos internos, financiados por las instituciones y creciente cooperación con instituciones educativas internacionales, ganan terreno las iniciativas de actualización curricular, diseñadas y ejecutadas con la participación de docentes y estudiantes. Los centros de apoyo a la docencia, ofrecen orientación y acompañamiento a los profesores interesados en identificar y caracterizar su práctica, para adecuarla a las demandas del entorno académico y a las características de los estudiantes.

La actualización curricular se orienta a partir de referentes pedagógicos, centrados en la preparación de los docentes y en el conocimiento oportuno de los hitos de desarrollo tecnológico que remodelan continuamente las relaciones entre los profesores y los estudiantes. Aceptar el impacto de las herramientas tecnológicas y emplearlas en beneficio del aprendizaje es un paso obligado para abordar el estudio de las reformas necesarias para adecuar la respuesta curricular a las demandas del entorno complejo de los programas de formación de ingenieros.

Los pronósticos de corto, mediano y largo plazo sobre el impacto del uso de estrategias e instrumentos tecnológicos en las aulas y el interés en la adopción de alternativas como el aprendizaje basado en proyectos, resultan determinantes en el diseño de los ajustes curriculares necesarios para hacer compatibles las demandas del entorno con la respuesta de los programas. En el diseño curricular deben coexistir, en armonía y diálogo, estrategias consideradas apresuradamente como obsoletas por los defensores a ultranza de la tecnología y herramientas vistas como amenazas por los defensores a ultranza de la educación convencional.

En el panorama curricular se encuentran las sesiones presenciales, los talleres, el trabajo colaborativo y el acceso a la información a través de recursos como las plataformas con aulas virtuales (Blackboard, Moodle, Classroom, entre otras), aplicaciones de software libre, redes sociales específicas para interacciones de aprendizaje. En el panorama próximo se muestran la Inteligencia Artificial, el Internet de las cosas y los robots como nuevos actores de las actividades educativas [1]. En algunos programas de ingeniería que disponen de recursos de apoyo a la formación son habituales las prácticas de simulación, los laboratorios virtuales y los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVA) como parte del portafolio de herramientas de apoyo a la tarea de los profesores.

La implementación de metodologías como el aprendizaje basado en problemas PBL sirve a propósitos múltiples, por una parte, desde el punto de vista de los estudiantes, permite tener un enfoque alternativo y, desde el punto de vista de los profesores, facilita procesos de adaptación al cambio de roles en el aula.

3.4.7. Conclusiones y recomendaciones para la modernización curricular

La modernización curricular requiere una perspectiva de largo plazo y debe estar soportada en una juiciosa evaluación del desempeño y los logros de las estructuras existentes en las instituciones de educación superior. La visión estratégica y la adopción de planes consistentes con propósitos de aseguramiento de la calidad y mejoramiento permanente resultan fundamentales para asegurar resultados plausibles. En cualquier caso es bueno tener presente que en lo que se refiere a la educación —en cualquier nivel— los impactos de las reformas y los ajustes en la arquitectura curricular solo son apreciables después de varias cohortes en ejercicio.

Si bien es cierto, en Colombia las discusiones sobre actualización y modernización curricular en los programas de ingeniería se desarrollan con empujes y recursos diferenciados, existen ciertos acuerdos no declarados sobre los aspectos centrales del debate. Sin desconocer la importancia de la distribución y ponderación de componentes de formación, existen factores que deben considerarse para asegurar la pertinencia y sostenibilidad de los ajustes.

Es amplio el reconocimiento que tiene, en distintos escenarios académicos, la urgencia de recuperar dentro de la educación de los ingenieros un lugar para las competencias de relación social y comprensión del entorno. La complejidad de la sociedad desborda con ventaja la complejidad de la técnica y, en esas condiciones, los ingenieros encaran desafíos inéditos en su diálogo con la sociedad. Así, los esfuerzos institucionales de modernización curricular, además de precisar el alcance de las herramientas tecnológicas que penetran y deforman sin pausa las relaciones de docentes, estudiantes, conocimiento y aprendizaje; y en adición a los esfuerzos de adaptación a las demandas coyunturales de los sectores productivos y las expectativas puntuales de la sociedad, están encaminados a procurar en los perfiles de egreso de los estudiantes de ingeniería, las competencias necesarias para actuar localmente con perspectivas internacionales y globales, para gestionar y depurar información tecnológica, para administrar proyectos con despliegue de las habilidades de comunicación y liderazgo necesarias para obtener resultados que impacten en el entorno económico y de los negocios.

Los diseños curriculares deben encontrar lugar para propiciar la capacidad de adaptación al cambiante escenario social y tecnológico, en un compromiso de trabajo colaborativo, interdisciplinario y multicultural gobernado por altos estándares éticos, criterio, afán de innovación y creatividad [8].

3.4.8. Referencias

- [1] Adams Samantha, et al. Horizon Report. 2018 Higher Education Edition. The New Media Consortium – Educause Program 2018.
- [2] Broncano, F. Entre ingenieros y ciudadanos. Filosofía de la técnica para días de democracia. Montesinos, Madrid, 2006.
- [3] Martínez, Miquel (editor) Aprendizaje servicio y responsabilidad social de las universidades. Octaedro, Barcelona, 2008.
- [4] Ministerio de Educación Nacional. Perfil académico y condiciones de empleabilidad: Graduados de educación superior (2001-2014). Viceministerio de Educación Superior. Bogotá, 2016.
- [5] Miñana, Carlos (Editor) Interdisciplinariedad y currículo. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, 2002.
- [6] Rueda, Mario y de Diego Correa, M. La evaluación docente en educación superior: uso de instrumentos de autoevaluación, planeación y evaluación de pares. Consultada en agosto 22 de 2018. https://revistas.uniandes.edu.co/doi/ pdf/10.18175/vys3.2.2012.04
- [7] Salazar, C. Jaime. Actualización del currículo de ingeniería agrícola en Colombia. ACOFI. Bogotá, 2011.
- [8] Sheppard, Sheri; Macatangay, Kelly et al. (traducción Martínez, J.J.). Educar ingenieros. Diseño curricular para el futuro de la profesión. Ediciones de la U. Bogotá, 2017.
- [9] Walesh, S. Engineering your Future. ASCE Press, Prentice Hall, New York, 2000.

3.5. Caso Ecuador¹⁵

Para hablar de las estructuras curriculares en Ecuador, es necesario referirse a la normativa aplicable a la educación superior.

El cuerpo legal que la regula está conformado principalmente por:

- Constitución de la República del Ecuador (2008)
- Ley Orgánica de Educación Superior LOES (Agosto 2018)
- Reglamento de Régimen Académico (Codificación Marzo 2017)

¹⁵ Jaime Calderón Segovia (Presidente ASECEI, Rector Escuela Politécnica Nacional) y Bayron Ruíz (Escuela Politécnica Nacional).

 Otro cuerpo normativo creado por organismos relacionados con la planificación, control y aseguramiento de la calidad de la educación superior.

Las Instituciones de Educación Superior (IES) del país deben regirse de manera obligatoria, por los lineamientos establecidos en este cuerpo legal.

Los organismos públicos encargados de la aplicación de la ley; y de la creación de instrumentos normativos que permitan la operatividad del sistema son:

- El Consejo de Educación Superior CES;
- El Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior CA-CES:
- El órgano rector de la política pública de educación superior.

La Ley Orgánica de Educación Superior LOES, aprobada en Agosto de 2018, reemplazó a la correspondiente ley del año 2010, y ha sufrido cambios importantes, lo que obliga también a la revisión y actualización de la normativa de nivel inferior. Sin embargo, para efectos del presente documento, se hará referencia a la normativa vigente al momento, aun cuando no haya sido actualizada con base a la nueva LOES.

La organización del régimen académico de la educación superior considera: los niveles de formación, la organización del conocimiento y aprendizajes, estructura curricular y modalidades de estudio de las carreras y programas [1].

El enfoque o modelo que aplique la institución de educación superior, con las referencias pedagógicas y epistemológicas, es responsabilidad de la IES, y siempre debe estar sustentada en una teoría educativa [2].

3.5.1. Principios de formación de los estudiantes

No existe una declaración formal y común de los principios de formación de los estudiantes en el sistema de educación superior del país. Las universidades definen y aplican internamente estos principios, dentro de sus diversos instrumentos de gestión.

Sin embargo, los principios pueden ser abordados a partir de lo que establece el Art. 8 de la Ley Orgánica de Educación Superior, al indicar cuáles son los Fines de la Educación Superior. A continuación se expresan estos Fines de manera textual [3]:

 Aportar al desarrollo del pensamiento universal, al despliegue de la producción científica, de las artes y de la cultura y a la promoción de las transferencias e innovaciones tecnológicas;



- Fortalecer en las y los estudiantes un espíritu reflexivo orientado al logro de la autonomía personal, en un marco de libertad de pensamiento y de pluralismo ideológico;
- Contribuir al conocimiento, preservación y enriquecimiento de los saberes ancestrales y de la cultura nacional;
- Formar académicos y profesionales responsables, en todos los campos del conocimiento, con conciencia ética y solidaria, capaces de contribuir al desarrollo de las instituciones de la República, a la vigencia del orden democrático, y a estimular la participación social;
- Aportar con el cumplimiento de los objetivos del régimen de desarrollo previsto en la Constitución y en el Plan Nacional de Desarrollo;
- Fomentar y ejecutar programas de investigación de carácter científico, tecnológico y pedagógico que coadyuven al mejoramiento y protección del ambiente y promuevan el desarrollo sustentable nacional en armonía con los derechos de la naturaleza constitucionalmente reconocidos, priorizando el bienestar animal;
- Constituir espacios para el fortalecimiento del Estado Constitucional, soberano, independiente, unitario, intercultural, plurinacional y laico;
- Contribuir en el desarrollo local y nacional de manera permanente, a través del trabajo comunitario o vinculación con la sociedad;
- Impulsar la generación de programas, proyectos y mecanismos para fortalecer la innovación, producción y transferencia científica y tecnológica en todos los ámbitos del conocimiento:
- Reconocer a la cultura y las artes como productoras de conocimientos y constructoras de nuevas memorias, así como el derecho de las personas al acceso del conocimiento producido por la actividad cultural, y de los artistas a ser partícipes de los procesos de enseñanza en el Sistema de Educación Superior;
- Desarrollar, fortalecer y potenciar el sistema de educación intercultural bilinque superior, con criterios de calidad y conforme a la diversidad cultural; y,
- Fortalecer la utilización de idiomas ancestrales y expresiones culturales, en los diferentes campos del conocimiento."

3.5.2. Componentes de formación y ponderación de cada una de ellas

En Ecuador está establecido que la planificación curricular se realice en horas de 60 minutos. Hasta el 2015, el Reglamento de Régimen Académico consideraba que para efectos de movilidad estudiantil a nivel nacional, el número de horas de una asignatura debía traducirse a créditos de 40 horas [4].

Para el caso de movilidad estudiantil a nivel internacional está establecido que las universidades, como parte del ejercicio de su autonomía responsable, pueden aplicar el sistema de créditos con otras equivalencias; esto último se mantiene vigente hasta la actualidad [5].

Las carreras de ingeniería requieren 8.000 horas, con una duración de diez períodos académicos ordinarios, los cuales deben realizarse a tiempo completo y de manera presencial, salvo algunas excepciones debidas a la naturaleza de la carrera [6].

El aprendizaje se planifica de acuerdo con los siguientes componentes [7]:

- 1. Componente de Docencia. Actividades de aprendizaje asistidas por el profesor (actividades con acompañamiento del docente en diferentes ambientes de aprendizaje), actividades de aprendizaje colaborativo (corresponde a actividades grupales en interacción con el profesor).
- 2. Componente de prácticas de aplicación y experimentación de los aprendizajes. Se orienta al desarrollo de experiencias de aplicación de los aprendizajes.
- 3. Componente de aprendizaje autónomo. Corresponde al trabajo que realiza el estudiante para fortalecer su capacidad para el aprendizaje independiente e individual.

En modalidad presencial, por cada componente de docencia se deben considerar entre 1,5 y 2 horas para los demás componentes [8].

Conforme lo establece la normativa vigente en el país, las carreras de ingeniería pueden tener un máximo de 60 asignaturas [9].

En el caso de la modalidad presencial, éstas deben estar distribuidas de manera secuencial e intensiva, en jornadas de hasta 6 horas diarias para el componente de docencia, en un lapso de mínimo 16 semanas para un período académico ordinario [10] (se tienen dos períodos académicos en el año).

La estructura curricular debe aportar al desarrollo y fortalecimiento de las capacidades integrales del profesional. Para el efecto se busca que exista consistencia, coherencia y correspondencia entre: perfil de ingreso, conocimientos y saberes del conjunto de las asignaturas; y perfil de egreso [11].

La organización curricular en carreras de ingeniería se compone de las siguientes unidades [12]:

- 1. **Unidad básica**. En la cual el estudiante se introduce en el aprendizaje de las ciencias y disciplinas que sustentan la carrera. También se busca darle una contextualización de los estudios profesionales.
- 2. Unidad profesional. Se enfoca en el conocimiento del campo de estudio y las áreas en las cuales actúa la carrera, integrando para el efecto el desarrollo teórico y la práctica pre profesional.



Unidad de titulación. Se enfoca en que el estudiante demuestre el manejo integral de los conocimientos adquiridos durante su formación. Incluye asignaturas, cursos, etc. que permiten validar los conocimientos adquiridos para resolver problemas, desafíos o dilemas de la profesión. La dedicación horaria correspondiente a esta unidad es de 400 horas. El resultado final es a) desarrollo de un trabajo de titulación; b) Aprobación de un examen complexivo.

La organización del campo de formación para carreras de ingeniería, tiene la siguiente estructura [13]:

- Fundamentos teóricos. Corresponde al conocimiento de contextos, principios, lenguajes y métodos de las disciplinas que sustentan la profesión; y las posibles integraciones multi e interdisciplinares.
- Praxis profesional. Integra principalmente conocimientos teórico-metodológicos y técnico-instrumentales de la formación profesional del ingeniero. En este componente se incluyen las prácticas pre profesionales.
- 3. Epistemología y metodología de la investigación. Orientado a generar competencias investigativas relacionadas con el contexto de la profesión, distribuido a lo largo de la carrera. En este componente se incluye el trabajo de titulación.
- 4. Integración de saberes, contextos y cultura. Corresponde a saberes que complementan la formación del ingeniero. Entre éstos están: perspectivas teóricas, culturales, educación en valores, derechos ciudadanos, realidad socioeconómica, cultural y ecológica del país y el mundo.
- Comunicación y lenguajes. Se orienta al desarrollo del lenguaje y habilidades de comunicación oral, escrita y digital orientadas básicamente a la elaboración de narrativas académicas y científicas. Se incluyen además aquellas orientadas al manejo de nuevas tecnologías de la información y comunicación.

No está definida una dedicación para cada uno de estos elementos, por lo que las universidades lo realizan internamente; existiendo diferencias que pueden ser grandes, entre las carreras de ingeniería de diferentes universidades.

En lo que corresponde al aprendizaje de una lengua extranjera, las asignaturas correspondientes pueden o no, formar parte de la malla curricular. En todo caso, la universidad debe evaluar y garantizar el nivel de suficiencia del idioma antes de que el estudiante se matricule en el último período académico de la carrera. La suficiencia considerada corresponde al nivel B2 del Marco Común Europeo [14].

La aprobación de carreras es realizada por el Consejo de Educación Superior, de conformidad con la normativa vigente para el efecto. La carrera se está sujeta a procesos de evaluación, acreditación y aseguramiento de la calidad.

3.5.3. Alternativas de formación práctica

Las alternativas de formación práctica [15] que tienen los estudiantes, están consideradas en el cuerpo normativo vigente en el país, a través de: realización de prácticas pre-profesionales, Programas/Proyectos de vinculación con la sociedad, consultorías y prestación de servicios.

El sistema ecuatoriano considera la realización de prácticas pre-profesionales para aplicación y experimentación de aprendizajes. Las prácticas pre-profesionales son actividades de aprendizaje que buscan que los estudiantes apliquen conocimientos y desarrollen destrezas y habilidades específicas que les ayuden a desempeñarse de manera óptima en su futuro profesional.

Las prácticas deben obedecer a la lógica investigación-acción y pueden realizarse en el entorno institucional, empresarial o comunitario durante el transcurso de la carrera, en las diferentes unidades de organización curricular.

Los itinerarios de los campos de estudio deben estar apoyados por prácticas pre-profesionales, las cuales son un requisito para que el estudiante pueda graduarse. Está establecido que el estudiante realice al menos 400 horas de prácticas pre-profesionales durante la carrera.

En este contexto, las universidades definen la manera en que manejarán la formación práctica de sus estudiantes, lo cual se plasma en la planificación curricular. No existe una estandarización en este sentido.

3.5.4. Áreas más relevantes de cooperación con el entorno (social e industrial)

Tradicionalmente, las instituciones de educación superior han buscado relacionarse con el entorno social e industrial, en mayor o menor medida, a través de la realización de prácticas pre-profesionales, Programas/Proyectos de vinculación con la sociedad, consultorías; y prestación de servicios, dentro de sus dominios académicos. Estos mecanismos se mantienen; sin embargo, el enfoque ha evolucionado, y la normativa aplicable a la educación superior, ha tenido mucho que ver con ello, ya que ha reorientado fuertemente la gestión académica de las instituciones de educación superior.

Es importante señalar que la Ley Orgánica de Educación Superior LOES del año 2010, dio inicio a una depuración y posterior mejoramiento de la calidad de las instituciones de educación superior, pero se debe entender que este es un proceso que toma bastante tiempo y recursos.

La LOES considera la existencia de instituciones como el Consejo de Educación Superior CES y el Consejo Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior CACES, organismos que han generado la normativa que regula las actividades de las universidades y escuelas politécnicas del país.

La LOES considera el principio de pertinencia, el cual promueve la articulación de la oferta formativa, de investigación y vinculación con la sociedad, con los grandes objetivos nacionales considerados en los planes de desarrollo: nacional y regionales.

Por otra parte, los campos de conocimiento establecidos en Ecuador utilizan como referencia la Clasificación Internacional Normalizada de la Educación CINE, con el objeto de facilitar la comprensión de las titulaciones y la movilidad de los profesionales.

Para el caso de Ingeniería y profesiones afines, se han establecido 19 carreras de grado que otorgan 20 titulaciones de ingeniero; para el caso de Industria y Producción, se han establecido 11 carreras de grado que otorgan 11 titulaciones de ingeniero; para el caso de Arquitectura y Construcción se ha establecido 1 carrera de grado que otorga titulación de ingeniero; para el caso de Agricultura, se han establecido 5 carreras de grado que otorgan titulación de ingeniero; para Silvicultura, existe 1 carrera y 1 titulación de ingeniero; para Pesca existe 1 carrera y 1 titulación; para Tecnologías de la Información y Comunicación existen 4 carreras y 5 titulaciones de ingeniero; para Ciencias Físicas, 12 carreras y 13 titulaciones de ingeniero; en el caso de Medio Ambiente existen 2 carreras con 2 titulaciones; y en Ciencias Biológicas y Afines se tienen 4 carreras con 4 titulaciones de ingeniero [16].

Las posibilidades de carreras y titulaciones de Ingeniero en Ecuador, considerando lo anterior, es de 60 carreras que otorgan 63 titulaciones de Ingeniero. Adicionalmente a esto, existen dos instrumentos que indican la orientación del país hacia el futuro: "Ecuador 2030" de la Secretaría Nacional de Planificación SENPLADES, la cual establece los objetivos del país, alineados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible de ONU; y "Ecuador hacia el 2035" del Ministerio Coordinador de Conocimiento y Talento Humano, que establece dos líneas de acción fundamentales: 1) la promoción y aplicación de los derechos que se consagran en la Constitución; y 2) la estrategia de cambio de la matriz productiva, lo cual tiene relación directa con las carreras de ingeniería [17]:

Los objetivos nacionales definidos en "Ecuador 2030" de Senplades son [18]:

- 1. Formar talento humano de excelencia
- 2. Gestionar con responsabilidad intergeneracional los recursos
- 3. Construir un entrono innovador, creativo y productivo

- 4. Alcanzar la equidad de oportunidades y movilidad social
- 5. Consolidar un territorio sostenible, seguro y resiliente
- 6. Desarrollar las potencialidades marinas del Ecuador
- 7. Crecer de manera sostenible e inclusiva.

En todos estos objetivos, la Ingeniería tiene influencia directa o indirecta. Por su parte, en el documento "Ecuador hacia el 2035" se ha establecido la relación entre los sectores de la economía y las áreas de formación de la educación superior ⁽¹⁹⁾. A continuación, se puede apreciar el sector y el área de relación directa o indirecta con la ingeniería:

Sector	Área de relación directa	Área de relación indirecta
Construcción	Ingeniería, industria y construcción	
Minas, canteras y yacimientos		
Transporte y almacenamiento		
Tecnología y comunicación		
Manufactura		
Servicios de comercialización		
Otras actividades tipo servicio		Ingeniería, industria y cons-
Agricultura, pesca y ganadería		trucción
Electricidad, gas y agua	Ingeniería, industria y construcción	

En los últimos doce años, se han implementado en el país, proyectos de infraestructura destinados a crear un plan integral para el desarrollo de industrias estratégicas. De acuerdo a ello, se han identificado las carreras que tienen relación directa con este objetivo, lo cual debería constituir una directriz para las instituciones de educación superior. A continuación se presentan las carreras de Ingeniería consideradas más importantes para el logro de los objetivos nacionales, con base en las industrias estratégicas que se están desarrollando [20]: Ingeniería Ambiental, Ciencia de Alimentos, Ingeniería de Software, Ingeniería Informática, Ingeniería Civil, Ingeniería Química, Ingeniería Petroquímica, Ingeniería en Siderurgia, Ingeniería en Minas, Ingeniería Naval, Ingeniería Logística, Ingeniería Forestal, Ingeniería Metalúrgica, Ingeniería Genética.

3.5.5. Estrategias e instrumentos de evaluación y acompañamiento

En el Reglamento de Presentación y Aprobación de Carreras y Programas de las Instituciones de Educación Superior se establece que el Consejo de Educación Superior comprobará que la institución de educación superior ejecute la carrera conforme el programa aprobado [21].

Por su parte, el Art. 19 del Reglamento de Régimen Académico establece que el diseño curricular debe ser sometido a procesos de seguimiento y evaluación por

parte de las instituciones de educación superior [22]. Esto deja en manos de las propias IES, la definición y aplicación de los mecanismos, metodologías e instrumentos para realizarlo.

Adicionalmente, los modelos de evaluación y acreditación, tanto institucional, como de carreras, desarrollados por el antiguo Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior CEAACES, ya que en la nueva LOES se denomina Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior CACES, consideraban la existencia y aplicación de mecanismos para la planificación, implementación, sequimiento, control y modificación de la oferta académica de las instituciones de educación superior; así como el seguimiento y control del cumplimiento de los sílabos [23, 24]. La verificación de la aplicación se realiza a través de la implementación de evaluaciones internas periódicas; y evaluaciones externas con propósitos de acreditación institucional y de carreras.

3.5.6. Acciones encaminadas a la actualización curricular

La universidad tiene la posibilidad de realizar Ajuste Curricular de la carrera a través de lo que establece el Reglamento de Presentación y Aprobación de Carreras y Programas de las Instituciones de Educación Superior expedido por el Consejo de Educación Superior. El Ajuste Curricular consiste en la modificación sustantiva o no, del currículo de la carrera [25]. El ajuste es sustantivo si se modifica:

- Objeto de estudio
- Objetivos de aprendizaje
- Perfil de egreso
- Tiempo de duración
- Lugar de ejecución
- Denominación de la carrera
- Denominación de la titulación.

La universidad puede realizar ajustes curriculares no sustantivos hasta en un 25%, sin autorización del CES; y siempre y cuando no se afecte la consecución del perfil de egreso. Los ajustes realizados deben notificarse al CES. Cuando una universidad requiere realizar ajustes curriculares sustantivos, debe pedir autorización al CES. En este cuerpo normativo se considera una vigencia de las carreras de tercer nivel, como es el caso de Ingeniería, de hasta 6 años [26].

La IES puede solicitar una ampliación de la vigencia sin tener que realizar un nuevo proceso para la aprobación, si la carrera ha sido acreditada por el Consejo de Aseguramiento de la Calidad de la Educación superior [27].

3.5.7. Conclusiones y recomendaciones para la modernización curricular

- Los países de Iberoamérica se encuentran ubicados en diferentes estados de desarrollo en todos los aspectos, incluida la educación superior, lo que hace compleja la implementación de iniciativas, como por ejemplo, el Perfil del Ingeniero Iberoamericano. Esta complejidad no significa que no debe hacerse, sino por el contrario, se deben establecer y ejecutar los mecanismos y acciones necesarios que permitan facilitar este proceso.
- La normativa vigente en los países, puede apoyar, entorpecer e inclusive impedir la adopción de iniciativas regionales. En el caso de Ecuador, se pueden dar las tres posibilidades. Esto afecta la adopción de acuerdos, ya que la implementación no depende exclusivamente de las universidades, sino de instancias externas que regulan la gestión de la educación superior en las instituciones de educación superior.
- Es importante que ASIBEI trabaje en un frente que busque relacionarse y trabajar de la mano con los organismos que generan política pública en los diferentes países. Podría hacerlo como alianzas estratégicas mutuamente beneficiosas. Si bien, esto se aparta un poco del enfoque académico de ASIBEI, es necesario si se quieren tener resultados realmente importantes.
- También es necesario fortalecer las alianzas estratégicas con redes académicas de nivel mundial.
- Al nivel de desarrollo indicado anteriormente, se deben sumar aspectos culturales, sociales, políticos, etc. que pueden facilitar o limitar las iniciativas que proponga ASIBEI.
- Una vez tratado lo anterior, es posible continuar con la parte académica relacionada con la modernización curricular. El trabajo de ASIBEI está bien orientado en este sentido, en lo que corresponde a la parte académica. Una oportunidad de mejora sería incluir en las mesas de trabajo nacionales a actores externos relevantes, por ejemplo, en el caso de Ecuador, a CES y CEAACES.
- Es importante integrar en las mesas de trabajo el tema prospectivo y de tendencias, de una manera más explícita, ya que esto afecta definitivamente a la modernización curricular.

3.5.8. Referencias

Introducción

[1] Reglamento de Régimen Académico (Codificación), (2017), Consejo de Educación Superior, Art. 4.

[2] Ibídem.



Principios de formación de los estudiantes

[3] Ley Orgánica Reformatoria a Ley Orgánica de Educación Superior, (2018), Asamblea Nacional, Art. 8.

Componentes de formación y ponderación de cada una de ellas

- [4] Reglamento de Régimen Académico (Codificación), (2015), Consejo de Educación Superior, Art. 11.
- [5] Reglamento de Régimen Académico (Codificación), (2017), Consejo de Educación Superior, Art. 12.
- [6] Ibídem, Art. 17, numeral 3, Literal b.
- [7] Ibídem, Art. 15.
- [8] Ibídem, Art. 47.
- [9] Ibídem, Art. 14.
- [10] Ibídem, Art. 16.
- [11] Ibídem, Art. 20.
- [12] Ibídem, Art. 21.
- [13] Ibídem, Art. 29.
- [14] Ibídem, Art. 31.

Alternativas de formación práctica

[15] Reglamento de Régimen Académico (Codificación), (2017), Consejo de Educación Superior, Art. 89.

Áreas más relevantes de cooperación con el entorno (social e industrial)

- [16] Reglamento de Armonización de la nomenclatura de títulos profesionales y grados académicos que confieren las IES del Ecuador (Codificación), (2017), Consejo de Educación Superior, Anexo b)
- [17] Ecuador hacia el 2035, (2017), Ministerio coordinador de Conocimiento y Talento Humano, 2017
- [18] Ecuador 2030, (2017), Senplades
- [19] Ecuador hacia el 2035, (2017), Ministerio coordinador de Conocimiento y Talento Humano, pp. 70
- [20] Ibídem, pp. 78-81

Estrategias e instrumentos de evaluación y acompañamiento

- [21] Reglamento de Presentación y Aprobación de Carreras y Programas de las Instituciones de Educación Superior, (2018), Consejo de Educación Superior CES, Art. 25 [22] Reglamento de Régimen Académico (Codificación), (2017), Consejo de Educación Superior, Art. 19.
- [23] Modelo de Evaluación Institucional de Universidades y Escuelas Politécnicas, (2015), Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior CEAACES
- [24] Modelo Genérico de Evaluación de Carreras, (2015), Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior CEAACES

Acciones encaminadas a la actualización curricular

[25] Reglamento de Presentación y Aprobación de Carreras y Programas de las Instituciones de Educación Superior, (2018), Consejo de Educación Superior CES, Art. 27 [26] Ibídem, Art. 23[27] Ibídem, Art. 24

Incursión en el mundo laboral

[28] Modelo Genérico de Evaluación del Entorno de Aprendizaje de Carreras en Ecuador, (2017), Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior CEAACES, pp. 30

3.6. Caso España¹⁶

La generación de los currículos de las ingenierías en España es un proceso complejo de gran importancia que, partiendo desde los requisitos marcados por las políticas públicas, tienen en cuenta las demandas formativas del tejido empresarial, las expectativas de la sociedad y las capacidades de las distintas universidades. Los procesos de definición de estas estructuras curriculares parten del real decreto en el que se marcan las competencias que cada titulación de ingeniería debe poseer (normas CIN). A continuación, son las universidades las que diseñan sus planes de estudio atendiendo tanto a la demanda de la sociedad como a las capacidades docentes. Finalmente, las administraciones públicas (en este caso autonómicas) deben acreditar los distintos planes de estudios. Por supuesto, todos estos diseños deben estar sujetos a las estipulaciones que marca el Espacio de Educación Superior (marco de Bolonia), que supuso un plan para favorecer la convergencia europea en materia de educación superior.

En España, la mayor parte de las universidades, y particularmente las universidades públicas, acompañan sus programas docentes con unas capacidades de investigación que permiten al estudiante iniciarse en la generación de nuevo conocimiento. Del mismo modo, el contacto con el sector empresarial es cada vez más intenso, especialmente en las áreas de ingeniería. Esto permite que los alumnos puedan realizar prácticas en el sector privado durante los últimos años de sus estudios. Por último, es reseñable, la incorporación en casi todas las universidades de actividades destinadas al emprendimiento: no es extraño encontrar en muchos campus viveros de empresas, cursos de creación de empresas y, en definitiva, un entorno favorable a la formación del estudiante en las capacidades necesarias para la innovación y el emprendimiento.

Otro punto destacable en las nuevas estructuras curriculares es la internacionalización de los estudios. La aparición en Europa del programa Erasmus a principio de los años noventa impulsó la movilidad de alumnos por distintas universidades. Estos programas se han extendido a todos los continentes, y han servido para

¹⁶ Manuel Sierra Castañer. Universidad Politécnica de Madrid.



iniciar un proceso de internacionalización mucho más desarrollado en las universidades españolas.

A continuación, se analizarán cómo se incorporan en la educación española de ingeniería los siguientes puntos: principios de formación de los estudiantes, componentes de formación, alternativas de formación práctica, áreas más relevantes de relación con el entorno y estrategias de evaluación que provienen de las nuevas técnicas de formación.

3.6.1. Principios de formación de los estudiantes

De acuerdo con las directrices marcadas por el Espacio Europeo de Educación Superior el objeto de la educación es consequir que los estudiantes adquieran una serie de competencias, que vienen en primer lugar definidas por cada una de las normas CIN de cada ingeniería regulada, y luego vienen más detalladas en cada una de las universidades. Estas competencias se dividen en competencias básicas, generales, transversales y específicas.

A modo de ejemplo, las competencias fijadas por el estado español para poder ejercer la profesión de ingeniería industrial [1] se adquieren a través de cuatro módulos: "tecnologías industriales", "gestión", "instalaciones, plantas y construcciones complementarias" y "trabajo fin de máster". A través de cada uno de dichos módulos el estudiante debe adquirir una serie de competencias, como es por ejemplo, "conocimiento y capacidad para el análisis y diseño de sistemas de generación, transporte y distribución de energía eléctrica".

De cualquier modo, la adquisición de dichas competencias debe ir acompañada por una serie de principios formativos, detallando los más significativos:

Formación integral. La formación del estudiante de ingeniería ha de combinar la componente técnica con una componente social, sopesando la incidencia que en la sociedad circundante tiene el nuevo producto, proceso o sistema. Recordemos que el objetivo del ingeniero es el de "satisfacer las necesidades humanas" tal como exponía Ortega y Gasset [2]. De hecho, la aprobación de la Agenda 2030 por Naciones Unidas [3] nos señala que la sociedad debe buscar un equilibrio entre los aspectos sociales, económicos y medioambientales. En definitiva, el ingeniero debe contribuir a este desarrollo integral de nuestra sociedad. De esta reflexión surgen una serie de características que habrá que tener presente en la tarea de formación de ingenieros, como son generar un sólido conocimiento técnico y científico, promover la creatividad y el espíritu emprendedor, y ser capaz de abordar conjuntamente factores técnicos, económicos y sociales en la resolución de problemas complejos.

Interdisciplinariedad. La dificultad de compartimentar los problemas hace que los ingenieros tengan que ser capaces de abordar los mismos desde una perspectiva múltiple. Los currículos de ingeniería deben promover la interconexión de distintas disciplinas y el trabajo colaborativo entre expertos de distintas disciplinas. Esto choca con las estructuras organizativas de las universidades politécnicas españolas donde existen escuelas de ingeniería de ramas específicas como puede ser Telecomunicación, Industrial, Caminos, Navales, haciendo difícil la formación interdisciplinar.

Flexibilidad. Siguiendo en la línea anterior, el ingeniero debe ser capaz de adaptarse fácilmente a un entorno cambiante, y donde la información va a ser incompleta. Es necesario que a través del desarrollo curricular, el ingeniero sea capaz de adquirir competencias que le permitan tomar decisiones en este tipo de entornos.

Internacionalización. Las sociedades están cada vez más interconectadas, los problemas a los que se enfrentan son cada vez más globales, el conocimiento trasciende las fronteras. En definitiva, nuestros ingenieros no van a enfrentarse a un mundo cerrado, sino a un mundo cada vez más abierto, en el que van a tener que conocer y empatizar con distintas culturas para poder realizar su trabajo.

Excelencia. Todo lo anterior debe ir acompañado de ingenieros que posean un nivel de conocimiento elevado de modo que puedan enfrentarse a la resolución de problemas complejos en entornos no controlados. Es necesario que nuestros estudiantes adquieran una base de conocimiento profundo para poder desempeñar su profesión.

3.6.2. Componentes de formación y ponderación de cada una de ellas

La estructura curricular de los programas de ingeniería españolas parte, como se ha mencionado anteriormente, de las normas CIN. Dichas normas establecen una serie de materias troncales que deben ser de estudio obligatorio en todas las universidades.

A partir de ese punto, el resto del currículo se completa con materias de carácter obligatorio que define cada universidad, materias optativas y materias de libre configuración, que permiten complementar la formación con otra serie de conocimientos.

En las ingenierías de las universidades españolas, en las materias anteriores, y específicamente en las materias troncales, se conjugan componentes de ciencias básicas (fundamentalmente en el primer curso, y que consisten fundamentalmente en Matemáticas y Física), materias básicas de ingeniería de cada sector, que constituyen el grueso de la formación, y en mucha menor medida materias del

área social, humanística y económica. También existe con carácter obligatorio en muchas universidades el conocimiento de un idioma extranjero (básicamente el inglés). De hecho, existe una exigencia de una lengua extranjera para poder conseguir la titulación en España.

El currículo se completa con materias de libre configuración (en los grados se debe permitir al alumno al menos 6 ECTS en actividades de voluntariado, representación estudiantil, deportes o cooperación al desarrollo entre otras).

Y por último tenemos las prácticas en empresas, los trabajos fin de titulación y las actividades de internacionalización. Las prácticas en empresa no son obligatorias en todas las titulaciones, pero son cada vez más una norma en el estudiante. Los trabajos fin de titulación se pueden realizar bien en las empresas del sector (típicamente los que realizan prácticas en empresa suelen optar por esta modalidad) o en laboratorios de investigación o unidades docentes de la propia universidad. Con esto se dota al alumno de la capacidad de orientar su formación bien hacia la investigación o hacia la actividad profesional. Asimismo, en las áreas de ingeniería, muchos laboratorios de investigación trabajan estrechamente con el sector empresarial, lo que permite que los alumnos tengan capacidad de conexión con la empresa sin salir del entorno universitario.

Merece una mención especial la movilidad internacional del estudiante. La oferta de las universidades españolas es cada vez mayor, y porcentajes cada vez mayores de estudiantes se van a realizar un curso académico a una universidad de otro país. Por poner un ejemplo, en la UPM con unos 30.000 estudiantes en grado (de 4 años de duración), salen al extranjero más de 1.000 estudiantes al año.

Las exigencias de calidad y los acelerados cambios tecnológicos, hacen necesaria la revisión y actualización permanente del currículo, como parte de procesos de mejora continua y de seguimiento y control riguroso de los compromisos de mejoramiento que se desprenden de los resultados de la autoevaluación y la autorregulación del programa.

3.6.3. Alternativas de formación práctica

La formación práctica es común en la formación del ingeniero en las universidades españolas. Hay básicamente cuatro ámbitos donde se adquiere esta formación:

- 1. En los laboratorios que completan la formación teórica de las asignaturas de carácter teórico.
- 2. En las propias asignaturas teóricas mediante la inclusión de estudios de caso, aprendizaje basado en proyectos y otras iniciativas similares.

- En la realización del trabajo fin de titulación, donde el estudiante bien realiza un trabajo en el laboratorio de investigación de su tutor, bien lo realiza en una empresa.
- 4. En las prácticas en empresa, donde el estudiante adquiere además la cultura y el modo de trabajo de la empresa en cuestión.

3.6.4. Áreas más relevantes de cooperación con el entorno (social e industrial)

Las escuelas de ingeniería españolas han ido progresivamente aumentando la colaboración con el entorno tanto empresarial como social. El contacto estrecho con las empresas de cada uno de los sectores ha permitido que los estudiantes puedan desarrollar prácticas académicas en dichas empresas. Ahora mismo, existen prácticas curriculares obligatorias en muchas titulaciones.

En cuanto a la componente social, también es cada vez más importante la presencia de la universidad, aunque todavía tiene un largo camino por recorrer. En estos momentos, desde la Conferencia de Rectores de las Universidades españolas (CRUE) se está analizando la estrategia de la universidad española para adecuarse a los objetivos de la Agenda 2030, lo que debe suponer una orientación de la universidad hacia las necesidades de la sociedad.

3.6.5. Estrategias e instrumentos de evaluación y acompañamiento

Con la entrada del Espacio Europeo de Educación Superior, la evaluación continua se ha ido generalizando, aunque con muchos defectos debido a un excesivo número de alumnos por grupo en las asignaturas obligatorias y troncales, y más fácilmente en asignaturas optativas, de especialidad o de niveles superiores como el máster.

La introducción de la evaluación continua, junto al desarrollo de las nuevas tecnologías, ha significado la aparición de nuevos métodos de evaluación distintas al examen. Por destacar algunas, el aprendizaje basado en proyectos (PBL), donde el alumno, fundamentalmente trabajando en equipo, tiene que resolver un proyecto a lo largo del curso. Esto permite introducir técnicas de autoevaluación o evaluación cruzada entre alumnos.

Asimismo, la presentación de trabajos en clase permite evaluar la adquisición de otra serie de competencias como la expresión oral, la capacidad de síntesis.

Las nuevas tecnologías permiten asimismo que los alumnos puedan disponer de trabajos on-line donde puedan comprobar en tiempo real si los conocimientos han sido correctamente adquiridos o no.

No podemos olvidar la formación individual profesor-alumno: ya no solo en las tutorías sino fundamentalmente me refiero a las etapas de trabajo fin de titulación,



donde los alumnos, fundamentalmente de manera individual, realizan un trabajo complejo acompañado del profesor.

No cabe duda, que estas nuevas herramientas obligan a una formación continua del profesorado. En España, se creó la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA) para velar por la evaluación de las competencias del profesorado. En estos procesos de evaluación participan tanto los alumnos, a través de las encuestas docentes, como los directores de Centro y de Departamento, las Comisiones de Evaluación docente y científica de las universidades y los Comités de Evaluación de la actividad docente. Los aspectos por evaluar son típicamente:

- Planificación de la docencia: organización y coordinación docentes y planificación de la enseñanza-aprendizaje con relación a las materias impartidas.
- Desarrollo de la enseñanza y evaluación del aprendizaje: actividades de enseñanza y aprendizaje realizadas y procedimientos de evaluación aplicados.
- Resultados e innovación: resultados en términos de objetivos formativos y revisión y mejora de la actividad docente en los ámbitos de formación e innovación.

3.6.6. Conclusiones y recomendaciones para la modernización curricular

Una sociedad cambiante requiere una universidad que se adecúe de manera flexible y dinámica a sus necesidades. Es necesario que nuestras titulaciones sean capaces de seguir las dinámicas del mercado de trabajo, a la vez que se mantiene el rigor y la excelencia propios de la formación universitaria. En España, la puesta en marcha del Espacio Europeo de Educación Superior supuso una adaptación a todos los niveles de la formación universitaria: apareció una visión de formación distinta, basada en competencias en lugar de en conocimientos, unas nuevas técnicas formativas, nuevos sistemas de evaluación, una visión global de los problemas que deben abordar los futuros ingenieros. Se hace cada vez más patente la necesidad de combinar las herramientas tecnológicas con los desafíos sociales y las limitaciones económicas. La combinación de retos sociales, conocimientos técnicos y visión económica es cada vez más necesaria para que nuestros puedan afrontar los retos con los que se van a encontrar en su vida profesional.

Y todo esto debe estar acompañado de otro tipo de habilidades: capacidad de comunicación, capacidad de análisis de los datos, síntesis de la información, trabajo en equipo, toma de decisiones con información incompleta, capacidad de liderazgo.

En definitiva, los diseños de los currículos de ingeniería deben ser capaz de formal integralmente a nuestros alumnos, incluyendo una componente ética y socialmente responsable, adaptándose a un entorno cambiante, complejo y global, y abordando los retos desde una perspectiva interdisciplinar.

3.6.7. Referencias

- Boletín Oficial del Estado. BOE Num. 42. 18 de febrero 2009. Sec. 1 Pag. 17187
 a 17191. D. L.: M-1/1958 ISSN: 0212-033X
- [2] J. Ortega y Gasset, Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía, Editorial Alianza, Madrid, 2002
- [3] Agenda 2030. Objetivos de Desarrollo Sostenible. Aprobada por Naciones Unidas el 25 Septiembre de 2015. http://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/

3.7. Caso México¹⁷

De acuerdo con la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES), en el año 2017 se encontraban cursando el nivel superior aproximadamente 4.1 millones de estudiantes, de los cuales el 28% lo hacía en una carrera de Ingeniería (ANUIES, 2018). Respecto a la distribución de la matrícula por género en las diferentes Ingenierías aún persiste una mayor presencia masculina en ellas.

La oferta educativa de Ingeniería es muy amplia en México, pero aún no se logra que todos sus programas se encuentren acreditados por algún organismo, en particular. En la Figura 3 se presentan las acreditaciones hechas por el Consejo Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI), que es el organismo que cuenta con el 70% los programas acreditados en el país.

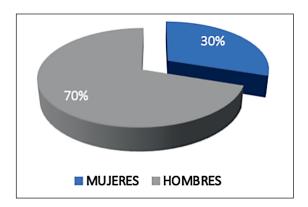


Figura 2. Matrícula de estudiantes por género.

¹⁷ Contribución de Carlos A. Escalante. Presidente de ANFEI y Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México.



Para el caso del análisis de la estructura curricular, y dado que la oferta en Ingeniería en México es muy basta, solo se tomarán como ejemplo cuatro de los programas con mayor demanda en el país, esto es, Civil, Mecánica, Industrial y Computación. Además, se considera la oferta educativa de instituciones que se encuentran acreditadas, ya sea nacional o internacionalmente.

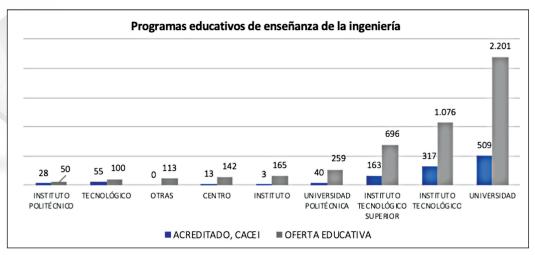


Figura 3. Programas educativos de enseñanza de la Ingeniería.

Para los programas analizados se presentan indicadores tales como número de semestres a cursar, créditos por semestre y créditos totales, total de cursos y su seriación, créditos optativos y curriculares. Además, se clasificaron los cursos de la siguiente forma:

Ciencias Básicas, aquellos que fundamentan los conocimientos científicos de los alumnos en matemáticas, física y química.

Ciencias de la Ingeniería, que fundamentan los conocimientos científicos y tecnológicos de la disciplina, estructurando las teorías de la Ingeniería mediante la aplicación de las ciencias básicas.

Ingeniería Aplicada, son los que permiten hacer uso de los principios de la Ingeniería para planear, diseñar, evaluar, construir, operar y preservar infraestructuras y servicios de Ingeniería.

Ciencias Sociales y Humanidades, apoyan la formación social y humanística del ingeniero, y,

Otras asignaturas, aquellas que complementan la formación del egresado en otros conocimientos pertinentes que no corresponden a las áreas antes mencionadas.

3.7.1. Formación de los estudiantes. Perfil de egreso

Durante la primera mitad del siglo XX la educación superior en México respondió a la necesidad de formar cuadros profesionales que apoyaran la reconstrucción postrevolucionaria y el desarrollo tecnológico, industrial y empresarial del país.

La carrera profesional constituyó el medio para la realización del proyecto de vida, esto es, bastaba ser ingeniero, médico, contador, abogado o maestro para asegurarse una posición económica y el reconocimiento social.

Dados los procesos de globalización y el desarrollo tecnológico se han generado otras circunstancias para el mundo laboral constituyendo escenarios de riesgo y oportunidad. Por ejemplo, la eliminación de procesos completos en la actividad laboral es una de las consecuencias derivadas de esta transformación económica, tecnológica, ya que los sistemas de procesamiento electrónico de información generan más pero requieren un menor número de personas. En virtud de lo anterior, se ha modificado el ejercicio de la ingeniería, un ejemplo de ello son todas las nuevas aplicaciones computacionales, de comunicación, las TIC's, Industria 4.0 y las nuevas formas de emplearse.

Para responder a este cambio, el perfil de egreso de las diferentes ingenierías debe considerar las habilidades necesarias para satisfacer los nuevos requerimientos del ejercicio profesional.

De forma resumida se presentará el perfil de egreso que le es común a las Universidades del país, así como a los Tecnológicos Nacionales con los que se cuenta en México.

3.7.2. Alternativas de formación práctica

Los planes de estudios en las carreras de Ingeniería plantean materias de índole curricular u optativa de los temas de formación práctica. La evaluación permanente del desempeño profesional permite verificar la congruencia entre el perfil egreso y los cambios que se suscitan en la práctica. Esta evaluación se realiza mediante encuestas a las empresas empleadoras para obtener información que permita a las IES tomar decisiones que mejore las competencias de sus egresados.

Las diferentes formas o alternativas de formación práctica de los estudiantes de Ingeniería identificadas de los diferentes programas son:

Gobierno Federal Gobierno Estatal Gobierno Municipal



Empresas públicas del gobierno Empresas privadas de todos los sectores de ingeniería.

El reto consiste en lograr una mejor vinculación entre las Universidades y el sector productivo para dar oportunidad al estudiante de realizar una estancia corta de práctica profesional.

En México la ley del Seguro Social y del Trabajo permite a los estudiantes poder realizar una práctica profesional en cualquier empresa, siempre y cuando exista un Convenio de Colaboración entre la Universidad y la Empresa solicitante.

Los diferentes programas de prácticas profesionales que se consultaron describen los requisitos que se deben cumplir para poder acceder a ellos, a continuación, se describen:

- Cumplir con la normatividad de la Institución en los reglamentos internos para la realización de la práctica profesional.
- La empresa donde el alumno realizará sus prácticas profesionales debe estar legalmente establecida y firmar un convenio con la Institución Educativa.
- Previamente se establece un mínimo y un máximo de horas al día (o semana), que el estudiante puede realizar la práctica profesional sin poner en riesgo su avance académico de las demás asignaturas.
- Establecer si la práctica profesional es de carácter curricular u optativa de acuerdo con cada programa educativo en Ingeniería.
- La empresa debe proporcionar un apoyo económico mensual por lo que duren las prácticas profesionales, en común acuerdo y establecido previamente, en este punto la variación del pago depende de la Institución donde se realiza la práctica que van de los US\$80.00 dólares a US\$560.00 dólares mensuales.
- Las actividades que realice el alumno en la práctica profesional previamente están establecidas en un programa general de actividades en común acuerdo.
- El estudiante debe contar con un seguro facultativo, lo cual se cubre en forma general con la inscripción del estudiante al menos a una materia.
- En algunos casos es necesario otro tipo de seguros, ya que muchas veces se trabaja en el campo.

3.7.3. Vinculación. Áreas relevantes de cooperación

Las IES deben enfrentar un conjunto de retos para lograr la vinculación con todos los sectores de la sociedad, así como insertar a sus estudiantes al mundo laboral o por lo menos acercarlos a su quehacer en el ámbito profesional, esto implica un gran desafío, ya que no solo depende de factores al interior de las propias instituciones, sino también, a los ámbitos local, nacional e internacional.

Las IES deben tener una elevada capacidad de adaptación ante un mundo cambiante y globalizado que conlleva nuevas demandas de la sociedad y de los mercados laborales, los cuales buscan profesionales altamente calificados, capaces de asimilar con rapidez las nuevas prácticas producto del surgimiento vertiginoso e imparable de las nuevas tecnologías.

Hacia el final de la primera década del siglo XXI se detonó una crisis financiera mundial, cuyos efectos aún se dejan sentir en la tasa de desempleo, y que ha derivado en la pérdida de confianza de la población en sus respectivos gobiernos y en el surgimiento de serios conflictos sociales. Ante este panorama, la mayoría de los países siguen reconociendo que la educación es la mejor forma de enfrentar los grandes desafíos del desarrollo mundial, ya que esta es una condición esencial para la realización humana, la paz, el crecimiento económico, el trabajo digno, la existencia de sociedades justas, inclusivas, sostenibles, seguras, saludables y responsables.

La Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 2014) advierte que el 82% de las personas entre 25 y 34 años de edad ha obtenido el equivalente a un título de educación secundaria y las mujeres tienden a superar a los hombres. En países como México, Portugal y Turquía el 60% o más de esta categoría de edad no concluyeron la educación secundaria.

El 58% de los jóvenes de los países pertenecientes a la OCDE tienen entrada a los estudios universitarios para acceder a mejores oportunidades de empleo y salario, aunque en México sólo un 35% lo logra (OCDE, 2014).

Respecto a los índices de titulación, el 39% de los jóvenes de la OCDE completan sus estudios universitarios; esta proporción es menor en países como México, Chile, Hungría y Luxemburgo, donde se registra un 25%. La mayoría de los titulados de educación superior son mujeres (OCDE, 2014).

En los países de la OCDE el 83% de las personas con titulación universitaria cuentan con empleo, en comparación con el 55% que cuenta sólo con un diploma de educación secundaria. Los ingresos de por vida también aumentan con cada nivel educativo obtenido (OCDE, 2014).

Las IES tienen como tareas sustantivas la formación de recursos humanos, la investigación y el desarrollo tecnológico, sin embargo, deben llevarlas a cabo ante el gran reto que le supone la reducción de sus presupuestos, los costos elevados del equipamiento, el aumento de la matrícula estudiantil y el incremento vertiginoso de la movilidad académica internacional que favorece a los países desarrollados y a ciertos países asiáticos, en tanto que tiende a incrementar la "fuga de cerebros" en los países en vías de desarrollo, como es el caso de México (NSB, 2014).

Los gobiernos de los países desarrollados han incrementado su inversión en investigación y desarrollo que conduce a la innovación y se materializa en nuevos productos, servicios o procesos, de tal forma que contribuye a la competencia nacional, mejora los estándares de vida e impulsa el bienestar social. La mayor inversión mundial en investigación y desarrollo se concentra en tres regiones: Asia, Norteamérica y Europa. Estados Unidos es el país que más invierte en este rubro, con casi un tercio del gasto total global en el 2015 y el segundo lo ocupa China con el 18%. No obstante, son los países asiáticos los que han logrado mayor crecimiento debido a que la inversión no sólo es del gasto público, sino también del gasto privado realizado por empresas locales y extranjeras.

A fines de 2014 el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) daba cuenta de 2 millones 284 mil 602 desocupados, de los cuales, el 41% tenían estudios medios superiores o superiores. En comparación, en el año 2011 dicho porcentaje era del 34.8%. La OCDE también señala que, aunque los jóvenes mexicanos han alcanzado niveles de educación más altos, son más vulnerables al desempleo.

Para el caso particular de quienes estudian una carrera de ingeniería, la Academia de Ingeniería (AI) expone que en el periodo de 1998 a 2012 se incrementó la matrícula de 323,665 a 816,627 alumnos, lo que corresponde a un aumento del 152% y que representa el 24.9% de la matrícula total en educación superior en nuestro país. Las entidades federativas con mayor matrícula en ingeniería son la Ciudad de México con el 14.7% del total, seguido por el Estado de México (9%), Veracruz con el (8.6%), Puebla (5.2%) y Jalisco (5%).

Por otro lado, el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2017) advierte que uno de los grandes desafíos de la educación superior en México es lograr la vinculación con el mercado laboral, particularmente en áreas claves en las que se basa el crecimiento del sector productivo, primordialmente en las áreas Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas, así como la revolución de la Industria 4.0.

La experiencia internacional muestra que la innovación tecnológica prospera en redes conformadas por el Estado, la iniciativa privada, las universidades y centros de investigación. Aunque es verdad que las IES del país deben vincularse ampliamente con el sector productivo, también resulta fundamental que este último se interese más en generar y promover la ciencia y tecnología.

Según datos de la Secretaría de Educación Pública (SEP, 2018), en el 2010 sólo un 25% de las empresas mexicanas que realizó actividades de investigación y desarrollo, lo hizo vinculado con algún centro de investigación o IES, mientras que en México el 30% de la inversión en investigación y desarrollo proviene del sector privado, en Corea del Sur representa el 80%.

El Banco Mundial expone que en 2012 México destinó el equivalente al 0.37% del PIB a inversión en investigación y desarrollo, en tanto que Rusia, por ejemplo, dedicó el 1%, Brasil el 1.1%, China el 1.4% y Corea del Sur el 3.2%. En nuestro país, la mayor parte de la aportación para investigación y desarrollo es dinero público y se concentra principalmente en la investigación académica con un monto 2.5 veces mayor al de la investigación tecnológica.

En una búsqueda por garantizar que el sector productivo y la sociedad reconozca que todos sus egresados tienen la calidad necesaria para el ejercicio de su profesión como ingenieros, un gran número de IES se ha dado a la tarea de obtener el reconocimiento público que otorga el Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería (CACEI), organismo acreditador mexicano. Por otra parte, la obtención de una acreditación internacional permite a las IES realizar vinculación con otras Instituciones que también están reconocidas por la misma entidad acreditadora y hace equivalentes sus programas entre sí. En Latinoamérica y el Caribe, 34 instituciones de cinco países de la región (Chile, Colombia, Ecuador, Perú y México) cuentan con carreras acreditadas por Abet (Accreditation Board for Engineering and Technology), en la siguiente figura se muestra el número de programas acreditados por cada uno de los países mencionados.

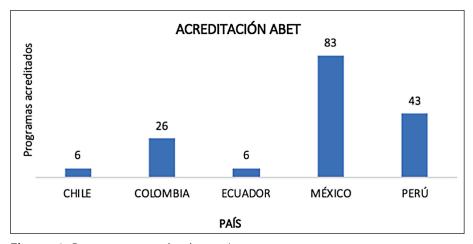


Figura 4. Programas acreditados en Latinoamérica.

En el caso de México siete universidades mexicanas ofrecen programas de ingeniería avalados por ABET, cinco son privadas, la Universidad Anáhuac, los Institutos Tecnológicos de Estudios Superiores de Monterrey, Universidad Panamericana, Universidad de la Américas Puebla y el Instituto Tecnológico Autónomo de México, y siete son públicas, las Universidades Autónomas de Aguascalientes, de Nuevo León, Querétaro y de San Luis Potosí, los Institutos Tecnológicos de Aguascalientes y de Saltillo, y el Centro de Enseñanza Técnica y Superior.

La inserción competitiva de nuestro país en el escenario global requiere de ciencia y tecnología propias. Por eso, las IES de México impulsan la formación de más científicos, investigadores y jóvenes dedicados al desarrollo de la tecnología y pone de manifiesto la necesidad de incrementar la formación de especialistas, maestros y doctores, para lo cual plantea la necesidad de revisar la formación en el posgrado, en cuanto a los proyectos y actividades relacionadas con esta función.

3.7.4. Retos de la vinculación

El proceso de vinculación entre entidades universitarias, instituciones académicas nacionales e internacionales, sectores productivos, empresariales, públicos y sociales es fundamental para el desarrollo de toda IES.

La gestión de los convenios de colaboración con universidades de prestigio internacional entre las instituciones es un acercamiento a la vinculación entre los académicos y principalmente con los estudiantes, lo cual les permite tener movilidad e intercambio en los últimos semestres. Es importante mencionar que gran parte de la IES del país se han vinculado con al menos una institución en el ámbito internacional

En general todos los programas cuentan en sus Universidades con un área de Vinculación y Movilidad para llevar a cabo esta actividad muy importante para los estudiantes. Dentro de estos programas de busca el apoyo de diversas organizaciones y becas para que los estudiantes puedan llevar acabo la movilidad. Sin embargo, el aspecto económico es un factor que reduce la movilidad en las IES de carácter público, en tanto que en el ámbito privado se da de forma más natural.

Aunque, sique siendo el sector público el que cuenta con más apoyo para becas de estancias de investigación e intercambio, cada vez son menos, pero aún se cuentan con apoyos para fortalecer la movilidad.

Al consolidar las relaciones con el sector académico, productivo y social, así como el liderazgo del trabajo académico y de investigación de las instituciones educativas en ingeniería, se fortalecerá la formación de profesionales en ingeniería a nivel licenciatura y posgrado que respondan a las necesidades de la sociedad.

Una forma de vinculación en la que coinciden todos los programas educativos analizados es a través de las prácticas profesionales, que permiten los estudiantes acercarse al mundo laboral y poner en práctica los conocimientos adquiridos en las aulas y laboratorios, para ello, las instituciones ponen en sus programas académicos materias de prácticas profesionales con y sin créditos, algunos de carácter obligatorio y otras de carácter optativo.

3.7.5. Estrategias e instrumentos de evaluación y acompañamiento

Los Instrumentos de evaluación de la curricula son los planes de mejora continua, en los diferentes programas consultados en Ingeniería, existen al interior de cada Institución la evaluación que va desde 3 a cada 6 años. Dentro de los propios programas en Ingeniería se cuenta con un comité asesor externo, el cual está compuesto por un grupo de empresarios e ingenieros que trabajan directamente en el sector productivo de cada una de las diferentes ingenierías, y que se reúne en forma periódica con los académicos que se encargan de la mejora al plan de estudios.

Otro comité que es importante para la evaluación y acompañamiento de la mejora de la curricula, son las academias, este se conforma de acuerdo con cada Institución Educativa, que van desde academias por asignatura, por conjunto de asignaturas o por áreas específicas de conocimiento.

Es en las academias donde se da seguimiento puntual al desempeño de los estudiantes, realizando estadísticas de aprobación y de trayectoria por generación, ya sea por cada asignatura y por semestre.

Las academias enriquecen el plan de estudios, ya que se discute entre pares, si el programa de cada materia es el más adecuado o si es necesario hacerle alguna modificación, todo esto de forma consensuada. En los programas principales de ingeniería del país, al menos se tienen que realizar dos reuniones por semestre. El papel de las academias y de los comités asesores externos permite la mejora continua en el programa educativo.

3.7.6. Acciones encaminadas a la actualización curricular

Las Instituciones formadoras de Ingenieros para mantener actualizado sus curriculas, principalmente en México, se cuentan con diversos organismos que acreditan los programas y esto hace que se mantenga una mejora continua.

Las entidades que se encargan de evaluar los programas académicos son los que se presentan en la Figura 5. En particular, en la Figura 6 se muestran el número por tipo de institución que se encuentra acreditado por el CACEI.



Figura 5. Organismos acreditadores en México.

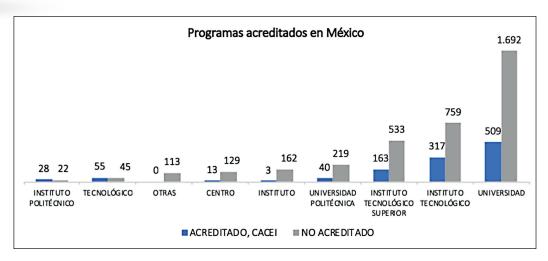


Figura 6. Programas acreditados en México.

3.7.7. Conclusiones

Si bien el quehacer de la educación en Ingeniería presenta cambios vertiginosos, dado por los avances en la tecnología, muchas veces los programas académicos, pareciera ser, que se encuentran en un retraso, sin embargo, el conocimiento básico que un estudiante debe recibir en su formación se cumple de forma significativa en los programas de enseñanza de la ingeniería en el país.

De acuerdo con el muestreo que se llevó a cabo con las cuatro carreras analizadas, se puede decir que la oferta educativa de Ingeniería se conforma en promedio de la siguiente forma:

- Duración de 9 semestres (rango 8-10)
- 43 créditos por semestre
- 396 créditos totales del programa
- 61 cursos totales
- 23 cursos con seriación
- 85% cursos curriculares y 15% de cursos optativos
- 25.4% de cursos de ciencias básicas, 29.9% de cursos de ciencias de la ingeniería, 29% de cursos de ingeniería aplicada, 7.3% de cursos de ciencias sociales y humanidades y 8.4% de otras asignaturas convenientes.

Respecto al perfil de egreso, si bien existen algunas pequeñas particularidades de cada programa, los egresados de las carreras de Ingeniería deberán poseer capacidades para la innovación, potencial para aportar a la creación de tecnologías y actitud emprendedora, tendrán ideas claras sobre modelado matemático de fenómenos físicos y optimización; estarán abiertos tanto al aprendizaje continuo como a la interdisciplinariedad y multidisciplinariedad. Además, contarán con conocimientos y habilidades de comunicación oral y escrita; con sensibilidad social y ética profesional; con potencialidad y vocación para constituirse en factor de cambio.

Las IES deben tener una elevada capacidad de adaptación ante un mundo cambiante y globalizado que conlleva nuevas demandas de la sociedad y de los mercados laborales. El reto es contar con programas educativos de calidad que sean evaluados por organismos acreditadores, tal que permitan contar con un proceso de mejora continua, además, un factor muy importante en este proceso de adaptación es sin duda, la vinculación el mercado laboral, particularmente en áreas claves en las que se basa el crecimiento del sector productivo, primordialmente en las áreas ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, así como la revolución de la Industria 4.0.

3.7.8. Referencias

ANUIES. 2018. Anuarios Estadísticos de Educación Superior. http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior

SEP. 2018. Programa Sectorial de Educación 2013-2018. http://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/4479/4/images/PROGRAMA_ SECTORIAL DE EDUCACION 2013 2018 WEB.pdf

BID. 2017. Sector Educación México 2017. https://www.iadb.org/es/project/ME-L1137



National Science Board. 2014. Science and Engineering Indicators 2014, Arlington VA: National Science Foundation. http://www.nsf.gov/statistics/seind14/content/etc/nsb1401.pdf

OCDE. 2014. Education at a Glance 2014. Highlights, http://dx.doi.org/10.1787/eag highlights-2014-en

3.8. Caso Paraguay¹⁸

3.8.1. Estructuras curriculares: proyección de la nueva ingeniería

Para el caso de Paraguay el escrito se basa en el Proyecto Curricular de la Carrera de Ingeniería Civil y responde a la política de la Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción", coherente a su misión y principios doctrinarios y a los requerimientos actuales de la educación superior, a su vez motivados por los nuevos conocimientos aportados por las ciencias de la educación, el avance de las ciencias básicas y las tecnologías, los nuevos conceptos generados en el ámbito de la profesión y del mercado laboral y en particular la formación de los profesionales de la Ingeniería. Responde al marco doctrinario de la universidad, el marco situacional y las orientaciones académicas locales y los desafíos del contexto internacional.

Se pretende acercar al estudiante al mundo laboral en su proceso de formación, establecer módulos educativos articulados horizontal y verticalmente (sincrónico v diacrónico), los cuales otorgan conocimiento en un área determinada con una profundidad acorde al perfil de egreso definido por la carrera.

La Agencia Nacional de Acreditación (ANEAES), define al profesional de ingeniería como:

"El Ingeniero, es un profesional universitario cuyo sólido conocimiento de matemáticas, física y otras ciencias naturales, adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, lo emplea con criterio, a fin de desarrollar condiciones en que se puedan utilizar de manera óptima los materiales, las herramientas tecnológicas y las fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad, considerando restricciones físicas, económicas, ambientales, humanas, éticas, políticas, legales y culturales, siendo esencial la actualización profesional permanente."19

¹⁸ Norma Cantero. Departamento de Ingeniería Civil, Industrial y Ambiental, DCIA. Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción".

¹⁹ ANEAES. Criterios de Calidad para las Carreras de Ingeniería Aprobado por Resolución Nº 08/07 del Consejo Directivo 17 de diciembre de 2007. Actualizado por Resolución Nº 213 del Consejo Directivo en fecha 19 de julio de 2018.

3.8.2. Componentes de formación y ponderación de cada una de ellas

Los componentes de la formación del ingeniero civil tienen por finalidad aportar conocimientos, tecnologías, estrategias de aprendizaje y prácticas innovadoras que permitan ofrecer a los estudiantes, nuevas capacidades personales, profesionales y actitudinales en respuesta a las nuevas tendencias y exigencias del mercado laboral asociado al ámbito de la construcción en el país.

Asimismo, la formación de técnicos y profesionales capacitados de alto nivel, con herramientas suficientes para resolver con solvencia los problemas de ingeniería y que al mismo tiempo se identifiquen con las necesidades del medio, para enfrentar los desafíos de un país en vías de desarrollo.

Por todas estas razones, es necesario en todo momento estimular la curiosidad y el espíritu crítico del estudiante, proveyéndole de todos los recursos de análisis necesarios e impulsándole a una actualización constante de sus conocimientos y a la utilización de recursos técnicos modernos para optimización de su labor profesional. Igualmente, se buscará a través del rigor académico que brindan los trabajos de investigación, formar profesionales maduros y seguros de sí mismos que puedan respaldar sus opiniones con argumentos que reflejen objetividad y racionalidad.

La formación ética y moral, crea conciencia de una formación sólida y una actitud profesional responsable que valorizan de por sí el trabajo realizado por las personas, haciéndolas sobresalir sobre la generalidad y promoviendo a las instancias de decisión a profesionales mejor capacitados y más sensibilizados con la idea de sociedad que se desea construir.

La ANEAES presenta una estructura básica del plan de estudio que se transcribe a continuación²⁰:

a) Matemáticas y Ciencias Básicas. El énfasis de los contenidos deberá estar orientado a los conceptos y principios más que a los aspectos operativos, asegurando una sólida formación conceptual que sirva de base a las disciplinas específicas de la carrera y permita acompañar los avances científicos y tecnológicos. En el área de Ciencias Básicas deberán incluir Física, Química (énfasis en fisicoquímica) y opcionalmente, dependiendo de la especialidad, otras ciencias naturales, con niveles y enfoques adecuados y actualizados.

²⁰ ANEAES. Criterios de Calidad para las Carreras de Ingeniería Aprobado por Resolución Nº 08/07 del Consejo Directivo 17 de diciembre de 2007. Actualizado por Resolución Nº 213 del Consejo Directivo en fecha 19 de julio de 2018.



- En el área de Matemáticas deberán favorecer el desarrollo del pensamiento lógico - deductivo e incluir Geometría Analítica, Cálculo Diferencial e Integral, Ecuaciones Diferenciales, Probabilidad, Estadística, Algebra Lineal, Análisis Numérico y Cálculo Avanzado. Asimismo, se debe incluir expresión gráfica enfocada a las necesidades de cada especialidad y con niveles adecuados y actualizados.
- Ciencias de la Ingeniería. Son los conocimientos, basados en los conceptos de las Ciencias Básicas y Matemáticas, que permiten enfrentar y resolver los problemas básicos de la ingeniería. Los principios fundamentales de las distintas disciplinas deben ser tratados con la profundidad conveniente para la identificación y aplicación en las soluciones de problemas de la Ingeniería, incluyendo herramientas informáticas y otras formas de modelado. Los egresados en ingeniería deben contar con sólida formación en conceptos y amplios conocimientos en las ciencias de la ingeniería (ciencia y tecnología). Los contenidos de las Ciencias de la Ingeniería deben desarrollarse de forma articulada, enfatizando los vínculos que existen entre las bases científicas y las tecnológicas. Estos estudios abarcarán, entre otros temas: Mecánica, Calor y Termodinámica, Circuitos Eléctricos y Electrónicos, Ciencias de los Materiales, Fenómenos de Transporte, Informática, junto con otros contenidos específicos pertinentes a cada especialidad.
- Aplicaciones de Ingeniería. Incluye los procesos de aplicación de las Ciencias Básicas y de las Ciencias de la Ingeniería para proyectar y diseñar sistemas, componentes o procedimientos que satisfagan necesidades preestablecidas. Deben incluir los elementos fundamentales del diseño de la Ingeniería, abarcando aspectos tales como: el desarrollo de la creatividad, modelado v simulación de sistemas por medio del empleo de problemas abiertos, metodologías de diseño, factibilidad, análisis de alternativas, factores económicos y de seguridad, estética e impacto social.
- **Contenidos Complementarios.** Se consideran como esenciales para la prácd) tica de la Ingeniería en el contexto social y económico en que ésta se desenvuelve, así como entregar herramientas en aspectos específicos que no son parte de los contenidos asociados a las Ciencias de la Ingeniería y aplicaciones de Ingeniería. Deben incluir, entre otros, tópicos de Seguridad del Trabajo, Gestión de la Calidad, Economía, Administración y Organización, Contabilidad y Finanzas, Ciencias Ambientales, Legislación. Así mismo se desarrollarán contenidos que fortalezca las habilidades comunicativas en los idiomas oficiales y en un idioma extranjero. La competencia de comunicarse en los idiomas oficiales debe ser desarrollada de forma oral y escrita, en el entorno profesional y social en que se desempeñan. En el idioma español debe ser capaz de comunicarse de forma oral para realizar exposiciones, presentacio-

nes y defensas de proyectos, y de forma escrita para redactar informes técnicos y monografías. La comunicación gráfica es una competencia propia del profesional de ingeniería, por lo cual deberá ser desarrollada la capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por computadora. El desarrollo de estas habilidades y competencias debe preverse de forma transversal en las actividades de distintas asignaturas a lo largo del Plan de Estudio. Asimismo, el Plan de Estudio debe incluir un pronunciamiento explícito sobre el grado de dominio de un idioma extranjero de aplicación técnica, que permita al estudiante leer y comprender textos y literatura relativa a su especialidad, para obtener su titulación.

- **e) Contenidos Optativos**. Son aquellas que permiten brindar flexibilidad al currículo, incluyendo los contenidos conforme a las necesidades emergentes en la profesión y den énfasis al contexto regional.
- f) Extensión Universitaria. Actividades de relación y comunicación bidireccional entre la carrera y la sociedad para generar y transferir conocimiento, brindar asistencia, entre otras, en el ámbito de la profesión. La participación de estudiantes en extensión universitaria puede efectuarse a través de programas, proyectos y actividades sistematizados. La carrera determinará el tipo de actividades a realizar y la carga horaria, que no deberá afectar a la carga horaria de los contenidos mínimos establecidos.
- g) Pasantías Supervisadas. Los estudiantes deben acreditar un período mínimo del orden de 300 horas de práctica profesional en sectores productivos, de investigación/extensión o de servicios, o en proyectos concretos desarrollados por la institución para estos sectores o en cooperación con ellos. Proyecto de Fin de Carrera: Es una actividad de carácter integrador de conocimientos y capacidades del egresado, que debe tener una instancia de evaluación ante un tribunal designado para el efecto. El Proyecto de Fin de Carrera podrá enmarcarse como un proyecto de ingeniería, bajo supervisión docente, y relacionado con un campo profesional en que el egresado pretende desarrollarse, o ser parte de un proyecto de investigación. Se espera que se dediquen al menos 400 horas al proyecto (incluye trabajo guiado, trabajo personal y redacción del informe final relacionado con el mismo).
- h) Formación práctica del Ingeniero. El proceso de enseñanza aprendizaje debe consolidarse con la aplicación de los conocimientos a problemas en situaciones reales, enfatizando la vinculación entre diferentes aspectos para una concepción amplia de los sistemas. Las capacidades deben adquirirse a lo largo del proceso enseñanza-aprendizaje a través de la implementación de

actividades que integren conocimientos teóricos y prácticos para garantizar el logro del perfil propuesto. Las instancias para la integración y aplicación del conocimiento, podrán incorporarse dentro de las asignaturas o en actividades específicas destinadas a ese fin. Se debe incluir un conjunto de experiencias apropiadas en laboratorios, talleres, tareas de campo y visitas técnicas que permitan contrastar los conocimientos teóricos prácticos con los problemas reales de la ingeniería.

3.8.3. Áreas más relevantes de cooperación con el entorno social: Caso Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción"

El Departamento de Ingeniería Civil, Industrial y Ambiental (DICIA) tiene integrado al programa de estudios, el programa de extensión universitaria "Aplicación Humanitaria de las Ciencias y Tecnologías" (AH); se crea en el año 2016 con el objetivo principal de elaborar proyectos de desarrollo sostenible de acuerdo con las necesidades propias de cada comunidad, tecnologías socialmente orientadas e investigaciones aplicadas a la realidad que nos rodea. Estos proyectos de arquitectura e ingeniería están diseñados para crear nuevos espacios o edificaciones, así como propuesta de remodelación, refacción y acondicionamiento. Los trabajos incluyen relevamiento y digitalización, asesoramiento técnico, cómputo y presupuesto, además de consultoría y fiscalización. Lo anteriormente expresado en armonía con el medio ambiente y ajustado a los recursos materiales y humanes locales.

El programa tiene como misión que alumnos y profesores, comprometidos con la realidad social, aporten sus conocimientos a comunidades, instituciones y personas, con quienes trabajan en equipo, para planificar y llevar adelante proyectos civiles, que promuevan el desarrollo social y el respeto a la dignidad humana.

Desde el ámbito de la enseñanza el programa crea un espacio de crecimiento profesional para los alumnos, en que puedan aplicar conocimientos adquiridos durante la formación profesional, mientras desarrollan habilidades y aprenden a trabajar en proyectos multidisciplinarios y aportar al progreso comunitario participativo. Pretende ser reconocido en el país como un programa consolidado de extensión universitaria y servicio de la universidad católica para la sociedad, compuesto por alumnos y profesores que, en alianza con otras organizaciones se compromete con las comunidades mediante proyectos de desarrollo social con resultados visibles. Es un testimonio de compromiso de la comunidad y fuente de inspiración para otras iniciativas.

Otra área de intervención del DICIA es el Medio Ambiente con la Recuperación de Recursos Hídricos, considerando que es un tema de interés de las áreas urbanas de nuestro país.

3.8.4. Contenidos mínimos

Según lo establece la ANEAES, los contenidos temáticos indicados, no pretenden definir un perfil de egreso único, sino señalar los conocimientos básicos reconocidos como indispensables para el desarrollo en el campo profesional, respetando la orientación que cada institución desee dar a la carrera de ingeniería conforme a sus definiciones institucionales. La titulación de ingeniería comprende una carga horaria mínima 4300 horas reloj, incluidas las asignadas a la pasantía supervisada y el proyecto de fin de carrera. Los contenidos descritos dejan oportunidad para diferenciar las carreras e introducir actualizaciones periódicas, en un porcentaje del 20 al 25%.

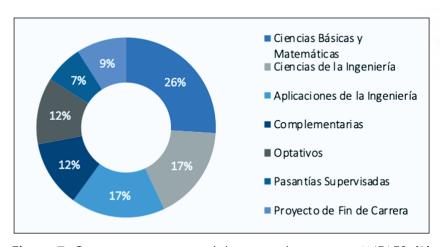


Figura 7. Composición porcentual de contenidos mínimos ANEAES. [1]

3.8.5. Estrategias e instrumentos de evaluación y acompañamiento

Con el fin de lograr los objetivos de la carrera conforme al Perfil de Egreso, se desarrollan en cada semestre 18 semanas de clases basadas en un modelo pedagógico activo, dinámico y participativo, que requieren una asistencia mínima del 75% para tener derecho a examen final.

El estudiante desarrolla las capacidades establecidas como metas, por medio de clases magistrales, presentaciones y lectura, resolución de ejercicios, talleres, exposiciones, análisis y debates de casos prácticos, desarrollo de trabajos de campo y elaboración de informes, todo ello buscando privilegiar la participación de los estudiantes en su proceso de formación, guiados por los docentes. Así también se llevan a cabo visitas técnicas para observar la aplicación práctica de los conocimientos. Diversas cátedras suscitan la asistencia a conferencias y congresos nacionales e internacionales para promover la actualización permanente.

La pasantía profesional supervisada es de carácter obligatorio, los estudiantes aplican los conocimientos teóricos de forma a tener un primer contacto con el mundo laboral.

El plan de estudios de la carrera también contempla una etapa de Extensión Social y de Investigación a través del Centro de Tecnología Apropiada. En la Pasantía Profesional Supervisada los estudiantes aplican los conocimientos teóricos de forma a tener un primer contacto con el mundo laboral. Finalmente se desarrolla un Proyecto Final de Grado.

3.8.6. Descripción de mecanismos de orientación, asesoría y apoyo a estudiantes

La orientación, asesoría y apoyo académico dentro de la carrera se inicia en el Primer Semestre dentro de la Cátedra de Introducción a la Ingeniería donde se presenta a los estudiantes la carrera que han elegido, los requisitos para ser ingeniero, el alcance del título y la gran influencia que tiene en la sociedad el ejercicio de la profesión. Así también se muestra a los alumnos el concepto de diseño en la ingeniería, en qué consiste y las habilidades, aptitudes y actitudes necesarias para realizarlo y los aspectos éticos de la profesión.

A lo largo de la carrera los estudiantes reciben apoyo por medio de:

- Docentes en cada cátedra y según el nivel dentro del plan de estudios.
- Director de Departamento y Coordinador de la Carrera quienes se ocupan del servicio académico específico de la carrera.
- Dirección Académica de la Facultad, nexo entre los Departamentos y el Gobierno de la Facultad en cuestiones académicas.
- Tutoría de docentes del departamento, quienes asesoran a los alumnos en temas académicos y vocacionales.
- Apoyo pedagógico, dirigido por la Unidad Técnica Pedagógica del Departamento.
- Tutorías de alumnos de cursos superiores, dirigidas a estudiantes de los primeros cursos, coordinado por el docente de la cátedra.
- Secretaria Académica, actúa de apoyo a los servicios de la Dirección Académica y del Departamento.

3.8.7. Acciones encaminadas a la actualización curricular

La actualización curricular permanente se logra a partir de los insumos generados de las encuestas a estudiantes, egresados, docentes y empleadores quienes contribuyen con sus realidades. Por otro lado, el aporte de ASIBEI y TUNING es así mismo relevante en la formación de los ingenieros, para la internacionalización de programas y homogeneizar los procesos educativos.

3.8.8. Referencias

[1] ANEAES. Criterios de Calidad para las Carreras de Ingeniería Aprobado por Resolución N° 08/07 del Consejo Directivo 17 de diciembre de 2007. Actualizado por Resolución N° 213 del Consejo Directivo en fecha 19 de julio de 2018.

[2] ESTATUTO Y REGLAMENTO 2015. Universidad Católica "Nuestra Señora de la Asunción".

3.9. Caso Portugal²¹

Um dos principais objetivos de Portugal para 2020 deve ser o de atingir 40% de diplomados de ensino superior na faixa etária 30-34. Em 2013, eram ainda 29%, enquanto a média europeia atingia os 37%. Esse grande desígnio nacional é acompanhado por políticas de estímulo ao emprego jovem, de atração de recursos humanos qualificados e de dinamização de comunidades de inovação, com o envolvimento ativo de instituições de ensino superior, empregadores e atores sociais e económicos.

A progressiva democratização do Ensino Superior construída nas últimas décadas foi conseguida, apesar da escassez de recursos em muitos períodos, com o trabalho persistente, sério e exigente de muitos. Este tipo de cultura de trabalho é a base de desenvolvimento de uma sociedade do conhecimento e tem de ser valorizada e fomentada. A modernização sistemática do Ensino Superior português passa necessariamente, pela articulação com as orientações que presidem à aposta na cultura, na ciência e no conhecimento, incluindo:

- A persistência nas políticas públicas apostadas na qualificação superior de ativos, incluindo os recursos para o desenvolvimento do Ensino Superior num contexto de exigente consolidação orçamental;
- A ação metódica de avaliação e acreditação independente de instituições e ciclos de estudo, tendo por base critérios de referência internacional cuja adoção permita a desburocratização dos procedimentos;
- A aposta na internacionalização, quer no sentido do estabelecimento de parcerias estratégicas de colaboração com instituições estrangeiras, quer no sentido da atração de estudantes e investigadores estrangeiros;

²¹ José Carlos Quadrado (Instituto Politécnico de Porto, IPP) y Armando Pires (Instituto Politécnico de Setúbal, IPS).



- O reforço contínuo da abertura à sociedade civil e aos mercados de trabalho, consagrando práticas sistemáticas de relacionamento interinstitucional, incluindo estágios de trabalho, flexibilização de horários e currícula, modernização pedagógica, assim como o estabelecimento de consórcios e a otimização contínua dos processos de governo das instituições públicas. Deve, neste sentido, ser promovido o gumento da participação e da responsabilidade de membros externos às instituições nos seus órgãos de governo;
- O estímulo à adoção de sistemas de gestão flexível pelas instituições, com promoção de valorização das boas práticas.

A consolidação do ensino superior como motor de progresso futuro depende ainda de políticas públicas estáveis, consensualizadas e focadas no desenvolvimento científico do País e na sua crescente abertura e relevância internacional, assim como na garantia da autonomia das instituições científicas e de ensino superior. Requer a modernização contínua e sistemática das aprendizagens dos estudantes, a disponibilidade das universidades e politécnicos para proceder à reestruturação das respetivas redes e da oferta formativa à escala nacional e regional, promovendo a qualidade e tornando ainda mais eficiente o uso dos recursos públicos.

A consolidação do ensino superior exige ainda uma total articulação entre as políticas de desenvolvimento dos sistemas científico e de ensino superior, devendo as instituições ser dotadas de condições materiais e de governação para o efeito, com o consequente aumento do nível de responsabilização e exigência. Para concretizar estes objetivos Portugal encontra-se a desenvolver as seguintes medidas fundamentais:

3.9.1. Alargar e democratizar o acesso ao ensino superior

Presentemente em Portugal estamos num processo de alteração curricular do ensino superior visando a sua modernização e adequação aos novos contextos, nomeadamente tendo como objetivo:

- Alargar a base de recrutamento dos candidatos ao ensino superior e a qualificação dos portugueses, estimulando a aprendizagem ao longo da vida e valorizando um quadro diversificado de instituições universitárias e politécnicas, tendo em conta as grandes alterações na oferta formativa que estão a acontecer à escala global;
- Criar um programa de apoio à mobilidade no ensino superior e a estudantes deslocados que associe Estado, universidades e municípios;
- Estimular o ensino à distância nas instituições de ensino superior, de forma a que este possa representar um modelo alternativo e efetivo, nomeadamente face aos objetivos de qualificação superior de ativos.

3.9.2. Os novos estímulos no ensino superior

Reativar um pacto de confiança no ensino superior, incluindo uma prática de financiamento aliada a contratos a estabelecer em função de projetos institucionais e estimulando a cooperação interinstitucional. Este pacto tem como objetivos:

- Estimular um quadro de financiamento estável a longo prazo, com base em objetivos e com definição plurianual, envolvendo financiamentos-base, projetos de modernização pedagógica, projetos de reforço de equipamentos e infraestrutura;
- Assegurar uma avaliação adequada do regime jurídico das instituições de ensino superior, reforçando a autonomia das instituições e o regime fundacional e garantindo a sua diversificação institucional;
- Estimular uma melhor integração entre ensino e investigação;
- Incentivar o processo de contínuo melhoramento da rede pública de estabelecimentos e programas, através de processos de reforço, cooperação ou associação entre instituições, e tendo em conta critérios de cobertura territorial, procura social, especialização e internacionalização;
- Garantir um quadro de longo prazo para reforçar a autonomia das instituições, nomeadamente a administrativa e financeira, o reforço e estímulo à adoção do regime fundacional pelas instituições de ensino superior públicas, o estabelecimento de consórcios e a otimização contínua do sistema de governo das instituições públicas, consagrando a responsabilidade de membros externos às instituições nos seus órgãos de governo;
- Promover uma melhor integração entre as instituições de ensino superior e as políticas de desenvolvimento regional.

3.9.3. Criar condições para a renovação de docentes e especialistas nas instituições de ensino superior

O Ministério do Ensino Superior defende o lançamento de um novo programa de apoio à atração e renovação contínua de docentes e de especialistas para as instituições de ensino superior, que estimule mecanismos de recrutamento mais competitivo, de promoção e qualificação interna e de "joint appointments" com custos partilhados. Este programa deve estar articulado com as medidas de promoção do emprego científico não precário e beneficiar da introdução de mecanismos de contratações compensadas pela reforma parcial de docentes do quadro. Este programa tem como principais objetivos:

- Mais emprego qualificado com um incentivo claro ao rejuvenescimento e renovação das instituições de ensino superior;
- Maior capacidade de transferência de conhecimento, com impacto social e económico;



- Aumentar a mobilidade de docentes do ensino superior;
- Avaliar o desenvolvimento das carreiras nas instituições de ensino superior aos objetivos de reforçar a interação entre o ensino e a investigação e a ligação ao tecido económico e social.

3.9.4. Melhoria dos níveis de sucesso educativo no ensino superior

Com a alteração sistémica das estruturas curriculares, pretende-se:

- Criar um programa de apoio à modernização pedagógica, através de concurso para projetos de base competitiva, garantindo a implementação sistemática de práticas pedagógicas verdadeiramente centradas no estudante e estimulando a sua autonomia:
- Aprofundar e especializar a formação pedagógica dos docentes do ensino superior, garantindo a formalização do trabalho sistemático e estimulando projetos de modernização pedagógica em todas as áreas do conhecimento e a cooperação entre instituições;
- Incentivar programas com elevada flexibilidade curricular e segundo as melhores práticas internacionais (designadamente com adoção de major/minor) com o objetivo de estimular a adequação das formações aos desafios que emergem.

3.9.5. Reforçar os instrumentos de internacionalização das instituições de ensino superior

A alteração das estruturas curriculares defende o reforço dos instrumentos de internacionalização do conhecimento, em particular parcerias internacionais, acompanhados de mecanismos transparentes de avaliação dos resultados e dos seus impactos. Esta medida procura:

- Incluir instrumentos de apoio à dinamização de parcerias para acesso aos programas de financiamento de mobilidade (Erasmus+ e outros), assim como iniciativas para a criação de circulação entre estudantes do ensino superior de língua portuguesa.
- Estimular o reforço de parcerias internacionais, mas também a criação de instrumentos de acesso a plataformas de financiamento da mobilidade;
- Desenvolver um programa específico de apoio à criação e desenvolvimento de redes temáticas entre instituições universitárias com parceiros internacionais, de que é um bom exemplo as redes de engenharia como a ASIBEI;
- Reforçar o apoio à divulgação internacional das instituições de ensino superior, promovendo Portugal como destino de formação superior graduada e pós-graduada, no espaço da língua portuguesa e em outros idiomas.

3.10. Caso Uruguay^{22, 23}

La ingeniería se entiende como el conjunto de conocimientos científicos, humanísticos y tecnológicos de base fisicomatemática, que con la técnica y el arte analiza, crea y desarrolla sistemas y productos, procesos y obras físicas, mediante el empleo de la energía y materiales para proporcionar a la humanidad con eficiencia y sobre bases económicas, bienes y servicios que le den bienestar con seguridad y creciente calidad de vida, preservando el medio ambiente y respetando los derechos de los trabajadores.

El objetivo fundamental de los planes de estudio de ingeniería es la formación de profesionales dotados de preparación suficiente para insertarse en el medio profesional y capacitados para seguir aprendiendo, acompañando la evolución científica, tecnológica y social, y perfeccionándose para abordar actividades más especializadas y complejas. Ello implica apuntar a preparar ingenieros con una fuerte formación básica y básico-tecnológica. Por lo tanto, se hace énfasis en una sólida formación analítica, que permita una comprensión profunda de los objetos de trabajo. También es necesario desarrollar la metodología para realizar medidas y diagnósticos en forma rigurosa, así como la capacidad de formulación de modelos, que permitan interpretar la realidad para actuar sobre ella. Lo anteriormente descrito unido a una buena capacidad de síntesis, buscarán crear en el egresado una actitud creadora e innovadora. Se considera parte de la formación profesional la comprensión de la función social de la profesión y la ética en el uso de los conocimientos y de los recursos naturales, incluyendo el trabajo.

El sesgo hacia una actitud creadora e innovadora requiere necesariamente de docentes de alta dedicación a la universidad, investigadores en sus áreas, complementados por docentes profesionales de tiempo parcial.

Los egresados de un plan de estudio de ingeniería podrán desarrollar en forma autónoma tareas de ingeniería de proyecto, mantenimiento, producción o gestión de complejidad relativa, así como integrarse al trabajo en equipo para la realización de las mismas actividades en situaciones de mayor complejidad, tanto por sus características como por su escala. Será en los estudios posteriores al grado, o a través de su propio trabajo, donde, sin perjuicio de evolucionar aún en su capacidad de análisis, los egresados fortalezcan el buen nivel ya adquirido en

²³ Se tomó como referencia la Universidad de la República por ser la más antigua y la de mayor número de programas de ingeniería en Uruguay.



²² María Simón. Decana Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, Montevideo, Uruguay.

las capacidades de sintetizar y crear. Para apoyar a la superación profesional la Institución ofrecerá a sus egresados instancias de actualización y de formación de posgrado académicas o profesionales.

3.10.1. Duración de las carreras de ingeniería y requisitos de las titulaciones

La unidad básica de medida de avance y finalización de las carreras de ingeniería es el crédito. Se define el crédito como la unidad de medida del tiempo de trabajo académico que dedica el estudiante para alcanzar los objetivos de formación de cada una de las unidades curriculares (cursos) que componen el plan de estudios, teniendo la formación previa necesaria. Se emplea un valor del crédito de 15 horas de trabajo estudiantil (según la ordenanza de grado de la Universidad de la República, Uruguay), que comprende las horas de clase o actividad equivalente, y las de estudio personal. El mínimo exigido en los planes de estudios es 450 créditos. Se prevé un avance de 90 créditos por año en promedio, considerando que el estudiante tiene una dedicación al estudio no menor a 40/45 horas semanales. Se consideran grandes áreas temáticas en las que se clasifican las actividades curriculares de los estudios de las carreras de ingeniería. En particular, áreas de formación básica (por ejemplo: Matemática, Física y Química); áreas de formación básico-tecnológica; áreas de formación tecnológica; y áreas de formación complementaria. Se define además el mínimo de créditos que se exige en cada una de estas áreas. Los currículos son aprobados por las comisiones de carrera para cada ingeniería. Las condiciones académicas que debe cumplir un estudiante para recibir el título de Ingeniero son: tener un currículo aprobado por la comisión de carrera; cumplir los mínimos por áreas de formación y sus agrupamientos; y reunir al menos 450 créditos.

3.10.2. Conceptos generales de todas las carreras de ingeniería

- Los cursos tienen normalmente una duración semestral. Puede haber cursos anuales cuando la unidad temática haga inconveniente la división en módulos más breves o haya otros motivos fundados.
- Los planes de estudio se organizan en áreas de formación, entendidas cada una de ellas como conjunto de conocimientos que por su afinidad conceptual y metodológica, conforman una porción claramente identificable de los contenidos de cada plan de estudios. Pueden identificarse con áreas de conocimientos disciplinarios, áreas temáticas, experiencias de formación, etc. Las actividades integradoras, tales como proyectos o pasantías, son áreas de formación que introducen al estudiante en las tareas que se desarrollarán en la actividad profesional. Asimismo, permiten integrar los conocimientos adquiridos y contribuyen a la adquisición de habilidades específicas. En toda área de formación existen contenidos a incorporar y habilidades o actitudes a

- adquirir. En cada área se buscará identificar ambas componentes. Las áreas de formación podrán clasificarse en grupos.
- Las áreas de formación comprenden diferentes unidades curriculares, entendiendo por éstas los cursos, seminarios, talleres, pasantías, que componen cada plan de estudios.
- La Institución aprobará oportunamente las unidades curriculares a desarrollar, a propuesta de los órganos correspondientes y con el asesoramiento de las comisiones de carrera.
- La Institución podrá revisar, cuando lo considere necesario, el número de créditos adjudicado a una unidad curricular. Esta revisión no podrá implicar la pérdida de créditos ya obtenidos.
- Deben especificarse las áreas de formación que componen cada plan de estudios, así como el número mínimo de créditos que deberé obtenerse en cada una de ellas y en sus diferentes agrupamientos.
- Las unidades curriculares son elegidas por los estudiantes, cumpliendo con los mínimos requeridos para cada área de formación y para cada grupo, de modo de constituir un conjunto que posea una profundidad y coherencia adecuadas. Esto se asegura mediante la aprobación del currículo correspondiente
- Las unidades curriculares pueden elegirse entre los cursos que dicten la Facultad de Ingeniería u otros órganos de la Universidad, o entre los ofrecidos por otras instituciones de enseñanza, que sean aceptados por los mecanismos que la reglamentación disponga.
- Los currículos son itinerarios de formación previstos en el diseño curricular que cumplen con la finalidad de brindar grados de autonomía a los estudiantes de acuerdo a sus intereses y necesidades de formación, que resultan pertinentes para el campo disciplinario y profesional. Para facilitar esta elección se proporciona al estudiante ejemplos de implementación. Asimismo se indica, por los mecanismos que la reglamentación determine, cuáles de las unidades curriculares ofrecidas resultan fundamentales para la conformación del currículo.
- El currículo debe comprender unidades curriculares no tecnológicas complementarias que introduzcan al estudiante en otros aspectos de la realidad.
- Las actividades integradoras incluyen: proyectos en los que el estudiante sintetiza conocimientos y ejercita su creatividad; algunas de estas actividades y siempre que sea posible se ubican lo más tempranamente dentro del currículo. Habrá un proyecto de fin de carrera o alternativa equivalente que buscará impulsar la capacidad de ejercer la profesión; pasantías, consistentes en actividades con interés desde el punto de vista científico o tecnológico, sin pretender originalidad, cuya intensidad, duración y modalidad serán reglamentadas. Las pasantías brindan a los estudiantes una experiencia de trabajo profesional; trabajos monográficos o constructivos, que sin tener la dimensión de un proyecto, desarrollen la capacidad de

trabajo personal y de integración de temas de varias unidades curriculares; actividades de extensión.

3.10.3. Orientaciones pedagógicas generales

Con relación a los procesos de enseñanza y de aprendizaje que incorporan los nuevos planes de estudios, la formación a impartir tiene en cuenta la teoría y la práctica, buscando articulación entre ellas de manera de lograr el desarrollo de habilidades y destrezas que correspondan al perfil del egresado. Para esto se proponen instancias de coordinación entre el equipo docente con el fin de articular de forma efectiva los diversos aspectos del currículo: contenidos, actividades, formas de enseñanza y de evaluación.

Se utilizan diversas modalidades de enseñanza entre las que se encuentran: la modalidad presencial, semipresencial y a distancia. Las diversas actividades de enseñanza abarcan entre otras, clases magistrales, teóricos participativos, prácticos, trabajo en laboratorio, seminarios, pasantías, proyectos. Se busca orientar la enseñanza promoviendo la participación activa de los estudiantes. Esto implica incorporar al aula metodologías de enseñanza en las que el enfoque está centrado en la participación del estudiante. A través de las diversas modalidades se integra, cuando corresponde, la enseñanza con la investigación y la extensión en directa relación con la realidad social en la que está inserta la carrera. Se pretende promover el aprendizaje a través de la resolución de problemas concretos, tarea a realizarse principalmente en grupos de forma de estimular el trabajo en equipo, frecuente en la actividad profesional. Se busca el desarrollo del pensamiento crítico y de una conducta ética modelada a través del accionar docente y de la Institución, de manera que sean aplicados en la resolución de problemas de ingeniería y al desarrollo de un compromiso con la sociedad.

En el diseño de cada programa de curso se seleccionan y jerarquizan los contenidos atendiendo a un equilibrio entre profundidad y extensión en el abordaje. Se incorporan diferentes tipos de contenidos a enseñar, que tengan en cuenta todos los aspectos de cada disciplina de estudio: el conceptual, el procedimental y el actitudinal. Esto lleva a desarrollar las metodologías de enseñanza y de evaluación que resulten adecuadas a cada tipo de contenido. La evaluación implica un doble propósito. Por un lado la función formativa, durante los procesos de enseñanza y de aprendizaje, y por otro lado la función verificadora o acreditadora, al finalizar los procesos de enseñanza y de aprendizaje. Se habilitan diferentes modalidades e instrumentos de evaluación, generando los espacios adecuados para la retroalimentación como instancia integrada a la enseñanza y al aprendizaje. Los instrumentos se seleccionan según la pertinencia al tipo de contenido que se vaya a evaluar, diseñados con criterios de validez, confiabilidad y consistencia con los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

4. El papel del docente en la definición del perfil del ingeniero iberoamericano

4.1. La formación del profesorado de ingeniería y su contribución al cambio

Desde hace años se ha venido insistiendo en que la profesión docente requiere, también, una formación específica que prepare para el ejercicio de la misma. Dicho de otra forma, se hace patente la necesidad de la profesionalización del profesorado universitario. Es importante, como indican muchos autores, el dominio de conocimientos, es decir aquello que se tiene que enseñar; pero no es suficiente, además es preciso conocer a los alumnos y tener un bagaje amplio relacionado con las aptitudes y actitudes de éstos, conocer diferentes métodos e instrumentos que contribuyan a la mejora de la docencia y a un aprendizaje eficaz de los alumnos, conocer también aspectos vinculados a la investigación e innovación educativa, ya que ésta más que un método es una "actitud". La innovación como decía P. Drucker (1990), "no busca subsanar errores, suprimir instituciones, creencias o valores, sino que trata de alcanzar nuevos logros a partir de hábitos, creencias y valores tradicionales; la innovación es esencialmente un método para identificar lo nuevo que es posible y el modo de alcanzarlo". La innovación siempre es renovación y progreso (Bravo, y otros, 2013)

Lograr que una determinada institución como la universidad, en la Europa del conocimiento y avanzado el siglo XXI, aprenda y logre retos permanentes, requiere liderazgo, entendiendo como tal un "proceso" de influencia y autoridad en lo que enseña, innova, investiga y forma. El empowerment es un modo de gestionar y liderar, es a la vez un proceso que permite captar ideas y deseos del personal, favoreciendo sus capacidades y habilidades para lograr metas institucionales, individuales, grupales y de desarrollo profesional, con cierto compromiso colectivo para que, entre todos, busquemos el logro de dichas metas comunes.

Dos de los grandes retos que el sistema universitario actual debería afrontar tienen que ver con aspectos derivados de la función formativa: uno lo podemos centrar

en la estabilización del EEES (Espacio Europeo de Educación Superior), afianzando los cambios estructurales, organizativos y metodológicos que el denominado "Proceso Bolonia" ha supuesto. Y un segundo se puede atribuir a la adaptación de las enseñanzas universitarias a un entorno tecnológico en red, en el que cada vez tienen mayor relevancia la formación virtual. A ellos se une la situación española, europea y mundial de crisis económica que, sin duda, afecta de múltiples maneras a todos los ámbitos, y está repercutiendo claramente en los recursos disponibles en el ámbito universitario.

Como en otras ocasiones a lo largo de la historia de la humanidad, la universidad en todos los países del mundo deberá priorizar objetivos formando a las nuevas generaciones no solo con independencia creativa y atrevida sino manteniendo una actitud crítica y activa, como investigadores y, también, profesionales emprendedores y gestores comprometidos, que mantengan el recinto universitario como centro de debates y espacio público que permita la generación de iniciativas válidas para una sociedad en constante cambio. En esta situación actual y compleja en la que nos movemos, los profesores que formamos a otros profesores, debemos aportar ideas, imaginación, ilusión, ganas, trabajo, esfuerzo y dedicación.

No obstante, lo anterior, algunos de los retos que se exigen hoy a las universidades europeas deben situarse en un nuevo escenario concreto y tener en cuenta alqunos parámetros que pueden servir de elementos de referencia como el "peso" que hoy tiene el hecho de disponer de equipos cualificados y con perfiles de formación cada vez más diversificados y polivalentes, con grandes e importantes docentes, pero también prestigiosos investigadores de tecnología avanzada.

Otra de las metas que debe perseguir en este momento cualquier organización, incluida la organización universitaria, es la canalización y coordinación de esfuerzos para lograr un incremento en la productividad. Uno de los puntos fundamentales y casi eje vertebral debería ser la coordinación de la acción, si no hay buena comunicación y coordinación entre equipos el logro será menor. Para que el cambio sea de verdad, enfocado hacia una enseñanza auténticamente activa, con implicación de todo el profesorado, mayor uso de las tecnologías, tutorías activas y prácticas. En definitiva, que logremos, entre todos, ofrecer resultados que incrementen la calidad de salida de los alumnos y que éstos se inserten en la vida laboral con la productividad y eficacia que necesita el sector productivo. En nuestra opinión, será posible si existe una formación y actualización del profesorado de manera continuada y dentro de un "proceso" formativo y unas políticas generales, para todos y en las que se valore la formación para que se sepa asumir el cambio que se espera de su actuación docente, innovadora e investigadora.

Como vemos, la formación del profesorado y más aún en las ingenierías está presente a través de programas de formación que se ofrecen en España desde los institutos de ciencias de la educación, como es nuestro caso, o en instituciones similares en otros países. En este Centro gozamos de una larga trayectoria y experiencia de algo más de cuarenta años de existencia y en el que, después de estudiar y analizar en varias ocasiones las necesidades formativas del profesorado, hemos venido programando acciones de perfeccionamiento planteadas siempre como un "reto permanente" de renovación y desde una propuesta compleja basada en formación inicial, con un curso permanente y de larga duración, enfocando los contenidos y la propia metodología en el desarrollo de habilidades y competencias docentes, en los jóvenes ingenieros y arquitectos, además del desarrollo de capacidades que contribuyan en su futura profesión docente.

Los contenidos que se imparten en este tipo de cursos tanto en formación inicial como continua permiten desarrollar, también, en ellos ciertas capacidades tales como: la creatividad, es decir que sean capaces de ser innovadores, que sepan descubrir y ser creadores, etc.; desarrollar en ellos el pensamiento convergente que permita la integración de datos estableciendo prioridades en la solución de problemas y en la toma de decisiones. También, por qué no, contribuir en el desarrollo del pensamiento divergente o capacidad para descubrir más de una respuesta para cada problema. La capacidad de análisis y síntesis, habilidades tremendamente útiles en las ingenierías, les permitirá descomponer el todo en partes y posteriormente establecer relaciones entre ellas; sería seguir, como pauta, el aprendizaje experiencial que tanto aplicamos en nuestra propia metodología de enseñanza.

En formación inicial como en formación continua del profesorado también contribuimos a desarrollar en ellos la capacidad para trabajar en grupo fomentando grupos interdisciplinares desarrollando las habilidades de comunicación, capacidad indispensable en el mundo moderno y global. También en esta formación y en un mundo en red, como el actual, se requiere tanto del profesorado como del alumnado la puesta al día de los incalculables recursos que están disponibles, recursos que deben ser manejados con rigor y habilidad, de manera que sea posible su integración como conocimiento y saber. Son oportunidades o exigencias derivadas de la entrada en la "era digital", frente a las creencias típicas de las sociedades de naturaleza más analógica. La tecnología siempre ha sido uno de los motores de la sociedad en respuesta a necesidades y desafíos que cada momento histórico presenta a su generación y más aún en las universidades puramente tecnológicas.

4.2. La docencia de calidad y el desarrollo académico de los profesores

A partir de investigaciones recientes, se identifican elementos que caracterizan y están presentes en una docencia de calidad. En cuanto a los profesores se encuentra que éstos deben tener las siguientes características (Duque & Celis, 2012):

CARACTERÍSTICA	DEFINICIÓN
Comprensión disciplinar	Comprensión del objeto de estudio, de lo que se espera enseñar.
Conocimiento adicional del objeto de estudio	Conocimiento necesario para poder enseñarlo, relacionado con visiones de la disciplina, su historia, su conexión con otras.
Conocimiento pedagógico sobre lo que se enseña ²⁴ o el sello pedagógico de la disciplina ²⁵ :	 a) Creencias y concepciones que tienen los estudiantes sobre el tema objeto de estudio, así como dificultades de los estudiantes sobre lo que se enseña. b) Estrategias efectivas que le facilitan a los estudiantes comprender los conceptos y desarrollar habilidades de pensamiento superiores y metacognición. c) Empleo de apoyos tecnológicos para potenciar los procesos de aprendizaje. d) Estrategias para monitorear y evaluar el progreso del estudiante en la temática y fortalecer los procesos de evaluación del y para el aprendizaje. e) Modelos sobre cómo aprenden los estudiantes la disciplina.
Conocimiento circular	Conocer dónde se encuentra inserta la respectiva asignatura y cuál es su propósito curricular.

Es evidente que, para lograr el aprendizaje, los maestros que enseñan las disciplinas deben conocer la disciplina que enseñan mucho más a fondo de lo que se debe impartir a los estudiantes. La pedagogía en la enseñanza de los contenidos de cada disciplina se logra con sustento en la investigación didáctica de las disciplinas involucradas. Es por esto por lo que la participación de ingenieros y científicos es fundamental para definir lo que se debe aprender, para formar profesores, y para participar en la didáctica de estas disciplinas.

También resulta fundamental que el profesor tenga una comprensión de teorías generales sobre el aprendizaje humano. Esta comprensión es importante, pues le permite al profesor un mayor entendimiento y capacidad de análisis de las diferentes estrategias específicas propuestas en el marco del PCK. De igual manera, en el reconocimiento de atributos adicionales a los cognitivos, se hace referencia a valores profesionales tales como (Duque & Celis, 2012):

²⁴ PCK-Pedagogical Content Knowledge (Shulman, 1986)

²⁵ Kreber & Castleden, 2009.

- 1. Compromiso con altos logros en enseñanza.
- 2. Respeto por los estudiantes y por su desarrollo y "empoderamiento".
- 3. Compromiso con el desarrollo de comunidades de aprendizaje de estudiantes y profesores.
- 4. Compromiso con una reflexión continua y evaluación alrededor de la práctica de enseñanza y su correspondiente mejoramiento.

En el Pew National Fellowship Program for Carnegie Scholars en los Estados Unidos (citado en (Kreber, 2002) se definió que una buena práctica docente se caracteriza por tener objetivos educacionales claros, contar con una preparación adecuada, hacer uso apropiado de métodos, producir resultados significativos y demostrar efectividad.

Por otra parte, las tradicionales encuestas a los estudiantes sólo representan un componente de una docencia de calidad y, en consecuencia, no pueden dar una indicación de calidad por sí solos. Como explica Páramo, son variados los factores que intervienen en la evaluación que el estudiante hace de un curso y su profesor, muchos de ellos con poca relación con la calidad de la enseñanza. Los resultados de los estudiantes en los exámenes propuestos y calificados por el propio profesor tampoco son apropiados, pues es el profesor que sería evaluado a partir de los juicios que él mismo emite sobre el aprendizaje de sus estudiantes; claramente, se presenta un conflicto de interés. La mayoría de las propuestas para reconocer la calidad en la docencia parecen centrarse en dos instrumentos (Felder, 2000): el portafolio del profesor y el desempeño de los estudiantes en pruebas realizadas por terceros o de carácter estandarizado (Duque & Celis, 2012).

Si bien el segundo camino parece el más indicado, pues finalmente lo que se busca es aumentar los niveles de competencia de los estudiantes, es importante reconocer que evaluar aprendizajes tiene limitaciones importantes. En primer lugar, la evaluación en general requiere de un gran esfuerzo institucional que muy pocas veces se realiza en la magnitud requerida y sobre una población suficientemente grande. En segundo lugar, debido a la naturaleza del aprendizaje humano, son múltiples los factores que intervienen en el nivel de desempeño de un estudiante: desde sus antecedentes de aprendizaje, conectados fuertemente a su entorno familiar y social, hasta situaciones coyunturales presentes. Los desempeños de los estudiantes varían con el tiempo, y, además, no se obtienen los mismos resultados si la evaluación se hace al final de un curso que unos meses después. En este contexto, resulta complejo y, de hecho, es peligroso buscar asignar una relación de causalidad inmediata entre la acción particular de un profesor universitario y el resultado del aprendizaje de los estudiantes en el marco de un curso particular.

Por estas razones la alternativa del portafolio ha ido ganando algún terreno. Esta alternativa se basa en la premisa de que es el profesor quien debe recoger eviden-



cias suficientemente rigurosas y sistemáticas que le permitan afirmar que su acción docente ha sido eficaz. En esta perspectiva, las evaluaciones se pueden articular con información complementaria que le permita a pares evaluar y proponer recomendaciones.

Actividades de formación práctica más relevantes

La intensidad de la formación práctica prevista en la estructura curricular de una carrera de ingeniería, marca un distintivo de la calidad del programa de que se trate, por lo cual resulta deseable que dicha estructura contemple explícitamente la cantidad de horas destinadas para tales actividades. No obstante, considerando la diversidad de títulos y de modalidades para la enseñanza de las diversas carreras, aparece como aconsejable la fijación de valores mínimos, lo cual deja algún grado de libertad a las unidades académicas para adecuar la intensidad de la formación práctica al perfil del profesional que aspiran a formar (Albina, 2005).

La formación práctica en las carreras de grado de ingeniería en Argentina debe tener una carga horaria de al menos 750 horas, especificadas para los 4 grupos siguientes: formación experimental, resolución de problemas de ingeniería, proyecto y diseño, y práctica profesional supervisada. Las horas que se indican para cada uno de ellos constituyen el mínimo exigible a todos los programas de ingeniería, reconociéndose casos donde este número podría incrementase significativamente. Esta carga horaria no incluye la resolución de problemas tipo ordinario de las materias de ciencias y tecnologías básicas. Se valora positivamente una mayor dedicación actividades de formación práctica, sin descuidar la profundidad y rigurosidad de la fundamentación teórica.

Se establecen exigencias que garanticen una adecuada actividad experimental vinculada con el estudio de las ciencias básicas, así como tecnologías básicas y aplicadas. Este aspecto abarca tanto la inclusión de las actividades experimentales en el plan de estudios considerando la carga horaria como la disponibilidad de infraestructura y equipamiento. Se incluye un mínimo de 200 horas de trabajo en laboratorio y/o campo que permita desarrollar habilidades prácticas en la operación de equipos, diseño de experimentos, toma de muestras y análisis de resultados.

Resolución de problemas de ingeniería:

Los componentes del plan de estudios deben estar adecuadamente integrados para conducir al desarrollo de las competencias necesarias para la identificación y solución de problemas abiertos de ingeniería. Se define como tal a aquellas situaciones reales o hipotéticas cuya solución requiere la aplicación de los conocimientos de las ciencias básicas y de las tecnologías. Todo programa debe incluir al menos en las tecnologías básicas y aplicadas 150 horas para esta actividad y constituye la base formativa para que el alumno adquiera las habilidades para encarar diseños y proyectos.

Actividades de proyecto y diseño:

Como parte de los contenidos se incluye en todo programa una experiencia significativa mínima de 200 horas en actividades de proyecto y diseño de ingeniería. Se entienden por tales, las actividades que empleando ciencias básicas y de la ingeniería llevan al desarrollo de un sistema, componente o proceso, satisfaciendo una determinada necesidad y optimizando el uso de los recursos disponibles.

Práctica supervisada en los sectores productivos y/o de servicios: Se asigna un tiempo mínimo de 200 horas de práctica profesional en sectores productivos y/o de servicios, o bien en proyectos concretos desarrollados por la institución educativa para estos sectores o en cooperación con ellos.

5. Perfil de egreso del ingeniero iberoamericano

Competencias genéricas de egreso

La definición de un perfil de egreso para el ingeniero iberoamericano ha suscitado durante los últimos años la creación de consensos en la comunidad académica de la región. ASIBEI, como faro orientador para las instituciones de los países integrantes, promulgó en el año 2013 la Declaración de Valparaíso motivada en la necesidad de contar con lineamientos comunes regionales en cuanto a competencias genéricas de egreso, y que orienten los procesos de búsqueda y definición de los perfiles en cada país, facilitando la integración regional y los acuerdos de movilidad e intercambio.

Las competencias se entienden como las capacidades de articular eficazmente un conjunto de esquemas (estructuras mentales) y valores, permitiendo movilizar (poner a disposición) distintos saberes, en un determinado contexto con el fin de resolver situaciones profesionales. Aluden a capacidades complejas e integradas, están relacionadas con saberes (teórico, contextual y procedimental), se vinculan con el saber hacer (formalizado, empírico, relacional), están referidas al contexto profesional (entendido como la situación en que el profesional debe desempeñarse o ejercer), están referidas al desempeño profesional que se pretende (entendido como la manera en que actúa un profesional técnicamente competente y socialmente comprometido), y permiten incorporar la ética y los valores en el perfil del profesional que se busca formar. Bajo este marco, el diseño por competencias o su integración en el Plan de Estudios ayuda a vigorizar el saber hacer requerido a los ingenieros (CONFEDI, 2014).

Con la Declaración de Valparaíso, se adoptaron las Competencias Genéricas de Egreso del Ingeniero Iberoamericano propuestas por CONFEDI, que contempla 10 competencias genéricas, complejas e integradas:

COMPETENCIAS GENÉRICAS DE EGRESO COMPETENCIAS SOCIALES, POLÍTICAS COMPETENCIAS TECNOLÓGICAS Y ACTITUDINALES Identificar, formular y resolver problemas de ingeniería. 6. Desempeñarse de manera efectiva en 2. Concebir, diseñar y desarrollar proyectos equipos de trabajo. de ingeniería (sistemas, componentes, Comunicarse con efectividad. productos o procesos). Actuar con ética, responsabilidad Gestionar-planificar, ejecutar y controlar profesional y compromiso ingeniería (sistemas, proyectos de considerando el impacto económico, componentes, productos o procesos). social y ambiental de su actividad en el 4. Utilizar de manera efectiva las técnicas y contexto local y global. herramientas de la ingeniería. Aprender en forma continua y autónoma. 5. Contribuir a la generación de desarrollos 10. Actuar con espíritu emprendedor. tecnológicos y/o innovaciones tecnológicas.

Las competencias genéricas pueden ser desagregadas partiendo desde su complejidad holística hasta su descomposición en componentes adecuados para una implementación curricular:

ESQUEMA PARA DESAGREGAR COMPETENCIAS

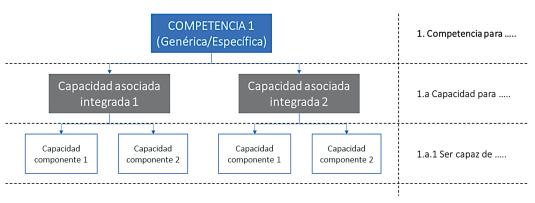


Figura 8. Esquema de desagregación de competencias.

5.2. Enseñanza orientada al desarrollo de competencias

Para favorecer el desarrollo de competencias, el primer paso es tener claridad sobre cuáles son las competencias que deben ser consideradas en todos los estudios de ingeniería y específicamente en cada terminal o especialidad. Ello supone pensar la formación de grado del ingeniero desde el eje de la profesión, es decir



desde el desempeño, desde lo que el ingeniero efectivamente debe ser capaz de hacer en los diferentes ámbitos de su quehacer profesional y social en sus primeros años de actuación profesional (CONFEDI, 2014).

Para ello se requiere tener en cuenta las necesidades actuales y potenciales del país, de la sociedad y del medio laboral. De manera de sumar, a las lógicas de aprendizaje y trabajo académicas, tanto las lógicas del mundo del trabajo como las lógicas del mundo económico, social y político.

Facilitar el desarrollo de competencias de manera explícita durante el proceso de formación supone revisar las estrategias de enseñanza y de aprendizaje, de manera de garantizar que los estudiantes puedan realizar actividades que les permitan avanzar en su desarrollo. Al mismo tiempo, se hace necesario revisar el proceso de evaluación con vistas a incluir estrategias que permitan evaluar y acreditar el desarrollo de competencias. Ello supone que, además de obtener evidencias de aprendizajes vinculados a disciplinas específicas, será necesario obtener evidencias del desarrollo de las competencias (entendidas como un hacer complejo), lo cual requerirá del diseño de situaciones de evaluación adecuadas.

Todo ello supone modificaciones al rol docente tradicional, ya que se necesita desarrollar el papel de facilitador de situaciones de aprendizaje y evaluador del desarrollo de las competencias que se incluyan. Para lo cual el docente deberá revalorizar la etapa de planificación en equipos responsables del desarrollo de las actividades curriculares.

Dado todo lo mencionado previamente, la incorporación del desarrollo de competencias en la enseñanza de la ingeniería requiere un trabajo previo de análisis y discusión. Esto implica, por un lado, un trabajo de puesta en común de los cambios u objetivos buscados, con los docentes y, por otro, un programa institucional de formación y capacitación para todos los involucrados. Un sistema de apoyo y seguimiento que debe operar previo y durante la implementación de forma de asegurar una trasformación real en el cumplimiento de los objetivos buscados. De lo contrario se corre el riesgo de caer en una visión simplista que termine en el mejor de los casos, en una tabla que relacione contenidos con competencias y una suma de nuevas actividades a las tradicionalmente realizadas, sin lograr el fin buscado.

Es necesario investigar más a fondo sobre lo que se debe enseñar en ingeniería, qué problemas debemos resolver y cómo se puede hacer más efectiva la forma de enseñar. De acuerdo con National Research Council, los aspectos básicos a contemplar dentro del marco conceptual de educación STEM incluyen prácticas e ideas que confluyen en distintas disciplinas. Como prácticas científicas y de ingeniería: proponer preguntas y definir problemas, desarrollar y usar modelos,

planear y desarrollar investigaciones, analizar e interpretar datos, usar matemáticas y pensamiento computacional, construir explicaciones y diseñar soluciones, argumentar con base en evidencias, y obtener, evaluar y comunicar información. Como conceptos transversales: patrones, causa y efecto (mecanismos y explicaciones), escalas, proporciones y cantidades, sistemas y modelos de sistemas, energía y materia, estructura y función, estabilidad y cambios. Diseño tecnológico. Relación entre ingeniería, tecnología, ciencia y sociedad.

5.3. Delimitación de la formación de grado

Para la delimitación de la formación de grado, desde el punto de vista de la formación en competencias, es fundamental tener en cuenta dos cosas:

Discriminar entre competencias de egreso y competencias profesionales

Cabe mencionar que las Competencias de Egreso se desarrollan a través de las prácticas pre-profesionales realizadas por los estudiantes a lo largo del trayecto curricular que componen sus estudios académicos, orientadas a capacitarlos para una efectiva inserción laboral. Esto implica un determinado nivel de desarrollo o grado de dominio de las competencias del recién graduado. En contraposición, las competencias profesionales se terminan de desarrollar a través de las prácticas profesionales que el ingeniero realiza durante el ejercicio de su profesión a lo largo de varios años y suponen un nivel de desarrollo o grado de dominio superior al anterior.

Desde el punto de vista del desarrollo de competencias, el propósito formativo del plan de estudios de la carrera estaría definido por el perfil de competencias de egreso necesario para la inserción laboral del recién graduado. Dado que las competencias de egreso se refieren al recién graduado, se busca un grado de desarrollo de las mismas adecuado pero no óptimo (lo cual requiere de la experiencia laboral), razón por la cual la adquisición del nivel establecido puede ser alcanzado aun cuando no se hayan adquirido todas las capacidades implicadas.

Reconocer la relación existente entre las actividades reservadas al título y las competencias de egreso

Las actividades reservadas al título definen aquellas actividades que legalmente están reservadas para los profesionales con una determinada titulación. Este marco cubre cualquier actividad profesional, de la naturaleza y envergadura que fuere. Esto de ninguna manera implica que el recién graduado deberá estar capacitado

para realizar competentemente cualquiera de ellas. Baste recordar que ni siquiera un ingeniero con un par de años de experiencia profesional está en condiciones de realizar de manera competente cualquier trabajo ingenieril posible. Las obras de cierta envergadura requieren de mayores conocimientos y experiencia. Esto es fundamental tenerlo presente al definir el perfil de competencias de egreso, para no sobrecargar de contenidos los planes de estudios.

Por otro lado, las competencias de egreso no deben estar limitadas solamente al marco de las Actividades reservadas al título ya que la formación académica es de naturaleza integral y no solamente técnica.

De acuerdo con cifras de INEP (Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira) para 2015 el 23% de los graduados de programas de ingeniería en Brasil eran mujeres, mientras que en Estados Unidos ésta cifra es apenas del 19.9% (según ASEE). Continuando con los datos de INEP de 2015, el número de cursos de ingeniería representa sólo el 11.6% del total de programas de Educación Superior, y sólo el 7% de los graduados corresponde a egresos de programas de ingeniería. La deserción es también un problema de gran relevancia. De acuerdo con INEP, se estima que en 2016 por cada 1000 candidatos a programas de ingeniería, ingresan 175 y logran graduarse apenas 95.

5.4. Perfil de egreso

El ingeniero no solo debe saber, sino también saber hacer. El saber hacer no surge de la mera adquisición de conocimientos, sino que es el resultado de puesta en marcha de una compleja estructura de conocimientos, habilidades y destrezas, que requieren ser reconocidas en el proceso de aprendizaje para que la propuesta pedagógica incluya las actividades que permitan su desarrollo. Trabajar por competencias o integrarlas de manera intencional, supone un marco que facilita la selección y tratamiento de los contenidos.

El diseño por competencias ayuda a vigorizar el saber hacer requerido a los ingenieros. La formación de grado se propone desarrollar aquellas competencias que debería poseer el recién graduado y en el nivel de desarrollo adecuado al inicio de su trayecto profesional. Los egresados deben continuar su formación a lo largo de la vida.

El intercambio y la movilidad académica son herramientas claves para la formación de profesionales con visión nacional y supranacional, ya que permite a los estudiantes conocer sistemas académicos distintos y diversas realidades económicas y sociales.

Uno de los principios en los que se basa el intercambio de estudiantes es la flexibilidad. El reconocimiento académico y la movilidad, basado en planes de estudio centrados en contenidos, es altamente burocrático y rígido, desalentando estas experiencias. La inclusión o el énfasis de las competencias en los currículos, hacer suponer que, sumado a la confianza académica entre las instituciones (que viene dado a partir de los procesos de acreditación), otorgaría mayor flexibilidad a los planes de estudio, facilitando el reconocimiento académico y la movilidad (CONFEDI, 2014).

El ingeniero debe ser capaz de actuar en la cadena productiva: transformar materias primas, conocimientos e ideas en bienes o servicios, de manera sustentable. Debe ser un proyectista de soluciones, saber qué hacer con lo que se aprendió: competencias. Integrar aprendizaje activo con pensamiento de diseño. Con iniciativas de emprendimiento que favorezcan la creación de empresas, aun cuando el sistema educativo no está estructurado para desarrollar esta competencia en los jóvenes.

Para formar por competencias es necesario que la teoría y la práctica estén enmarcadas en un contexto. Para esto se deben desarrollar actividades de aprendizaje orientadas en ambientes específicos (laboratorios, oficinas, herramientas tecnológicas, empresas) de manera autónoma o con acompañamiento docente. Lograr un paradigma conciliador entre el mundo empresarial y el académico.

Para articular la empresa y la universidad es necesario el acompañamiento a los egresados mediante educación continuada. El graduado responde, en el marco de estándares internacionales, a las necesidades de un país. Es necesario preparar a los egresados para la cuarta revolución industrial, vigilando que lo que se está enseñando no pierda vigencia con el tiempo debido a los avances tecnológicos.

La construcción de riqueza depende de la consolidación de un ecosistema propicio de productividad e innovación que requiere de la participación de todos los ciudadanos, todos con buenos niveles de educación (contrario a visiones de educación de calidad sólo para las élites), por lo que el sistema de ciencia, tecnología e ingeniería es crucial.

La urgencia de formar ciudadanos que estén inmersos en una sociedad marcada por los avances en ciencias e ingeniería. La infraestructura, y la calidad de la educación básica y superior, son los pilares fundamentales para la competitividad. De muchas formas, la ingeniería es central en la calidad de vida de los ciudadanos de un país. La educación tiene relación con el crecimiento económico, la competitividad de una sociedad en un mercado globalizado y la salud de una democracia. La inclusión de aspectos de ingeniería y tecnología en la educación de todos los

ciudadanos se ve sustentada en que gran parte de las decisiones de la sociedad del siglo XXI tienen una fuerte relación con estos temas.

Es importante emprender acciones desde ya, incluso si no se tienen datos precisos de las necesidades y condiciones existentes. Si se espera hasta obtener datos para orientar con mayor precisión los recursos, en una o dos décadas, será muy tarde para emprender acciones que permitan evitar la dependencia del conocimiento que generan otros países y el costo del acceso a ese conocimiento.

6. Incursión en el mundo laboral

6.1. Las prácticas empresariales como herramienta de formación

Conviene resaltar una vez más que las políticas formativas universitarias han acabado generalizando los periodos de prácticas a los planes de estudio porque hemos podido constatar que dichos periodos enriquecen el aprendizaje y la formación ya que permiten "saber más, saber hacer más (posibilidad de manejar los recursos con mayor destreza en contextos reales), ser mejor individualmente (sentirse más cercano a la idea de profesional que se pretende ser) y estar en mejores condiciones de colaborar con otras personas. No obstante, para que los beneficios descritos en este apartado sean reales se requiere de un importante esfuerzo, tanto por parte de la universidad como de las empresas colaboradoras, para garantizar el carácter formativo de las prácticas y la correcta gestión y seguimiento de las mismas. En el siguiente apartado se describen los diferentes "agentes/tutores" que deben participar en dicho seguimiento, así como las funciones de cada uno de ellos (Hernández & Salvador, 2009).

Beneficios para el estudiante

Las prácticas en empresas son una pasarela idónea entre el mundo académico y el profesional, ya que permiten al estudiante aplicar los conocimientos y habilidades adquiridas en las aulas a contextos y concretos y le enseñan los primeros pasos en la cultura del esfuerzo y del éxito tan importantes en el mundo empresarial.

Suponen una mayor motivación del estudiante en las aulas debido a que encuentra un mayor significado y aplicación práctica a las materias que estudia. Permiten una mejor comprensión de los contenidos teóricos como consecuencia de haberse enfrentado previamente a experiencias reales. Estos dos aspectos hacen que el mayor beneficio de las prácticas en empresas se obtenga si estas están interca-

ladas a lo largo de la carrera y no, como en ocasiones se justifica, cuando se realizan una vez finalizados los estudios universitarios.

Permiten al estudiante desarrollar modos de hacer propios del ámbito profesional (trabajo en equipo, supervisión, liderazgo, cultura empresarial, fomento de la cultura emprendedora, etc.), siendo en este caso la empresa el "profesor" más cualificado para enseñar este tipo de destrezas.

Uno de los aspectos más interesantes de las prácticas externas es el carácter multidisciplinar de las mismas, pues obligan al estudiante a enfrentarse a situaciones de mayor o menor complejidad cuya resolución exige, en la mayoría de las ocasiones, la puesta en valor de gran parte de los conocimientos adquiridos hasta el momento en la titulación. Este aspecto obliga al estudiante aplicar una metodología clara y bien estructurada, lo que potencia su capacidad de análisis y la toma de decisiones.

Permiten al estudiante tener una visión global y de conjunto sobre el mundo del trabajo y la situación de la profesión, así como la identificación de aquellas disciplinas/áreas de conocimiento en las que presenta lagunas de conocimiento significativas. Además, esta primera experiencia profesional también ayuda al estudiante para clarificar sus preferencias en aras de un futuro y más definitivo empleo.

Aumentan las posibilidades encontrar un primer empleo, evitando así, aunque parcialmente, la barrera que exige experiencia profesional previa a la obtención de un trabajo. Además, le permiten conocer contactos que le pueden ser de utilidad para su inserción en el mundo laboral. La experiencia adquirida durante las prácticas puede ser incorporada a su Currículum Vitae como aval en la búsqueda de empleo.

Beneficios para la universidad

Permiten un acercamiento de la universidad a la realidad empresarial e institucional de su entorno. Suponen un primer paso en la relación universidad-empresa que puede ser el origen de una colaboración posterior más amplia en otros campos como la realización de proyectos de I+D+I, contratos de prestación de servicios, formación continua y especializada de profesionales, etc.

Proporcionan una información muy valiosa que puede ser empleada para la definición de los planes de estudio de forma que estos se adapten en la medida de lo posible a las necesidades formativas específicas del entorno empresarial que rodea la universidad.

Permiten a la universidad detectar en una primera aproximación los nichos profesionales de mayor demanda, permitiendo así, por un lado, diseñar las estrategias que garanticen la inserción laboral de los futuros egresados y, por otro lado, diseñar los cursos de especialización adecuados orientados hacia formación permanente de profesionales.

Beneficios para las empresas/entidades colaboradoras

Las prácticas externas suponen un método eficaz como medio para inserciones laborales futuras que pretenda realizar la empresa. Durante las prácticas, las empresas aprovechan para formar al estudiante en aspectos concretos de su negocio y sector de forma que se minimice el periodo de formación "profesional" normalmente requerido tras la finalización de los estudios universitarios.

Permiten un acercamiento entre el mundo universitario y el mundo empresarial, que puede plasmarse en una colaboración futura más amplia (proyectos de I+-D+I, formación continua especializada de empleados, etc.) así como en un mayor acercamiento entre la formación universitaria y sus necesidades específicas.

Colabora con la universidad, y por tanto con la sociedad, en la formación de los futuros profesionales cualificados, siendo por tanto una parte importante en el desarrollo socioeconómico del entorno que la rodea. La empresa obtiene una visión externa y crítica de su actividad por parte de personal cualificado (estudiantes) ajeno a la misma. También facilitan la actualización continua de metodologías, procedimientos, etc., a través de los conocimientos/ideas aportados por el estudiante.

Beneficios para la sociedad

Las prácticas en empresas permiten que en el complejo sistema formativo basado en la educación superior universitaria participen todos los agentes implicados en el desarrollo social, tecnológico y económico de la región/país, desde los empleadores (empresas/instituciones) hasta la institución generadora del conocimiento (universidad) y los futuros profesionales (estudiantes).

Permiten adaptar en mayor o menor medida la formación universitaria a las necesidades particulares y concretas del sector productivo ubicado en el entorno, facilitando así la generación de riqueza en dicho entorno. Garantizan un mejor futuro en cuanto a que posibilitan una mejor formación de los futuros profesionales, así como una mayor vinculación de éstos con la región geográfica donde se han formado.

Los aspectos anteriores son especialmente relevantes en el contexto económico y social mundial en el que actualmente nos encontramos, en el cual la crisis global a la que nos enfrentamos ha permitido una vez más identificar la formación de calidad como uno de los pilares básicos en los que debe sustentarse la sociedad del futuro. En este contexto es necesaria la implicación no solo de las instituciones de educación superior sino también del resto de gaentes participantes (empresas, asociaciones empresariales, cámaras de comercio, administración, etc.) y de la sociedad en su conjunto.

6.2. Caso Colombia²⁶

La importancia de los egresados dentro de la composición de las instituciones de educación superior ha variado fuertemente como consecuencia de la consideración que ese estamento tiene como factor determinante de calidad en los procesos de acreditación. No obstante, subsisten dificultades que impiden que los egresados puedan contribuir plenamente al desarrollo de los compromisos misionales de las instituciones y los programas, especialmente desde su papel como contactos de la academia con la sociedad, el gobierno y el sector productivo. La rápida evolución de la educación superior y, especialmente, el reconocimiento del compromiso de autoformación y educación permanente para responder a los cambios impuestos por el desarrollo científico y tecnológico determinan para los egresados un comportamiento dinámico que demanda acompañamiento y evaluación permanentes.

Una variable que determina el éxito de las instituciones de educación superior, tanto en la evaluación del cumplimiento de sus promesas misionales, como en el ingreso y permanencia dentro de los escalafones y clasificaciones internacionales en boga, es la agilidad del tránsito de sus egresados hacia el mercado laboral. Para ejercer la profesión en Colombia es necesario un título de ingeniero obtenido en el país, en cualquiera de las especialidades de ingeniería, como requisito para matricularse y obtener la tarjeta profesional²⁷ correspondiente. Igualmente, pueden ejercer la profesión los ingenieros extranjeros egresados de IES reconocidas y cuyos países de origen tenga vigentes tratados o convenios sobre reciprocidad de títulos, y quienes convaliden su título de ingeniero ante el Ministerio de Educación Nacional.

²⁶ Julio César Cañón R. (Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia) y Jaime Salazar Contreras (Secretario Ejecutivo ASIBEI).

²⁷ Puede consultarse la Ley 842 de 2003 https://copnia.gov.co/nuestra-entidad/normatividad/ley-842-de-2003

En Colombia, como parte de la estructura de información del Sistema de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior, se creó el Observatorio Laboral de la Educación OLE, http://www.graduadoscolombia.edu.co/html/1732/w3-channel.html un sistema de información especializado, concebido para facilitar el análisis de la pertinencia laboral de los programas de educación superior, a partir del seguimiento a los graduados del país para determinar las condiciones y modalidades de inserción en el mercado laboral colombiano.

Este sistema de información hace parte del conjunto de instrumentos dispuestos por el Ministerio de Educación Nacional para recoger, procesar, analizar y publicar información acerca de variables tales como:

- Oferta de graduados
- Perfil de los graduados
- Ingreso mensual promedio
- Vinculación al sector formal de la economía

A partir de la información disponible en el Observatorio Laboral de la Educación, algunos gremios y medios de comunicación adelantan análisis sectoriales que muestran tendencias y ofrecen resultados de interés para los responsables de la gestión de instituciones y programas de formación de ingenieros. Un estudio publicado por la revista Semana Educación en junio de 2016 https://www.semana.com/educacion/articulo/cuanto-gana-un-ingeniero/479928 señala que en Colombia hacen falta ingenieros. Algunos expertos consultados aseguran que las empresas en el país tienen dificultades para contratar, por la escasa cantidad de ingenieros que se están graduando de las universidades. No obstante, los ingenieros señalan malas condiciones del mercado laboral, particularmente por los bajos salarios y las modalidades de contratación existentes. La vinculación a las empresas se consigue por periodos muy cortos, o como parte de equipos de trabajo que se disuelven al terminar los proyectos, sin ofrecer garantías de continuidad.

El panorama laboral para los ingenieros en Colombia no es uniforme. Los ingresos y las posibilidades para conseguir empleo dependen de variables como la especialidad de ingeniería, la universidad de origen y la región del país en la que se gradúen. Las diferencias se perciben entre los ingenieros egresados de universidades privadas y públicas, independientemente de los resultados obtenidos en las pruebas de estado Saber Pro y de la figuración de las instituciones <u>en los rankings internacionales</u>. En 2016 hubo cerca de 417.000²⁸ graduados frente a 189.000

²⁸ Esta cifra incluye los graduados a nivel técnico profesional, tecnológico, universitario, especialización, maestría y doctorado, según el Observatorio Laboral del Ministerio de Educación Nacional. Se estima que de ese total de graduados, 40.000 corresponde a ingenieros.

en 2007 y aún, bajo este panorama, las tasas de vinculación laboral superan el 76% para personas con pregrado y el 90% para personas con posgrado.

El primer sueldo de un ingeniero de minas, por ejemplo, fue en promedio de US\$ 986,30²⁹ en el 2014, según las cifras del Observatorio Laboral. No obstante, el sueldo aumenta con los años, a los seis años de experiencia es de US\$ 1.385,56, y a los diez años de US\$ 1.934,14. Las cifras son cercanas, pero un poco más bajas, para otras ingenierías como la Mecánica, Eléctrica, Industrial y de Sistemas. Pero, por otra parte, según el Observatorio Laboral, algunas ingenierías, como la pesquera, están lejos de alcanzar los US\$418.

Pero presentar únicamente el promedio devengado podría omitir el abismo salarial que se abre entre los ingenieros, de acuerdo con las universidades en las que se graduaron. Un ingeniero industrial de la Universidad de los Andes gana en promedio, apenas recibe el diploma, US\$1.202,05; mientras que uno de la Universidad Nacional de Colombia, US\$ 659,79; y uno de la Universidad Francisco de Paula Santander de Cúcuta, US\$ 527,55.

Los sueldos de los ingenieros en las regiones son mucho más bajos que en las grandes ciudades. Por ejemplo, los ingenieros industriales de la Universidad del Sinú, Pamplona, Magdalena o La Guajira, no ganan más de US\$ 418, apenas se gradúan. La explicación podría estar relacionada con las oportunidades laborales en las ciudades, y con las diferencias en los costos de vida.

El OLE revela que la acreditación institucional resulta determinante para alcanzar mayores tasas de vinculación y mejores salarios de enganche laboral. Para el 2016, la tasa de vinculación laboral de los graduados de Instituciones de Educación Superior acreditadas fue del 84%, mientras que la de instituciones no acreditadas fue del 78%. Los salarios de los graduados de las Instituciones de Educación Superior acreditadas fueron 37% más altos que los de egresados de Instituciones no acreditadas.

Un resultado interesante destaca que, en 2015, el 73,5% de los ingenieros recién graduados obtuvo su primer empleo antes de tres meses, siendo las redes de familiares, amigos o conocidos y la iniciativa propia los canales de búsqueda más efectivos. En cuanto al tipo de contrato para la vinculación laboral, según cifras de 2015, el 51,6% de los recién graduados de la educación superior que se encuentran empleados tienen contrato a término indefinido y el 24,6% a término fijo.

²⁹ La tasa representativa del mercado TRM para el año 2014 fijada por el Banco de la República a 31 de diciembre de 2014, fue de COP 2.392,46 por dólar americano.

Dentro de las principales dificultades a las que se enfrentan los recién graduados al momento de conseguir trabajo es la carencia de la experiencia necesaria (51,2%) seguido del bajo salario ofrecido (15,9%). De otra parte, sobre sus expectativas a largo plazo, el 36,6% de los encuestados piensa continuar estudios de posgrado, el 28,5% desea trabajar y el 20,1% espera crear una empresa.

6.3. Caso Ecuador³⁰

La incursión en el mundo laboral parte desde el diseño de la carrera, el cual debe estar respaldado por meticulosos estudios actuales y prospectivos, que consideran como uno de los aspectos la empleabilidad que tendrán los futuros profesionales. Esta parte es regulada por el Consejo de Educación Superior, como parte del proceso de aprobación de carreras o sus rediseños.

Por otra parte, las instituciones de educación superior mantienen sistemas de seguimiento a sus graduados, lo cual a su vez está considerado en los modelos de evaluación institucional y de carreras que se aplican en Ecuador. Estos modelos consideran la gestión que realiza la institución de educación superior respecto de la recopilación de información valiosa de sus graduados, que puede redundar en la definición e implementación de planes de acción para el mejoramiento de la calidad de la carrera, mejoramiento del currículo, efectividad en la inserción profesional y prestigio de la institución (28).

Las instituciones de educación superior, en uso de su autonomía, establecen los mecanismos y procesos que consideran más adecuados, para lograr dichos objetivos.

Las IES demuestran diferentes niveles de desarrollo; sin embargo, en la mayoría de IES se mantiene información relacionada con sus graduados: empleabilidad, salarios, sectores donde se encuentran trabajando, retroalimentación acerca del aprendizaje recibido en la universidad, sugerencias de mejora, entre otros. Esta información sirve para la toma de decisiones, por ejemplo en lo que corresponde a la gestión de Bolsa de Empleo.

Existen profesionales que deciden abrazar la carrera académica, esto está regulado por el Reglamento de Carrera y Escalafón del Profesor e Investigador del Sistema de Educación Superior RCEPISES, que considera todos los aspectos relacionados con la carrera del profesor.

³⁰ Jaime Calderón Segovia (Presidente ASECEI, Rector Escuela Politécnica Nacional) y Bryan Ruíz (Escuela Politécnica Nacional).



En Ecuador, un profesor en la escala más baja en el sistema de educación superior público, no puede ganar menos de USD 1.676; y el profesor en la escala más alta, no puede superar los USD 5.353.

6.4. Caso España³¹

La incursión en el mundo laboral de los egresados de una titulación termina siendo uno de los elementos de medida de la calidad de la educación que ofrece una universidad. En este punto se presentan tres temas concretos: el primero, la aparición de nuevas titulaciones de ingeniería que no dan lugar a atribuciones profesionales, y su competencia con las antiguas titulaciones de ingeniería, en segundo lugar, el papel de los egresados en la mejora de las titulaciones, y en tercer lugar, el rol que pueden tener asociaciones de alumni.

De cualquier modo, quiero reseñar que la mayor parte de los egresados en las áreas de ingeniería, siguen obteniendo trabajo en su ámbito durante el primer año de titulación. Durante los momentos más agudos de la crisis económica (de 2008 a 2011) hubo una gran cantidad de egresados de ingenierías españolas que tuvieron que salir a otros países (fundamentalmente a países europeos), pero ahora mismo se está produciendo un retorno paulatino de dichos ingenieros.

Comenzando por el primer punto a tratar, en España, las titulaciones clásicas de ingeniería, cuyos contenidos básicos vienen definidos por las normas CIN mencionadas en el capítulo 4, otorgan las atribuciones necesarias para el ejercicio de la profesión. Tras la puesta en marcha del Espacio Europeo de Educación Superior, el nivel de Ingeniero Técnico se consigue mediante la consecución de un grado (típicamente 4 años y 240 ECTS), mientras que el nivel de Ingeniero Superior se adquiere mediante la consecución de un máster (mínimo de 5 años y 300 ECTS, aunque en la práctica muchas universidades han optado por un itinerario de 6 años (4+2). Junto a las titulaciones que dan lugar a atribuciones profesionales, léase Ingeniero Industrial, Ingeniero de Telecomunicación, Ingeniero Aeronáutico ..., cohabitan nuevas titulaciones, ya sea de nivel de grado o de máster, que no otorgan al graduado la capacidad de ejercer una profesión regulada (y por tanto la posibilidad de colegiarse).

Estas nuevas titulaciones, muchas de ellas, reconocidas como titulaciones oficiales aceptadas por las distintas agencias autonómicas de acreditación, tienen una capacidad de atracción de los estudiantes mejor que las titulaciones clásicas. Todavía es muy pronto para valorar cuál va a ser la aceptación del mercado laboral de

³¹ Manuel Sierra Castañer (Universidad Politécnica de Madrid).

los egresados de estas nuevas titulaciones con respecto a las antiguas. De hecho, todavía muchos alumnos optan por las titulaciones que dan lugar a las profesiones reguladas ante esta incertidumbre. Sin embargo, mi percepción de cara al futuro es que cada vez más la liberalización y desregulación del mercado laboral van a hacer más atractivos los egresados de estas nuevas titulaciones porque normalmente se adecúan mejor a los movimientos del mercado.

El tercer bloque de titulaciones son los denominados títulos propios, que ofrecen todas las universidades españolas, y que, sin estar reconocidas por un organismo oficial, y por lo tanto, no poder dar lugar a estudios de nivel superior (máster o doctorado en su caso), ni poder dar lugar a trabajo en la administración pública con el nivel oficial correspondiente, sí tienen la virtud de adaptarse muy rápidamente a las necesidades del mercado laboral. Títulos realizados en colaboración de universidad y empresa son una muy buena opción para la formación permanente y actualización de ingenieros con experiencia en el mercado laboral.

Como se puede observar, la entrada en vigor del Sistema de Bolonia ha dado lugar a un mapa flexible de titulaciones en España dentro del ámbito de la ingeniería que permiten adaptarse a necesidades de empresas y de alumnos en distintas etapas de su vida.

El segundo punto a tratar es el rol de los egresados en las reacreditaciones de las titulaciones oficiales. En todos los procesos de evaluación de las titulaciones es cada vez más importante la visión que tienen estos egresados, y es usual la participación de éstos en las distintas mesas de evaluación. En el sistema español se observa que la visión de los egresados de ingeniería un año después de terminar los estudios universitarios es mejor que justo en el momento de terminación, y esta percepción de la calidad y utilidad de los estudios va mejorando a partir de ese momento. El asentamiento de los conocimientos, junto a la capacidad de tener una visión más global de la titulación, junto a la constatación de que las capacidades adquiridas en la universidad permiten al ingeniero afrontar problemas complejos son los principales motivos de esta mejora de la percepción de los estudios de ingeniería.

Y enlazando con el punto anterior nos encontramos con el papel de las redes de alumni. Un tratamiento activo de estas redes de antiguos alumnos permite que los planes de estudio de las distintas titulaciones se adecúen de manera más dinámica a las necesidades rápidamente cambiantes del mercado laboral. Cada vez más universidades en España están creando este tipo de redes y dotándoles de un papel relevante en la definición y redefinición de planes de estudios.

En definitiva, España ha realizado un cambio profundo en los currículos universitarios, y estamos en la fase de evaluación de cómo son las capacidades de los

egresados en esta nueva etapa. Todavía es pronto para extraer conclusiones definitivas sobre la calidad de los mismo y su adecuación al mercado laboral, pero los primeros indicios nos dicen que nuestros alumnos siguen manteniendo una base de conocimiento de los fundamentos de la ingeniería profundos, a la vez que han mejorado en otras competencias relacionados con la capacidad de comunicación, el trabajo en equipo y la interacción con otras disciplinas.

6.5. Caso México³²

El objetivo fundamental del seguimiento a egresados y a las empresas empleadoras es obtener información que permita a las Instituciones Educativas tomar decisiones que mejoren las condiciones de formación académica de sus estudiantes, mediante la actualización permanente de los planes y programas de estudio.

Cada IES define su propia visión y misión en la formación de ingenieros, sin embargo, a continuación, se presenta una definición que pudiese englobar el concepto de misión, esto es, "Generar recursos humanos con una formación integral académica, con un sentido ético y humanista que los compromete a mantenerse actualizados permanentemente, capaces de resolver problemas en el ámbito de su competencia, así como de realizar investigación acorde a las necesidades de la sociedad".

6.5.1. Egresados y oferta

Los estudiantes son la razón de ser de toda IES, por lo que todas las acciones van encaminadas a brindarles las mejores condiciones y herramientas que les permitan ser personas íntegras, y que colaboren en el correcto desarrollo de la sociedad. Es por lo que se hace necesario incluir dentro de las decisiones de mejora, la opinión de los exalumnos, como actores principales del proceso de formación de estudiantes.

También la vinculación con empresas empleadoras es fundamental, ya que son éstas quienes brindan información sobre las necesidades del mercado laboral y establecen los estándares sobre los cuales deben conducirse los procesos educativos, por lo tanto, sus aportaciones son importantes para mantener actualizados, entre otros aspectos, los perfiles de las carreras.

³² Carlos A. Escalante. Presidente de ANFEI y Decano Facultad de Ingeniería Universidad Nacional Autónoma de México.

En particular, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Autónoma de México (FI-UNAM), cuenta con un Programa de Vinculación con Egresados y Empleadores, que realiza funciones de seguimiento e intercambio.

A continuación, se presentan los resultados promedio obtenidos de la encuesta realizada en el año 2018 a los egresados de doce de los programas académicos de la FI-UNAM, los cuales son indicadores muy importantes de la inserción de sus egresados al mundo laboral. Es importante mencionar que las encuestas se aplicaron a exalumnos con un mínimo de cinco años de egreso.

6.5.2. Resultados promedio de las doce carreras

El 81% de los encuestados tiene entre 28 y 30 años de edad. Las siguientes cifras se referirán al total de los encuestados: 74% son hombres y 26% mujeres, 78% tuvo empleo al concluir sus estudios, al 55% le llevó menos de 6 meses insertarse al campo laboral, 46% menciona que la falta de experiencia profesional fue el principal problema que enfrentó en la búsqueda de su primer empleo, 37% dice que el medio para conseguir trabajo fue a través de una relación personal y el 23% a través de un portal de empleo, 48% obtuvieron en su primer empleo un ingreso mensual neto en el rango desde \$261.00 a \$ 520.00 dólares y el 28% en el rango desde \$521.00 a \$ 1,040.00 dólares, el 1% tuvo en su primera ocupación profesional una posición de primer nivel (Nivel superior o estratégico tal como Director General, Dueño o socio de una empresa y/o despacho y Gerente/ Director de área), el 17% en una posición de segundo nivel (Nivel medio o táctico tal como Analista especializado, Coordinador, Jefe de Departamento, Subgerente/Subdirector de Area y Supervisor) y el 83% una posición de tercer nivel (inferior u operativo, tal como Asistente, Ayudante, Empleado no profesional, Empleado profesional, Por cuenta propia no profesional y Profesional independiente). Por otra parte, el 64% contesto que su trabajo tiene una coincidencia alta o total con su formación profesional. Finalmente, con referencia a su empleo actual, el 42% recibe un ingreso mensual neto en el rango desde \$521.00 a \$ 1,040.00 dólares, 29% en el rango desde \$1,041.00 a \$ 1,820.00 dólares y el 8% en el rango desde \$1,821.00 a \$2,600.00 dólares.

Respecto a los resultados particulares de cada una de las doce carreras, se tienen los siguientes indicadores:

Ingeniería en Civil

El 88% de los encuestados tiene entre 28 y 30 años de edad. Las siguientes cifras se referirán al total de los encuestados: 73% son hombres, 89% tuvo empleo al concluir sus estudios, al 52% le llevó menos de 6 meses insertarse al campo laboral, 52% menciona que la falta de experiencia fue el principal problema que enfrentó en la búsqueda de su primer empleo, 45% dice que el medio para con-

seguir trabajo fue a través de una relación personal, 56% obtuvieron en su primer empleo un ingreso mensual neto en el rango desde \$261.00 a \$520.00 dólares, el 77% consiguió en su primera ocupación profesional posiciones de tercer nivel (inferior u operativo), 53% contesto que su trabajo coincide totalmente con su formación; finalmente, con referencia a su empleo actual, el 48% recibe un ingreso mensual neto en el rango desde \$521.00 a \$1,040.00 dólares y el 24% en el rango desde \$1,041.00 a \$1,820.00 dólares.

Ingeniería en Computación

El 82% de los encuestados tiene entre 28 y 30 años de edad. Las siguientes cifras se referirán al total de los encuestados: 75% son hombres, 88% tuvo empleo al concluir sus estudios, al 50% le llevó menos de 6 meses insertarse al campo laboral, 53% menciona que la falta de experiencia fue el principal problema que enfrentó en la búsqueda de su primer empleo, 36% dice que el medio para conseguir trabajo fue a través de una relación personal, 52% obtuvieron en su primer empleo un ingreso mensual neto en el rango desde \$261.00 a \$ 520.00 dólares, el 86% consiguió en su primera ocupación profesional posiciones de tercer nivel (inferior u operativo), 48% contesto que su trabajo coincide totalmente con su formación; finalmente, con referencia a su empleo actual, el 36% recibe un ingreso mensual neto en el rango desde \$521.00 a \$ 1,040.00 dólares y el 35% en el rango desde \$1,041.00 a \$ 1,820.00 dólares.

Ingeniería Eléctrica Electrónica

El 78% de los encuestados tiene entre 28 y 30 años de edad. Las siguientes cifras se referirán al total de los encuestados: 89% son hombres, 63% tuvo empleo al concluir sus estudios, al 54% le llevó menos de 6 meses insertarse al campo laboral, 60% menciona que la falta de experiencia fue el principal problema que enfrentó en la búsqueda de su primer empleo, 29% dice que el medio para conseguir trabajo fue a través de un portal de empleo y el 20% por una relación personal, 60% obtuvieron en su primer empleo un ingreso mensual neto en el rango desde \$261.00 a \$ 520.00 dólares, el 94% consiguió en su primera ocupación profesional posiciones de tercer nivel (inferior u operativo), 31% contesto que su trabajo coincide totalmente con su formación; finalmente, con referencia a su empleo actual, el 40% recibe ingresos mensuales en el rango desde \$521.00 a \$ 1,040 dólares y el 23% en el rango desde \$1,041.00 a \$ 1,820.00 dólares.

Ingeniería Geofísica

El 79% de los encuestados tiene entre 28 y 30 años de edad. Las siguientes cifras se referirán al total de los encuestados: 93% son hombres, 77% tuvo empleo al concluir sus estudios, al 54% le llevó menos de 6 meses insertarse al campo laboral, 23% menciona que la falta de experiencia fue el principal problema que enfrentó en la búsqueda de su primer empleo, 46% dice que el medio para conseguir trabajo fue a través de una relación personal, 25% obtuvieron en su primer

empleo un ingreso mensual neto en el rango desde \$261.00 a \$520.00 dólares, el 77% consiguió en su primera ocupación profesional posiciones de tercer nivel (inferior u operativo), 54% contesto que su trabajo coincide totalmente con su formación; finalmente, con referencia a su empleo actual, el 31% recibe ingresos mensuales en el rango desde \$521.00 a \$1,040.00 dólares y el 31% en el rango desde \$1,041.00 a \$1,820.00 dólares.

Ingeniería Geológica

El 50% de los encuestados tiene entre 28 y 30 años de edad. Las siguientes cifras se referirán al total de los encuestados: 50% son hombres, 80% tuvo empleo al concluir sus estudios, al 60% le llevó menos de 6 meses insertarse al campo laboral, 30% menciona que la falta de experiencia fue el principal problema que enfrentó en la búsqueda de su primer empleo, 50% dice que el medio para conseguir trabajo fue a través de una relación personal, 50% obtuvieron en su primer empleo un ingreso mensual neto en el rango desde \$521.00 a \$ 1040.00 dólares, el 75% consiguió en su primera ocupación profesional posiciones de tercer nivel (inferior u operativo), 50% respondió que su trabajo coincide totalmente con su formación; finalmente, con referencia a su empleo actual, el 20% recibe ingresos mensuales en el rango desde \$521.00 a \$ 1,040.00 dólares y el 40% en el rango desde \$1,041.00 a \$ 1,820.00 dólares.

Ingeniería Geomática

El 100% de los encuestados tiene entre 28 y 30 años de edad. Las siguientes cifras se referirán al total de los encuestados: 67% son hombres, 100% tuvo empleo al concluir sus estudios, al 100% le llevó menos de 6 meses insertarse al campo laboral, 67% que la deficiencia en habilidades interpersonales fue el principal problema que enfrentó en la búsqueda de su primer empleo, 100% dice que el medio para conseguir trabajo fue a través de una relación personal, 100% obtuvieron en su primer empleo un ingreso mensual neto en el rango desde \$261.00 a \$520.00 dólares, el 100% consiguió en su primera ocupación profesional posiciones de tercer nivel (inferior u operativo), 67% respondió que su trabajo coincide totalmente con su formación; finalmente, con referencia a su empleo actual, el 100% recibe ingresos mensuales en el rango desde \$521.00 a \$1,040.00 dólares.

Ingeniería Industrial

El 80% de los encuestados tiene entre 28 y 30 años de edad. Las siguientes cifras se referirán al total de los encuestados: 62% son hombres, 85% tuvo empleo al concluir sus estudios, al 45% le llevó menos de 6 meses insertarse al campo laboral, 44% menciona que la falta de experiencia fue el principal problema que enfrentó en la búsqueda de su primer empleo, 67% dice que el medio para conseguir trabajo fue a través de una portales de empleo, 57% obtuvieron en su primer empleo un ingreso mensual neto en el rango desde \$261.00 a \$520.00 dólares,

el 68% consiguió en su primera ocupación profesional posiciones de tercer nivel (inferior u operativo), 37% respondió que su trabajo coincide totalmente con su formación; finalmente, con referencia a su empleo actual, el 35% recibe ingresos mensuales en el rango desde \$521.00 a \$ 1,040.00 dólares y el 43% en el rango desde \$1,041.00 a \$ 1,820.00 dólares.

Ingeniería Mecánica

El 90% de los encuestados tiene entre 28 y 30 años de edad. Las siguientes cifras se referirán al total de los encuestados: 93% son hombres, 64% tuvo empleo al concluir sus estudios, al 25% le llevó menos de 6 meses insertarse al campo laboral, 63% menciona que la falta de experiencia fue el principal problema que enfrentó en la búsqueda de su primer empleo, 38% dice que el medio para conseguir trabajo fue a través de una portales de empleo, 38% obtuvieron en su primer empleo un ingreso mensual neto en el rango desde \$261.00 a \$520.00 dólares, el 85% consiguió en su primera ocupación profesional posiciones de tercer nivel (inferior u operativo), 27% respondió que su trabajo coincide totalmente con su formación; finalmente, con referencia a su empleo actual, el 38% recibe ingresos mensuales en el rango desde \$521.00 a \$1,040.00 dólares y el 25% en el rango desde \$1,041.00 a \$1,820.00 dólares.

Ingeniería Mecatrónica

El 87% de los encuestados tiene entre 28 y 30 años de edad. Las siguientes cifras se referirán al total de los encuestados: 81% son hombres, 61% tuvo empleo al concluir sus estudios, al 58% le llevó menos de 6 meses insertarse al campo laboral, 44% menciona que la falta de experiencia fue el principal problema que enfrentó en la búsqueda de su primer empleo, 32% dice que el medio para conseguir trabajo fue a través de una portales de empleo, 36% obtuvieron en su primer empleo un ingreso mensual neto en el rango desde \$261.00 a \$520.00 dólares, el 89% consiguió en su primera ocupación profesional posiciones de tercer nivel (inferior u operativo), 42% respondió que su trabajo coincide totalmente con su formación; finalmente, con referencia a su empleo actual, el 45% recibe ingresos mensuales en el rango desde \$521.00 a \$1,040.00 dólares y el 39% en el rango desde \$1,041.00 a \$1,820.00 dólares.

Ingeniería de Minas y Metalurgia

El 75% de los encuestados tiene entre 28 y 30 años de edad. Las siguientes cifras se referirán al total de los encuestados: 50% son hombres, 75% tuvo empleo al concluir sus estudios, al 75% le llevó menos de 6 meses insertarse al campo laboral, 25% menciona que la falta de experiencia fue el principal problema que enfrentó en la búsqueda de su primer empleo, 50% dice que el medio para conseguir trabajo fue a través de una relación personal, 75% obtuvieron en su primer empleo un ingreso mensual neto en el rango desde \$261.00 a \$ 520.00 dólares, el 67% consiguió en su primera ocupación profesional posiciones de tercer nivel

(inferior u operativo), 25% contesto que su trabajo coincide totalmente con su formación; finalmente, con referencia a su empleo actual, el 25% recibe ingresos mensuales en el rango desde \$1041.00 a \$ 1,820.00 dólares y el 39% en el rango desde \$1,821.00 a \$ 2,600.00 dólares.

Ingeniería Petrolera

El 70% de los encuestados tiene entre 28 y 30 años de edad. Las siguientes cifras se referirán al total de los encuestados: 79% son hombres, 69% tuvo empleo al concluir sus estudios, al 56% le llevó menos de 6 meses insertarse al campo laboral, 50% dice que la falta de experiencia fue el principal problema que enfrentó en la búsqueda de su primer empleo, 49% dice que el medio para conseguir trabajo fue a través de una relación personal, 39% obtuvieron en su primer empleo un ingreso mensual neto en el rango desde \$521.00 a \$ 1,040.00 dólares, el 77% consiguió en su primera ocupación profesional posiciones de tercer nivel (inferior u operativo), 39% contesto que su trabajo coincide totalmente con su formación; finalmente, con referencia a su empleo actual, el 28% recibe ingresos mensuales en el rango desde \$1041.00 a \$ 1,820.00 dólares y el 23% en el rango desde \$1,821.00 a \$ 2,600.00 dólares.

Ingeniería en Telecomunicaciones

El 78% de los encuestados tiene entre 28 y 30 años de edad. Las siguientes cifras se referirán al total de los encuestados: 74% son hombres, 83% tuvo empleo al concluir sus estudios, al 31% le llevó menos de 6 meses insertarse al campo laboral, 42% dice que la falta de experiencia fue el principal problema que enfrentó en la búsqueda de su primer empleo, 22% dice que el medio para conseguir trabajo fue a través de una relación personal, 57% obtuvieron en su primer empleo un ingreso mensual neto en el rango desde \$261.00 a \$ 520.00 dólares, el 95% consiguió en su primera ocupación profesional posiciones de tercer nivel (inferior u operativo), 44% respondió que su trabajo coincide totalmente con su formación; finalmente, con referencia a su empleo actual, el 35% recibe ingresos mensuales en el rango desde \$521.00 a \$ 1,040.00 dólares y el 39% en el rango desde \$1,041.00 a \$ 1,820.00 dólares.

6.6. Caso Portugal³³

Em Portugal, a inserção na vida ativa dos diplomados do Ensino Superior é objeto de particular atenção por parte do Estado, das Instituições de Ensino Superior e da sociedade em geral.

³³ José Carlos Quadrado (Instituto Politécnico de Porto, IPP) y Armando Pires (Instituto Politécnico de Setúbal, IPS).



As Instituições de Ensino Superior, particularmente as Escolas de Engenharia, têm, na sua grande maioria, observatórios de inserção na vida ativa dos seus diplomados ou estruturas simulares de apoio aos diplomados.

Exemplos disso mesmo são o Instituto Politécnico de Setúbal (IPS) e o Instituto Politécnico do Porto (IPP).

No IPS, de forma a potenciar a empregabilidade dos seus diplomados, foi criado um Observatório de Inserção na Vida Ativa (OIVA/IPS) que tem como principal objetivo a promoção de políticas e ações que fomentem a integração profissional dos diplomados no mercado de trabalho, destacando-se a existência de um Portal de Emprego do IPS online, onde as entidades empregadoras colocam as suas ofertas de emprego, que podem ser consultadas pelos estudantes e diplomados; a publicação, no Portal de Emprego do IPS online, dos CV dos estudantes e diplomados; o apoio na procura ativa de emprego, com realização de workshops sobre técnicas de procura de emprego, elaboração de CV, cartas de apresentação, etc.; a realização de Feiras de Emprego; a produção de estudos sobre a inserção profissional dos diplomados do IPS, tendências do mercado de trabalho e estatísticas relativas aos vários cursos lecionados nas escolas do IPS e a aplicação anual de questionário aos diplomados (licenciados e mestres) por forma a acompanhar o seu percurso profissional e auscultar a sua opinião sobre a oferta formativa das diversas Escolas do IPS.

Por sua vez, no IPP, é dada especial atenção à empregabilidade e gestão de carreiras dos diplomados, sendo de destacar a existência de um Portal de Emprego, que é uma ferramenta online construída para a comunidade académica do IPP, com o objetivo de facilitar o contacto entre os candidatos e as Entidades Empregadoras; o apoio à orientação vocacional e profissional, através de um serviço de Consulta Psicológica Vocacional; o coaching psicológico e desenvolvimento de carreira; o apoio em processos de candidatura e de seleção; a iniciativa "Mentores P.Porto @ Empregabilidade e gestão de carreira", onde se pretende criar experiências de encontro, entreajuda e conhecimento entre diplomados do IPP (mentores) e estudantes finalistas do IPP (mentorados), que conduzam a processos de integração profissional positivos; a iniciativa "Company Dating", inspirada no conceito romântico de speeddating, que promove um encontro de 10 minutos entre Entidades Empregadoras e Candidatos do IPP; a jornada formativa "MARTERCLASS SERIES" e o "NETWORKINGDAY para a Empregabilidade".

De referir ainda a existência de estágios curriculares e profissionais nas formações de engenharia, conduzindo os primeiros a uma forte interação entre as Instituições de Ensino Superior e as empresas. Efetivamente, é objetivo da política atual do Ensino Superior em Portugal a criação de programas de apoio

a estágios curriculares para estudantes do ensino superior, com coresponsabilização institucional na empregabilidade sustentável e duradoura dos mais jovens, apoiando a institucionalização e sistematização de estágios curriculares e extracurriculares e a flexibilização de horários e curricula em todos os anos de todos os programas de ensino superior, licenciatura e mestrado, tendo por objetivo garantir uma maior expectativa de emprego para os jovens; associando os estágios curriculares a mecanismos de apoio à empregabilidade dos licenciados e graduados; incentivando a colaboração entre universidades, institutos politécnicos e empresas e outros empregadores, de modo a aprofundar a ligação territorial das instituições do ensino superior e a facilitar a transição entre a academia e a inserção profissional.

Também no processo de avaliação e acreditação das formações conferentes de grau no ensino superior português, o qual é obrigatório, de acordo com a Lei n.º 38/2007 e é conduzido pela Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior (A3ES), a questão da empregabilidade dos diplomados é um fator considerado relevante. Isso mesmo é patente no processo de autoavaliação de novos ciclos de estudo, que se realiza previamente ao seu funcionamento, e onde surge no ponto 9.1 do respetivo guião, a referência à "Expetativa de empregabilidade" dos graduados do ciclo de estudos, pretendendo-se demonstrar o potencial de empregabilidade dos estudantes que concluam o ciclo de estudos, com base em dados oficiais sobre o desemprego de graduados ou em estudos de mercado. Também na avaliação e acreditação das formações em funcionamento existe preocupação em considerar a empregabilidade dos diplomados como fator de análise, como se constata no ponto 1.2 do quião respetivo de autoavaliação, pretendendo-se apreciar os níveis de empregabilidade dos graduados do ciclo de estudos e a facilidade da sua transição para o mercado de trabalho.

Por sua vez, através da informação disponibilizada pela Direção-Geral de Estatísticas de Educação e Ciência (DGEEC), estrutura governamental, é possível ter acesso a dados sobre o desemprego dos diplomados do ensino superior. Particularmente em relação às engenharias e pensando apenas nos recém-diplomados e nas engenharias mais tradicionais, pode constatar-se através do quadro seguinte que os valores percentuais de desemprego estão, com exceção da Engenharia Civil, abaixo do registado em termos globais para os diplomados do ensino superior, no mesmo período, e que é de 5,5%. Todos estes valores refletem a percentagem de recém-diplomados do ensino público (entre os anos letivos 2012/13 e 2015/16), que estão registados no Instituto de Emprego e Formação Profissional como desempregados.

Curso de Engenharia (Licenciatura e Mestrado Integrado)	Taxa de desemprego (%) (recém-diplomados: 2013-2016)
Engenharia Eletrotécnica e de Computadores	2,5
Engenharia Informática	2,5
Engenharia Civil	7,2
Engenharia Mecânica	4,2
Engenharia Química	4,5

Caso Uruguay³⁴ 6.7.

Los egresados de un plan de estudio de ingeniería podrán desarrollar en forma autónoma tareas de ingeniería de proyecto, mantenimiento, producción o gestión de complejidad relativa, así como integrarse al trabajo en equipo para la realización de las mismas actividades en situaciones de mayor complejidad, tanto por sus características como por su escala. Será en los estudios posteriores al grado, o a través de su propio trabajo, donde, sin perjuicio de evolucionar aún en su capacidad de análisis, los egresados fortalezcan el buen nivel ya adquirido en las capacidades de sintetizar y crear. Para apoyar a la superación profesional la Institución ofrecerá a sus egresados instancias de actualización y de formación de posgrado académicas o profesionales.

En los planes de estudio de ingeniería, las actividades integradoras son áreas de formación que introducen al estudiante en las tareas que se desarrollarán en la actividad profesional. Asimismo, permiten integrar los conocimientos adquiridos y contribuyen a la adquisición de habilidades específicas. Las actividades integradoras incluyen:

- proyectos en los que el estudiante sintetiza conocimientos y ejercita su creatividad; algunas de estas actividades y siempre que sea posible se ubican lo más tempranamente dentro del currículo. Habrá un proyecto de fin de carrera o alternativa equivalente que buscará impulsar la capacidad de ejercer la profesión;
- pasantías, consistentes en actividades con interés desde el punto de vista científico o tecnológico, sin pretender originalidad, cuya intensidad, duración y modalidad serán reglamentadas. Las pasantías brindan a los estudiantes una experiencia de trabajo profesional;

³⁴ María Simón. Decana Facultad de Ingeniería de la Universidad de la República, Montevideo, Uruquay.

- trabajos monográficos o constructivos, que sin tener la dimensión de un proyecto, desarrollen la capacidad de trabajo personal y de integración de temas de varias unidades curriculares;
- actividades de extensión.

Las pasantías se realizan en empresas privadas u organismos públicos. En ellas hay dos tutores; uno de ellos docente de la Facultad y otro profesional de la institución en que se hace la pasantía.

Recomendaciones finales

Tomando como referencia publicaciones de ASIBEI y análisis realizados para cada uno de los capítulos anteriores, se presentan algunas valoraciones que tienen la intencionalidad de destacar las características distintivas existentes entre los países iberoamericanos alrededor de la temática curricular y de variables que la condicionan.

Sistemas educativos

En general las constituciones nacionales de los países incorporan el derecho fundamental a la educación; en particular cada país posee leyes federales, generales y orgánicas, que definen y regulan el sistema de educación en cada uno de sus niveles. Actualmente existe una tendencia a realizar profundos cambios en el sistema de la Educación Superior en todos los países iberoamericanos.

No hay una coincidencia en la nomenclatura que cada país le asigna a los distintos niveles de formación del sistema educativo, aunque en términos generales se organiza en cuatro niveles: el primer nivel, más básico (educación infantil) con 3 años de duración, la educación primaria con una duración promedio de 6 años, la educación secundaria con 6 años de duración en la cual se imparten conocimientos por áreas de énfasis y finalmente, la educación superior que comprende un periodo de 4 a 6 años de formación. Puede afirmarse que la entidad principal que regula el Sistema de Educación Superior es el Ministerio de Educación Superior, y en algunos casos, es delegada y complementada esa función a los viceministerios de Educación Superior, ministerios de cultura y de ciencia (ASIBEI, 2007).

Las universidades, así como los institutos universitarios, son de carácter público y privado. México es el país con mayor cantidad de Instituciones de Educación Superior (IES) con programas de ingeniería en la región, seguido de Brasil. Estos dos países tienen cinco veces más IES que ofrecen programas de ingeniería que la oferta de IES en los demás países. En Argentina, España y Perú existe una proporción mayor del 55% de las IES que ofrecen programas de ingeniería mientras que en Venezuela, solamente el 20% de las IES ofrecen programas de este tipo. En cuanto a Uruguay el 30% del total de instituciones y aproximadamente el 86% de las universidades, ofertan programas de ingeniería.

La distribución de los estudiantes por género es variable entre los países Iberoamericanos, en algunos de ellos predomina la cantidad de mujeres como en Brasil, Colombia, España y Portugal. Por el contrario en Chile, México, Perú y Venezuela la distribución porcentual de los estudiantes muestra una mayor cantidad de hombres.

En la región Iberoamericana, la mayor cantidad de programas de ingeniería se ofrecen en México, Brasil y Colombia, con una cantidad considerablemente mayor de programas que los demás países iberoamericanos.

En general, se puede afirmar, que en Iberoamérica la duración nominal promedio de los programas de ingeniería a nivel de pregrado o primer ciclo, es de 5 años; y la temporalidad de la formación técnica es de 3 años. Los programas de ingeniería más demandados en la región corresponden a Ingeniería Informática o de Sistemas con un 17% en promedio; le sigue Ingeniería Industrial con un 14%; Ingeniería Civil con un 12%; Ingeniería Electrónica con un 9% e Ingeniería Química con un 7%. Sin embargo, hoy en día los acelerados cambios en los procesos productivos hacen necesario conocer los diferentes sectores y sus tendencias, pues influyen en los tipos de ocupaciones y oficios, y por ende, en las profesiones que los satisfacen. Disciplinas como Big Data e inteligencia artificial, se están abriendo camino en nuevos puestos de trabajo que hasta hace poco eran inimaginables.

Colombia, Chile y México son los países con mayor número de modalidades de ingeniería ofrecidos en Iberoamérica y una causa probable puede atribuirse a las presiones del mercado y a la permisividad de las disposiciones de ley de los respectivos países.

7.2. Conceptualización de la ingeniería, perfil profesional y legislación relacionada

Podría asumirse como una definición de ingeniería aquella asociada con la utilización de los conocimientos científicos, la aplicación de la matemática y las ciencias naturales para la transformación y conservación de la naturaleza. Se hace fundamental la práctica, la experiencia y el empleo racional y económico de los recursos. Está asociada con el diseño, la optimización, control, operación, incluyendo la formación humanística y los principios y valores éticos y morales (ASIBEI, 2007).

Las competencias y habilidades de los egresados de ingeniería más destacadas por los países se relacionan con la capacidad de desarrollar proyectos de investigación; diseñar y realizar experimentos; aplicar los conocimientos de las ciencias naturales, de las matemáticas y ciencias de la ingeniería; control, operación y mantenimiento de procesos, obras, servicios técnicos y equipos que se involucren en la cadena productiva a la que se vinculan.

La práctica de la ingeniería se refiere al ejercicio profesional de los ingenieros, destacándose el diseño, la asesoría y consultoría de proyectos; la capacidad para desarrollar y utilizar modelos que simulen el comportamiento del mundo físico; la capacidad para la planeación y desarrollo de proyectos en los cuales se tienen restricciones físicas, económicas y humanas.

En buena parte de los países existen consejos o colegios profesionales que tienen como función registrar, y velar por el cabal cumplimiento de la profesión; en algunos casos los consejos son considerados como tribunales de ética y por lo tanto tienen la potestad de sancionar las contravenciones a los códigos y normas que los rigen.

7.3. Estructura curricular de programas de ingeniería

Una buena parte de los países analizados poseen normativas curriculares que definen las estructuras curriculares mínimas, unos a través de decretos y resoluciones con fuerza de ley y otros dentro de sistemas de acreditación de sus programas (ASIBEI, 2007).

En cuanto a los créditos académicos, no existe una métrica común que los haga comparables a nivel latinoamericano y mucho más compleja se hace la comparación con los créditos ECTS de los países europeos. Lo anterior hace necesario establecer sistemas de equivalencia para llevar a un mismo sistema de referencia los distintos valores de los créditos académicos. Esta situación induce a ser cuidadosos cuando se hagan las comparaciones de los créditos académicos de los programas entre los distintos países, pues de no ser así, se llega a contextualizaciones y análisis equivocados.

La mayoría de los países establecen la estructura curricular de un programa de ingeniería mediante las ciencias básicas, ciencias de la ingeniería, tecnología aplicada y ciencias complementarias.

En promedio, los porcentajes para cada área son:

- Ciencias básicas: oscila entre un 20% y 35%.
- Ciencias de la ingeniería o tecnologías básicas: varía entre un 20% y 40%.

- Ingeniería o tecnología aplicada: se encuentra en un rango que va del 30% al 40%.
- Ciencias complementarias: varía entre un 5% a un 20%.

La formación práctica que deben tener los ingenieros incluye las prácticas de laboratorio, de campo, empresariales y profesionales; el diseño en ingeniería enfocado a la resolución de problemas y a la elaboración y desarrollo de proyectos en los campos específicos de la profesión.

Para fortalecer una educación en STEM resulta fundamental definir y estructurar currículos para ser adoptados en los niveles básico y medio con miras a que los niños y jóvenes comprendan y utilicen el pensamiento ingenieril en la vida cotidiana. Igualmente, continuar con un mejoramiento de los currículos en ingeniería para lograr mantener el paso de algunos países desarrollados. Como se ha venido argumentando, la ingeniería es un precipitado básico para el ejercicio responsable de la ciudadanía. En cuanto a la formación de los maestros, son quienes indiscutiblemente hacen posible el desarrollo de un pensamiento en matemáticas, ciencia, tecnología e ingeniería que requiere todo ciudadano en este siglo y que requieren los procesos de formación de los ingenieros de calidad. Esta acción no es una labor que pueda ser delegada en terceros; las facultades de ciencias e ingeniería son corresponsables en lograrlo, tanto por razones técnicas como de responsabilidad. "Nuestra fuerza de trabajo innovadora en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM) es responsable de más del 50% del crecimiento económico sostenible de la nación" (Duque & Celis, 2012).

8. Referencias

- Albina, H. (2005). Directrices curriculares para carreras de ingeniería en Iberoamérica. Bogotá: ASIBEI.
- ASIBEI. (2007). Aspectos básicos para el diseño curricular en Ingeniería: caso iberoamericano. (J. Salazar, & G. Forero, Edits.) Bogotá: ASIBEI.
- Bravo, J. L., Cañón, J. C., Caravantes, A., Contreras, E., González, R. M., Lerchundi, P., . . . Sánchez, J. (2013). Formación inicial para la docencia en ingeniería. Bogotá: ASIBEI.
- CONFEDI. (2014). Competencias en Ingeniería. Mar del Plata: Universidad FASTA.
- Duque, M., & Celis, J. (2012). Educación en ingeniería para la ciudadanía, la innovación y la competitividad en Iberoamérica. . Bogotá: ASIBEI.
- Hernández, J. J., & Salvador, A. (2009). La formación práctica en la ingeniería: hacia un modelo educativo más eficiente para el binomio universidad-empresa. Bogotá: ASIBEI.
- Polino, C. (2011). Los estudiantes y la ciencia: encuesta a jóvenes iberoamericanos. Buenos Aires: Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- UNESCO. (Abril de 2019). Education: Gross enrolment ratio by level of education. Obtenido de UNESCO Institute for Statistics: http://data.uis.unesco.org/#

9. Anexos

9.1. Anexo 1: Encuesta a directivos

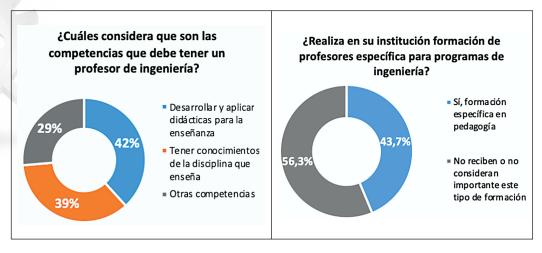
Como parte del ejercicio misional de ASIBEI, se aplicó una encuesta a directivos de Instituciones de Educación Superior de Iberoamérica, en el mes de julio de 2016, sobre elementos generales de la formación docente. En total se consultaron 342 personas (30% mujeres y 70% hombres) en 86 instituciones de 10 países iberoamericanos (Argentina, Brasil, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Chile, Ecuador, México, Portugal y Uruguay).

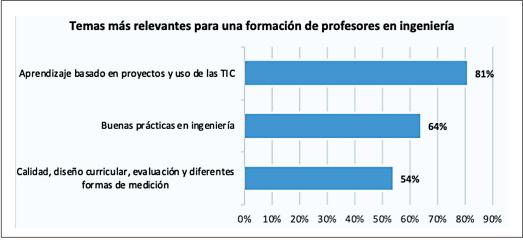




Perfil de ingreso y egreso del ingeniero iberoamericano

De forma generalizada (99%) los directivos consideran que la formación de docentes es importante ya que esto permite un mejor desempeño en el aula y una mejor transmisión de conocimientos a los futuros ingenieros. Se destaca también el interés en conocer sobre las tendencias internacionales de la enseñanza de las ciencias básicas. En los siguientes gráficos se presentan los resultados de las preguntas realizadas a los directivos de las instituciones consultadas.





También se consultó acerca de la viabilidad para financiar procesos de formación de profesores, considerando un costo aproximado de referencia de US\$ 2000 -5000 por año. Sólo el 19% afirmó que la Institución que representan estaría en capacidad de brindar financiación, y el 70% de los directivos señalaron que no tiene la competencia pertinente para tomar dicha decisión.

Con respecto a las metodologías de capacitación docente, el 68% de los encuestados consideran que las capacitaciones deben ser virtuales incluyendo algunas actividades presenciales, dadas las facilidades tecnológicas disponibles, el interés en el uso de herramientas virtuales, los costos de desplazamiento y de implementación de plataformas tecnológicas, y la viabilidad para impartir los temas que se propongan de forma presencial o virtual. De esta manera, se logra reducir los costos y ampliar la cobertura de docentes capacitados.

9.2. Anexo 2: Encuesta a profesores

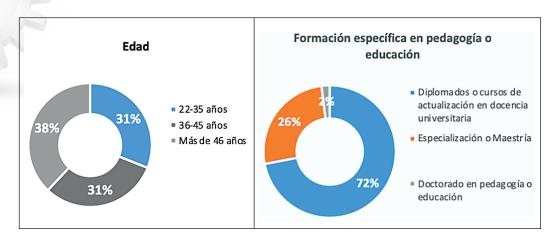
Bajo el marco del Plan Estratégico de ASIBEI, Eje 5: Formación de Profesores, y en coordinación con ACOFI (Colombia), se realizó en el mes de julio de 2016 una encuesta a 1241 docentes (70% hombres, 30% mujeres) de Colombia, Ecuador, Uruguay, Argentina, México, Chile, Portugal, Bolivia, Brasil y Costa Rica, en la cual se abordaron temas de pedagogía y didáctica para la formación de ingenieros. La encuesta estuvo encaminada a la determinación de las prácticas y características de mayor relevancia en cada uno de los tres momentos del compromiso docente:

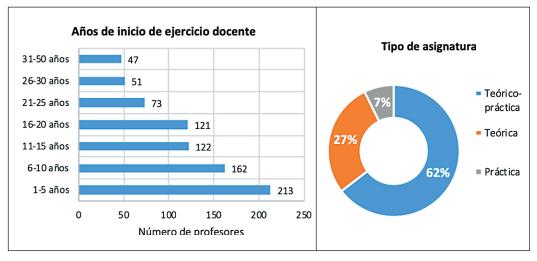
- Planeación de la asignatura y preparación de la clase.
- Desarrollo de la clase.
- Evaluación.



Información general

En esta sección se encuentra la información del perfil del grupo encuestado. Se consultaron la edad, la formación específica recibida en pedagogía o educación, el tiempo durante el cual han ejercido la docencia, y el tipo de asignatura con la cual se abordó la encuesta. Se destaca además que el 62% de los docentes encuestados están vinculados en modalidad de tiempo completo y el 39% a medio tiempo y tiempo parcial, y que el 52% de los profesores estaban contratados a término indefinido y el 48% a término fijo.

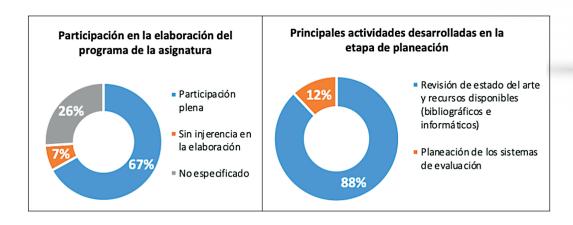


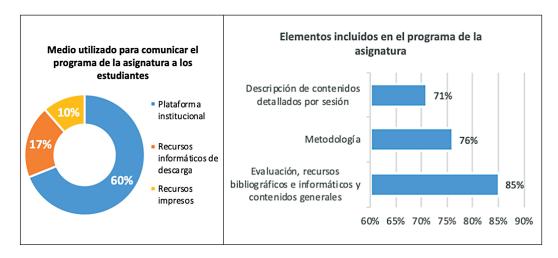


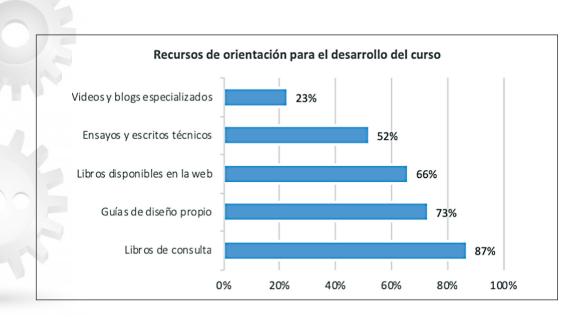
Planeación de la asignatura y preparación de la clase

Para la planeación y preparación de la clase se destaca que es importante considerar el tipo de asignatura y el nivel de conocimientos de los estudiantes. Algunos de los elementos incluidos en el programa de la asignatura involucran los objetivos y competencias propuestos para la misma, y en una menor escala, describen la articulación con otras materias del plan de estudios.

Con respecto a la preparación de la clase, el 96% de los docentes consideran que siempre debe prepararse, independientemente de la experiencia del profesor, dado que la diversidad de los grupos de estudiantes y de sus formas de aprendiza-je exige una preparación continua. La preparación debe abordar la actualización de contenidos, casos de aplicación, metodologías y pedagogías.





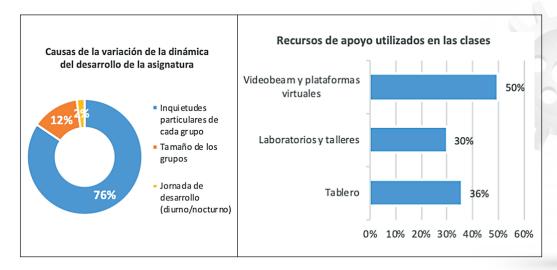


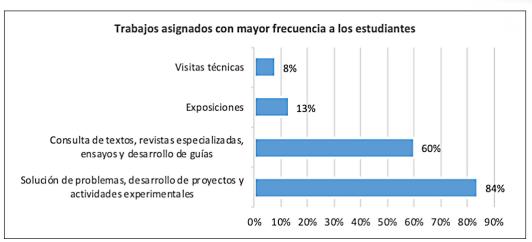
Desarrollo de la clase

Como metodologías para la enseñanza y aprendizaje, el 31% de los docentes incluyen las prácticas, la clase magistral, el trabajo en grupo y el trabajo individual como los principales métodos, el 22% emplean exposiciones de los estudiantes y entrevistas, seguido de uso de simuladores y foros.

Al consultar a los docentes acerca de las causas de las debilidades identificadas en el proceso de aprendizaje, el 68% considera que estas son atribuibles a los vacíos de conocimientos previos de los estudiantes y a las dificultades en el aprendizaje (deficiencias en comprensión de lectura y el desinterés por la lectura crítica). Es destacable que los profesores desconocen que las debilidades en el proceso de aprendizaje puedan estar asociadas a las deficiencias de formación pedagógica de los docentes, pero reconocen que pueden ser atribuibles a deficiencias del diseño curricular y a la insuficiencia de recursos informáticos y de laboratorio.

Por otra parte, señalan como principales características del compromiso docente en el desarrollo en clase el acompañamiento personalizado para resolver problemas, y los espacios para diálogos por subgrupos y por estudiantes de forma individual, a partir de los cuales es posible identificar las competencias de ingeniería desarrolladas por los estudiantes en la resolución de problemas aplicados a la profesión, verificando el desempeño individual en el aporte a sus subgrupos.





Evaluación

De acuerdo con la percepción de los docentes encuestados, la articulación entre los momentos de planeación, desarrollo y evaluación se alcanza aproximadamente en un 70%, cuando se evidencian resultados satisfactorios en los alumnos, tanto de manera individual como grupal. Debido a la diversidad de los grupos, no siempre se logran todas las expectativas del profesor o las de los estudiantes, sin embargo, siempre se logran objetivos en común.

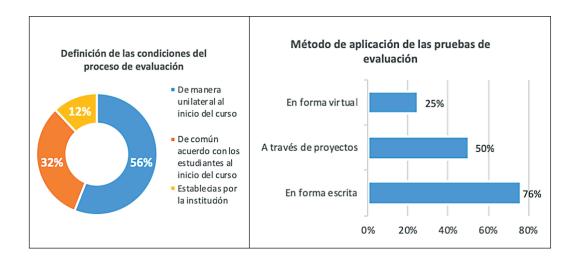
El 64% de los docentes llevan un registro de sus experiencias docentes, a través de un diario o bitácora de clase (44%), ponencias o trabajos presentados en eventos (14%). Sólo un 13% señala que no lleva registros de sus experiencias.

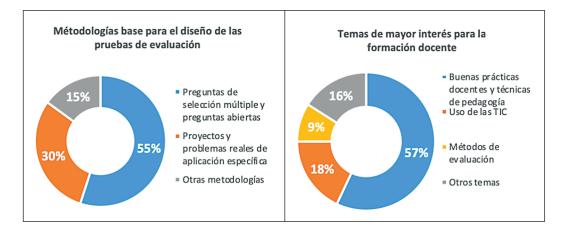


Con respecto a la autoevaluación del desempeño, el 87% de los docentes afirma que la institución, al finalizar cada periodo académico, realiza una autoevaluación específica sobre su desempeño en la actividad docente. Sólo un 13 % manifiesta que no se realiza.

En relación con el empleo de apoyos tecnológicos para el aprendizaje, el 46% de los docentes lo consideran como un recurso esencial para el aprendizaje, y un 33% lo considera como un factor de refuerzo. Aproximadamente el 59% de los docentes afirman que los elementos tecnológicos empleados como apoyo para su labor docente son suficientes, pero podrían mejorarse, mientras que el 27% los consideran suficientes y adecuados.

Al consultar acerca de las expectativas para el mejoramiento de la formación docente, se señaló que apenas el 67% de las instituciones cuentan con programas de formación docente como parte de sus estrategias de mejoramiento continuo.





9.3. Anexo 3: Caracterización de programas de ingeniería en México

9.3.1. Ingeniería Civil

Para el caso de Ingeniería Civil se analizó la oferta educativa de las siguientes Instituciones de Educación Superior (IES):

- Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. (Pública).
- 2) Facultad de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla, UDLAP. (Privada).
- 3) Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP. (Pública).
- 4) Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL. (Pública).
- 5) Facultad de Ingeniería, Universidad Anáhuac México (Huixquilucan), U. ANA-HUAC (Privada).
- 6) Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, UADY (Pública).
- 7) Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Politécnico Nacional, IPN (Pública).
- 8) Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP. (Pública)
- 9) Tecnológico Nacional de México, TNM (Pública).

El promedio de créditos por semestre son 41, que en términos generales es una cantidad adecuada. En la Figura 3 se presenta el número de semestres y créditos de las IES consideradas, en general se tiene una variación significativa entre las diferentes Instituciones.

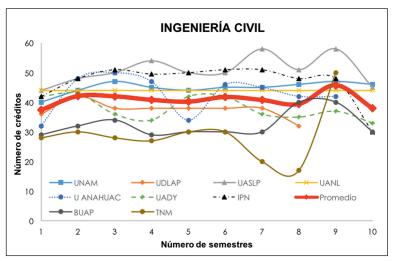


Figura 3. Promedio de créditos por semestre.

En la Figura 4 se muestra la variación del número total de créditos por institución, y donde el promedio general es de 393. Este promedio toma en cuenta tanto los cursos obligatorios como optativos.

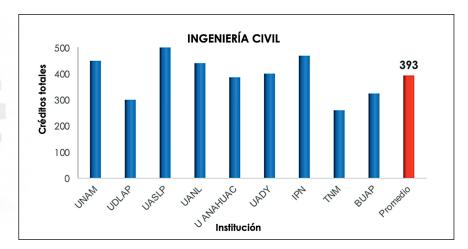


Figura 4. Créditos totales de los diferentes programas.

El número promedio de cursos ofrecidos en la carrera de Ingeniería Civil es de 60, sin embargo, el que excede en cerca del 20% este valor es el programa ofrecido por la UASLP (Figura 5).

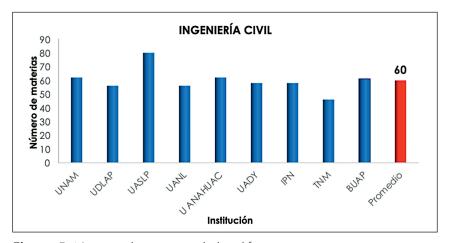


Figura 5. Número de materias de los diferentes programas.

En cuanto a la seriación de materias se observa un serio contraste entre el programa de la UASLP, donde 50 de sus cursos se encuentran seriados, y el programa ofrecido por la Universidad Anáhuac, donde no existe ninguna seriación en su mapa curricular. En el primero de los nombrados, pareciera ser un programa poco flexible, donde uno de sus efectos es la retención excesiva, ya que al no aprobar cierta materia impide el cursar las subsecuentes. En general, el número de cursos seriados en los programas analizados es 24 (Figura 6).



Figura 6. Número de materias seriadas de los diferentes programas.

El porcentaje total de créditos lo forman los cursos curriculares y optativos. Respecto a los optativos, estos varían desde el 5% en el IPN hasta un 18% en la UASLP y la UANL, con un promedio del 11% (Figura 7).

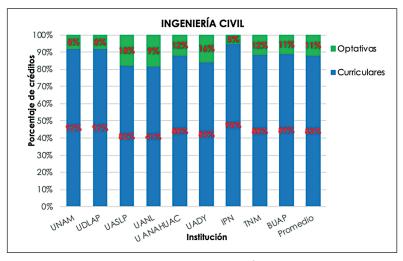


Figura 7. Porcentaje de créditos de los diferentes programas.

Finalmente, en la Figura 8 se muestra los porcentajes de distribución de los cursos que pertenecen a las áreas de Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, Inge-

niería Aplicada, Ciencias Sociales y Humanidades y otras Asignaturas Convenientes. En general, los porcentajes promedio de las diferentes instituciones son del 22%, 26%, 31%, 8% y 13%, respectivamente.

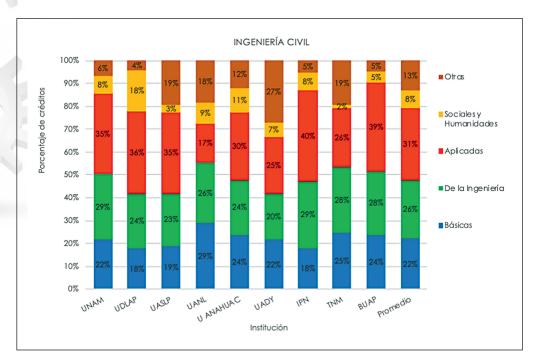


Figura 8. Porcentaje de créditos respecto a su clasificación de las diferentes instituciones.

Perfil de egreso

Objetivo General

Los egresados de la Ingeniería Civil deberán poseer capacidades para la innovación, potencial para aportar a la creación de tecnologías y actitud emprendedora, tendrán ideas claras sobre modelado matemático de fenómenos físicos y optimización; estarán abiertos tanto al aprendizaje continuo como a la interdisciplinariedad y multidisciplinariedad. Deberán contar con conocimientos y habilidades de comunicación oral y escrita; con sensibilidad social y ética profesional; con potencialidad y vocación para constituirse en factor de cambio.

Conocimientos del egresado:

Considera los aspectos sociales, económicos y ambientales necesarios para lograr los enfoques óptimos en las funciones de planear, diseñar, construir, supervisar, operar, mantener y, en su caso, rehabilitar la infraestructura, las instalaciones y los sistemas, en los proyectos con un enfoque innovador e integrador de los conocimientos.

- Es innovador e integrador de conocimientos y tecnologías, considerando la sustentabilidad en sus proyectos, incluyendo las dimensiones social, económica y ambiental.
- Identifica, cuantifica y maneja los riesgos e incertidumbres que ocasionan los fenómenos naturales, accidentes, cargas inusuales y otras amenazas, para lograr la debida seguridad en los proyectos y construcciones.
- Discute y decide las políticas públicas sobre la infraestructura, servicios tecnológicos, con un efecto positivo en la sociedad sin perder el sentido ético.
- Cuenta con los conocimientos generales en matemáticas, física, química, biología, mecánica y materiales; conocimientos técnicos de planeación, diseño, construcción, operación, mantenimiento y rehabilitación de estructuras, sistemas e instalaciones; probabilidad, estadística y toma de decisiones en condiciones de incertidumbre; políticas públicas, leyes, reglamentos y mecanismos de financiamiento y administración de empresas.

Habilidades que posee el egresado:

- Aprende, entiende y domina las nuevas tecnologías y métodos para aumentar la calidad de su trabajo, así como la eficacia y eficiencia individual y organizativa.
- Se actualiza en las normas de diseño, construcción, operación y mantenimiento y los métodos de administración de proyectos.
- Dirige las tareas, los proyectos y los programas para suministrar los productos esperados, satisfaciendo el presupuesto, el programa y demás restricciones.
- Desarrolla, articula y mejora la infraestructura y logra el consenso practicando empatía, inclusividad, solidaridad, persuasión, paciencia y pensamiento crítico.
- Comunica de manera efectiva sus conocimientos, aplicando tecnologías de la información y comunicación; colabora en equipos intra, multi e interdisciplinarios por cualquier medio de comunicación.
- Diseña, realiza e interpreta experimentos en laboratorio y en campo.

Actitudes que posee el egresado:

- Comportamiento ético incluyendo: confidencialidad, cumplimiento de códigos de ética, no corrupción, honestidad, honradez e integridad, así como respeto a la salud pública, seguridad en las obras y bienestar social.
- Compromiso, vocación de servicio y entusiasmo para establecer y lograr las metas personales y de la institución donde labora.
- Curiosidad y ambición para emprender el aprendizaje continuo de nuevos conocimientos, de nuevas tecnologías y de aplicaciones innovadoras de la tecnología existente.
- Optimismo ante los desafíos y los reveses con fidelidad a su visión profesional, a la planeación, la perseverancia, la flexibilidad y el trabajo en equipo.



- Respeto y tolerancia de los derechos, valores, puntos de vista, propiedad y susceptibilidad de otros.
- Interés en las implicaciones sociales de los proyectos de ingeniería, y reconocimiento del alto grado de interdependencia dentro de los equipos del proyecto, entre estos y sus clientes.
- Creatividad, pensamiento crítico y capacidad emprendedora que conduzcan a la identificación de las posibilidades y las oportunidades de desarrollo personal.

9.3.2. Ingeniería Industrial

Para el caso de Ingeniería Industrial se analizó la oferta académica de las siguientes IES:

- 1) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. (Pública).
- 2) Facultad de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla, UDLAP. (Privada).
- 3) Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL. (Pública).
- 4) Facultad de Ingeniería, Universidad Anáhuac México (Huixquilucan), U. ANA-HUAC (Privada).
- 5) Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, UADY (Pública).
- 6) Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería y Ciencias Sociales y Administrativas, Instituto Politécnico Nacional, IPN (Pública).
- 7) Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP. (Pública)
- 8) Tecnológico Nacional de México, TNM (Pública).
- 9) Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma del Estado de México, UAEM (Pública).
- 10) Facultad de Ingeniería, Instituto Tecnológico Autónomo de México, ITAM (Privada).

De igual forma que en la carrera de Ingeniería Civil, el número promedio de créditos por semestre en Ingeniería Industrial es de 41, que en términos generales es una cantidad adecuada. En la Figura 9 se presenta el número de semestres y créditos de las Universidades mencionadas. En general se tiene una variación significativa entre las diferentes Instituciones.

En la Figura 10 se muestra la variación del número total de créditos por institución, y donde el promedio general es de 364. Este promedio toma en cuenta los cursos obligatorios y optativos.

El valor promedio de cursos ofrecidos en la carrera de Ingeniería Industrial es de 60 (Figura 11).

En cuanto a la seriación de materias se observa un serio contraste entre el programa de la BUAP, donde 34 de sus cursos se encuentran seriados, y el programa ofrecido por ITAM, UANL, TNM e IPN no existe ninguna seriación en su mapa curricular. El promedio de cursos seriados es de 20 (Figura 12).

El porcentaje total de créditos lo forman los cursos curriculares y optativos. Respecto a los optativos, estos varían desde el 6% en la UAEM hasta un 30% en la UANL, con un promedio del 12.5% (Figura 13).

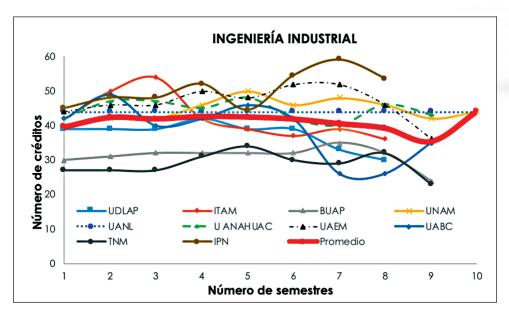


Figura 9. Promedio de créditos por semestre.

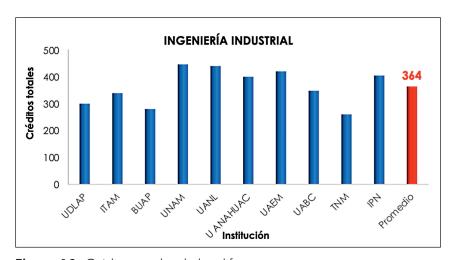


Figura 10. Créditos totales de los diferentes programas.

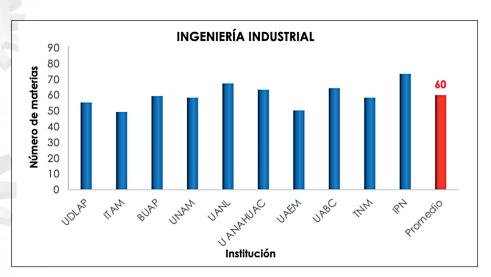


Figura 11. Número de cursos ofrecidos por las diferentes IES

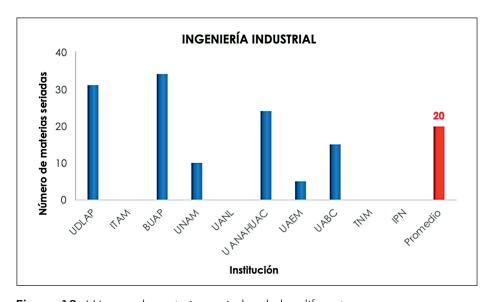


Figura 12. Número de materias seriadas de los diferentes programas.

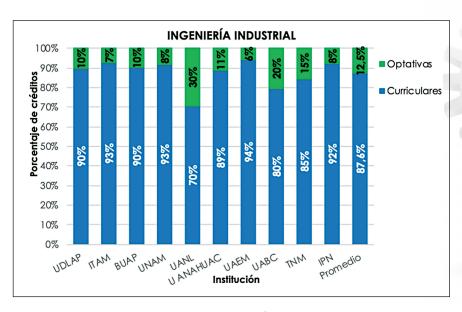


Figura 13. Porcentaje de créditos de los diferentes programas.

En la Figura 14 se muestra los porcentajes de distribución de los cursos que pertenecen a las áreas de Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería Aplicada, Ciencias Sociales y Humanidades y otras Asignaturas Convenientes. En general, los porcentajes promedio de las diferentes instituciones son del 27.7%, 31.6%, 27%, 7.2% y 6.5%, respectivamente.

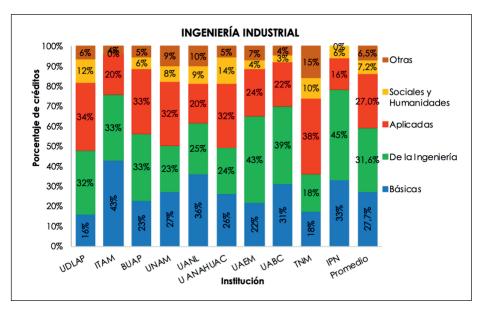


Figura 14. Porcentaje de créditos respecto a su clasificación de las diferentes instituciones.

Perfil de egreso

Objetivo General

Los egresados de la Licenciatura deberán poseer capacidades para la innovación, potencial para aportar a la creación de tecnologías y actitud emprendedora, con sensibilidad social y ética profesional; y con vocación para constituirse en factor de cambio. Tendrán ideas claras sobre modelado matemático de fenómenos físicos y optimización, estarán abiertos tanto al aprendizaje continuo como a la interdisciplinariedad. Deberán contar con conocimientos sólidos de su idioma y de otra lengua, preferentemente inglés con capacidad de comunicación oral y escrita, en su idioma.

Conocimientos del egresado:

- Será capaz de trabajar en las fronteras tecnológicas y del desarrollo de las disciplinas: producción, logística, calidad, administración, finanzas y desarrollo empresarial, principalmente. Identificando y usando la combinación correcta de métodos y procedimientos para el desarrollo de bienes y servicios, en sus procesos y en sistemas, integrados por recursos humanos, materiales, equipos e información.
- Preparado académicamente para la realización de estudios de posgrado en los campos disciplinarios a fines a la ingeniería industrial.
- Capaz de planear, investigar, diseñar, producir, construir, evaluar e integrar sistemas de generación de bienes y servicios, con el fin de incrementar la productividad, calidad y seguridad, con visión emprendedora y empresarial.
- Un desempeño ético con vocación de servicio para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad, con respeto y cuidado al medio ambiente y actuando con responsabilidad social.
- Contar con una formación de amplio espectro teórico-práctico, que les permitirá participar con éxito en las distintas ramas que integran a la ingeniería industrial y adaptarse a los cambios dinámicos de las tecnologías aplicadas en su campo de actividades y, en su caso, generar nuevos conocimientos para su aplicación.

Habilidades que posee el egresado:

- Colabora, participa y se comunica de manera efectiva sus conocimientos de forma verbal, escrita y corporal en equipos intra, multi e interdisciplinarios por cualquier medio de comunicación.
- Aprende, entiende y domina las nuevas tecnologías y métodos para aumentar la calidad de su trabajo, así como la eficacia y eficiencia individual y organizativa.
- Desarrolla, articula y mejora los procedimientos en la industria logrando el consenso, practicando empatía, inclusividad, solidaridad, persuasión, paciencia y pensamiento crítico.

- Identifica, analiza y soluciona problemas de un criterio lógico y de buen sentido con un enfoque de priorización.
- Tiene la iniciativa del autoaprendizaje ya sea de forma autónoma o por actualización de sus conocimientos.
- Tiene bases sólidas en negociación con una visión prospectiva.

Actitudes que posee el egresado:

- Comportamiento ético incluyendo: confidencialidad, cumplimiento de códigos de ética, no corrupción, honestidad, honradez e integridad.
- Compromiso, vocación de servicio y entusiasmo para establecer y lograr las metas personales y de la institución donde labora.
- Tener confianza en sí mismo y en su preparación académica, poseer deseos de actualización, superación y competencia en su profesión.
- Creatividad e innovación, así como un gusto por la investigación.
- Mente abierta orientada hacia la solución de problemas y al cambio, liderazgo, disciplina, dinamismo, responsable y crítico.
- Tener conciencia de la problemática nacional, basada en el conocimiento de la realidad del país, promoviendo la competitividad del país, tener una actitud humanista y de servicio hacia la sociedad.

9.3.3. Ingeniería Mecánica

Para Ingeniería Mecánica se analizaron los programas de las siguientes IES:

- 1) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. (Pública).
- 2) Facultad de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla, UDLAP. (Privada).
- 3) Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP. (Pública).
- 4) Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Nuevo León, UANL. (Pública).
- 5) Escuela Superior de Ingeniería y Arquitectura, Instituto Politécnico Nacional, IPN (Pública).
- Facultad de Ingeniería, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, BUAP.
 (Pública)

El promedio de créditos por semestre es 43, que en términos generales es una cantidad adecuada. En la Figura 15 se presenta el número de semestres y créditos de las IES analizadas.



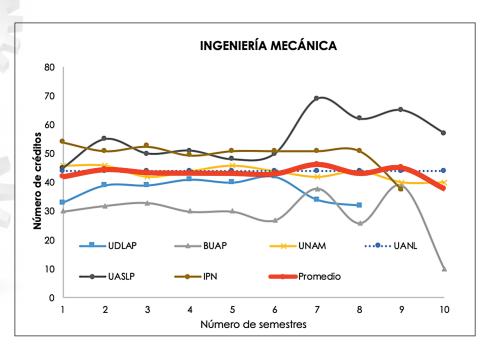


Figura 15. Promedio de créditos por semestre.

En la Figura 16 se muestra la variación del número total de créditos por institución, y donde el promedio general es de 412. Este promedio toma en cuenta los cursos obligatorios y optativos.

El valor promedio de cursos ofrecidos en la carrera de Ingeniería Industrial es 64 (Figura 17). Solo la UASLP tiene un número mayor de cursos que el promedio.

En cuanto a la seriación de materias se observa un serio contraste entre el programa de la UASLP, donde 49 de sus cursos se encuentran seriados, y el programa ofrecido por el IPN, donde no existe ninguna seriación en su mapa curricular. De forma similar como lo fue para la licenciatura en Ingeniería Civil, el programa ofrecido por la UASLP pareciera ser poco flexible, donde uno de sus efectos es la retención excesiva, ya que al no aprobar cierta materia impide el cursar las subsecuentes. En general, el número de cursos seriados en los programas analizados es 28 (Figura 18).

El porcentaje total de créditos lo forman los cursos curriculares y optativos. Respecto a los optativos, estos varían desde el 10% hasta un 25% en la UASLP, con un promedio del 15.6% (Figura 19).

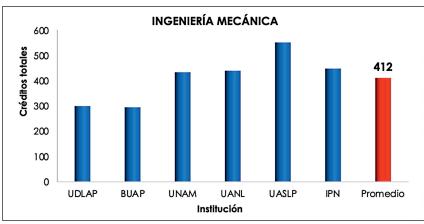


Figura 16. Créditos totales de los diferentes programas.

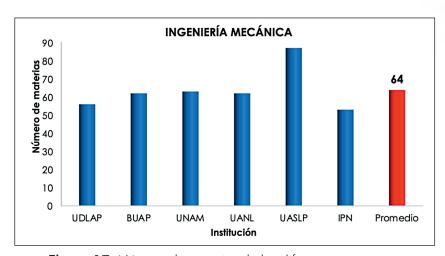


Figura 17. Número de materias de los diferentes programas.

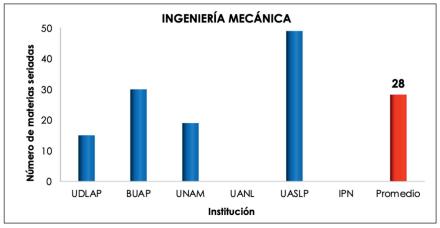


Figura 18. Número de materias seriadas de los diferentes programas.

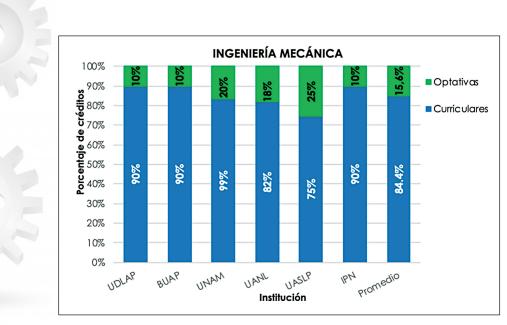


Figura 19. Porcentaje de créditos de los diferentes programas.

Finalmente, en la Figura 20 se muestra los porcentajes de distribución de los cursos que pertenecen a las áreas de Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería Aplicada, Ciencias Sociales y Humanidades y otras Asignaturas Convenientes. En general, los porcentajes promedio de las diferentes instituciones son del 28%, 27%, 30%, 7% y 8%, respectivamente.

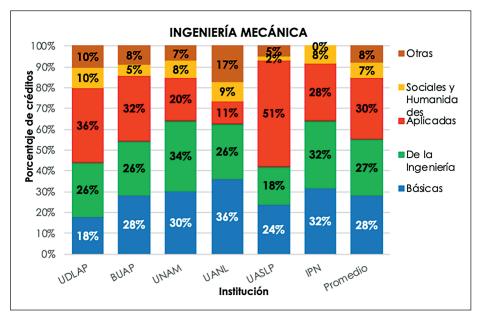


Figura 20. Porcentaje de créditos respecto a su clasificación de las diferentes instituciones.

Ingeniería Mecánica

Objetivo General

Los egresados de Ingeniería Mecánica deberán poseer capacidades para la innovación, potencial para aportar a la creación de tecnologías y actitud emprendedora, con sensibilidad social y ética profesional; y con vocación para constituirse en factor de cambio. Desarrollando vocación de servicio profesional con un cambio de mentalidad frente a la competitividad internacional, manteniéndose actualizado, estarán abiertos tanto al aprendizaje continuo como a la interdisciplinariedad. Tendrá una formación integral y contará con una orientación a elección en un campo de profundización del conocimiento y poseerá los conocimientos, habilidades y actitudes para desempeñar la profesión.

Conocimientos del egresado:

- Cuenta con sólidos conocimientos en matemáticas, física y ciencias de la ingeniería, sobre modelado matemático de fenómenos físicos y optimización.
- Será capaz de trabajar en las fronteras tecnológicas y del desarrollo de las disciplinas, enriquecido con los conocimientos provenientes de las asignaturas del campo de profundización elegido.
- Capaz de planear, investigar, diseñar, producir, construir, evaluar, selecciones y emplear los materiales adecuados para el diseño de elementos mecánicos.
- Sólidos conocimientos en diseño de proyectos, manufactura, diagnóstico, instalación, operación, control y mantenimiento de sistemas mecánicos.
- Un desempeño ético con vocación de servicio para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad, con respeto y cuidado al medio ambiente y actuando con responsabilidad social.
- Contar con una formación de amplio espectro teórico-práctico, que les permitirá participar con éxito en las distintas ramas que integran a la ingeniería mecánica, contar con técnicas de la información y comunicación (TIC's) para su íntegro desempeño profesional.
- Conocer su lengua materna para comunicarse asertivamente y de otra lengua, preferentemente inglés.

Habilidades que posee el egresado:

- Colabora, participa y se comunica de manera efectiva sus conocimientos de forma verbal, escrita y corporal en equipos intra, multi e interdisciplinarios por cualquier medio de comunicación.
- Resolver problemas de diseño de sistemas, equipos y dispositivos electromecánicos, de procesos térmicos y de manufactura.
- Modificar y desarrollar equipos y procesos destinados a transformar los recursos naturales en energía y productos útiles para la sociedad de manera sustentable.



- Diseñar, instalar, seleccionar, e integrar el equipo necesario para el mejoramiento de sistemas mecánicos, electromecánicos y térmicos.
- Aplicar sus conocimientos para la administración y mejora de procesos de manufactura, así como los sistemas básicos de control de estos.
- Toma de decisiones que le permitan resolver problemas que se le presenten en su vida profesional, así como hacer frente a situaciones nuevas, así como a necesidades y recursos de reciente innovación.

Actitudes que posee el egresado:

- Comportamiento ético incluyendo: confidencialidad, cumplimiento de códigos de ética, no corrupción, honestidad, honradez e integridad.
- Compromiso, vocación de servicio y entusiasmo para establecer y lograr las metas personales y de la institución donde labora.
- Confianza en sí mismo y en su preparación académica, poseer deseos de actualización, superación y competencia en su profesión, con un sentido creativo e innovador.
- Habilidades de emprendimiento, con deseos de actualización continua en actitud empresarial.
- Mente abierta orientada hacia la solución de problemas y al cambio, liderazgo, disciplina, dinamismo, responsable y crítico, con vocación de servicio profesional.
- Tener conciencia de la problemática nacional, basada en el conocimiento de la realidad del país, promoviendo la competitividad del país, tener una actitud humanista y de servicio hacia la sociedad.

9.4.4. Ingeniería en Computación

Para Ingeniería en Computación se analizaron los programas de las siguientes IES:

- 1) Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México, UNAM. (Pública).
- 2) Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Guerrero, UAG. (Pública).
- Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, UASLP. (Pública).
- 4) Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Baja California, UABC. (Pública).
- 5) Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Instituto Politécnico Nacional, IPN (Pública).
- 6) Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán, UADY. (Pública)

El promedio de créditos por semestre es 46, que en términos generales es una cantidad adecuada. En la Figura 21 se presenta el número de semestres y créditos

de las Universidades analizadas. La UASLP tiene un incremento sustancial en el número de créditos ofrecidos en el octavo y noveno semestre.

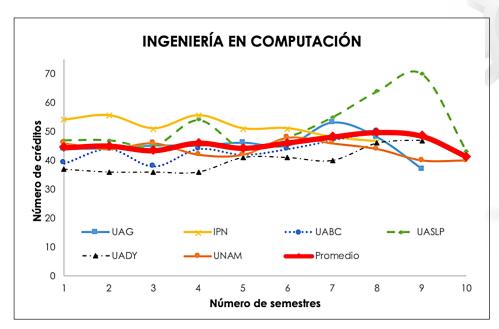


Figura 21. Promedio de créditos por semestre.

En la Figura 22 se muestra la variación del número total de créditos por institución, y donde el promedio general es de 414. Este promedio toma en cuenta los cursos obligatorios y optativos.

El valor promedio de cursos ofrecidos en la carrera de Ingeniería Industrial es de 58 (Figura 23). La UABC y UASLP tienen un número mayor de cursos que el promedio.

En cuanto a la seriación de materias se observa un serio contraste entre los programas de la UAG y UASLP, donde más de 20 de sus cursos se encuentran seriados, y el programa ofrecido por el IPN, donde no existe ninguna seriación en su mapa curricular. En general, el número de cursos seriados en los programas analizados es 15 (Figura 24).

El porcentaje total de créditos lo forman los cursos curriculares y optativos. Respecto a los optativos, estos varían desde el 4% del IPN, hasta un 26% en la UASLP, con un promedio del 17% (Figura 25).

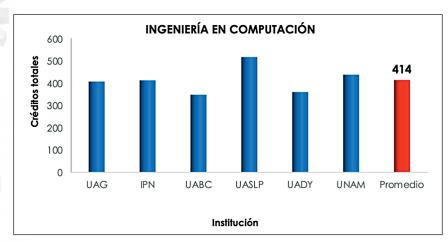


Figura 22. Créditos totales de los diferentes programas.

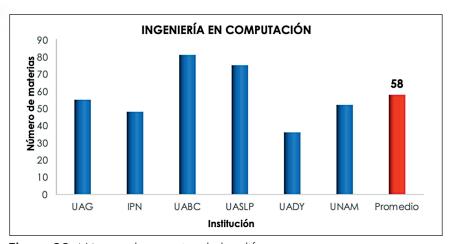


Figura 23. Número de materias de los diferentes programas.

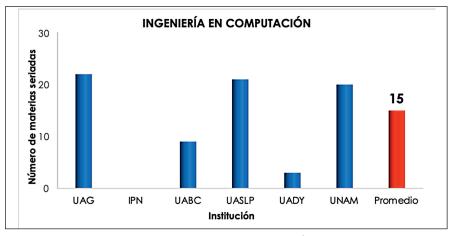


Figura 24. Número de materias seriadas de los diferentes programas.

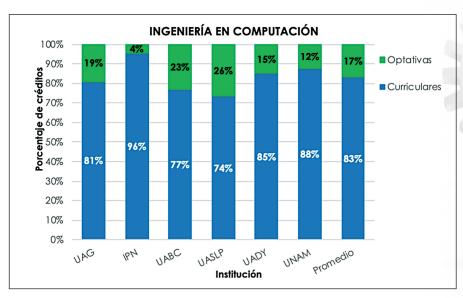


Figura 25. Porcentaje de créditos de los diferentes programas.

Finalmente, en la Figura 26 se muestra los porcentajes de distribución de los cursos que pertenecen a las áreas de Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería, Ingeniería Aplicada, Ciencias Sociales y Humanidades y otras Asignaturas Convenientes. En general, los porcentajes promedio de las diferentes instituciones son del 24%, 35%, 28%, 7% y 6%, respectivamente.

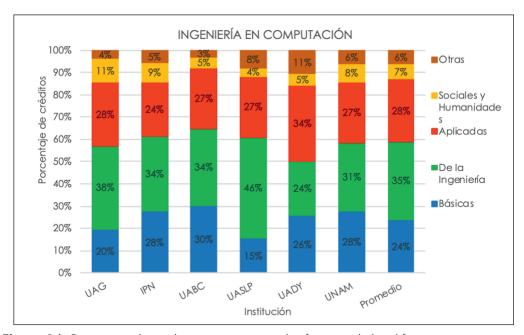


Figura 26. Porcentaje de créditos respecto a su clasificación de las diferentes instituciones.

Perfil de egreso

Objetivo General

Los egresados de Ingeniería en Computación deberán poseer capacidades para la innovación, potencial para aportar a la creación de tecnologías y actitud emprendedora, con sensibilidad social y ética profesional; y con vocación para constituir-se en factor de cambio. Tendrá una visión integral de las áreas de la computación, lo que le dará un amplio panorama para ingresar en el campo laboral, desarrollar una empresa propia o incorporarse en actividades de investigación y desarrollo de forma exitosa.

Conocimientos del egresado:

- Cuenta con sólidas bases científicas y fundamentos tecnológicos, que le permitan comprender, analizar, diseñar, organizar, producir, operar y dar soluciones prácticas a problemas relacionados con las áreas de Organización de Sistemas Computacionales, Ingeniería en Software y Tecnologías de Información.
- Con base en el campo de profundización seleccionado, tendrá conocimientos en algunas áreas tecnológicas tales como: procesamiento digital de datos y control de procesos, sistemas de programación tanto de base como de aplicación, desarrollo e investigación en las ciencias de la computación, sistemas de comunicación y seguridad tanto informática como de redes de datos, sistemas de bases de datos, sistemas inteligentes, y sistemas de cómputo gráfico, entre otras.
- El egresado tendrá ideas claras sobre modelado matemático de fenómenos físicos y optimización; estarán abiertos tanto al aprendizaje continuo como a la interdisciplinariedad. Deberá contar con conocimientos sólidos de su idioma, con capacidad de comunicación oral y escrita.
- Un desempeño ético con vocación de servicio para contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de la sociedad, con respeto y cuidado al medio ambiente y actuando con responsabilidad social.

Habilidades que posee el egresado:

- Colabora, participa y se comunica de manera efectiva sus conocimientos de forma verbal, escrita y corporal en equipos intra, multi e interdisciplinarios por cualquier medio de comunicación.
- Desarrolla, implementa y administra software de sistemas o de aplicación que cumplan con los estándares de calidad, mejorando la productividad y competitividad de las organizaciones.
- Posee metodológicas de investigación que fortalezcan el desarrollo cultural, científico y tecnológico en el ámbito de sistemas computacionales y disciplinas afines.

- Toma de decisiones que le permitan resolver problemas que se le presenten en su vida profesional, así como hacer frente a situaciones nuevas, así como a necesidades y recursos de reciente innovación.
- Diseña, desarrolla y administra bases de datos conforme a requerimientos definidos, normas organizacionales de manejo y seguridad de la información.
- Identificar y comprender las tecnologías de hardware para proponer, desarrollar y mantener aplicaciones eficientes.
- Integrar soluciones computacionales con diferentes tecnologías, plataformas o dispositivos.

Actitudes que posee el egresado:

- Comportamiento ético incluyendo: confidencialidad, cumplimiento de códigos de ética, no corrupción, honestidad, honradez e integridad.
- Compromiso, vocación de servicio y entusiasmo para establecer y lograr las metas personales y de la institución donde labora.
- Confianza en sí mismo y en su preparación académica, poseer deseos de actualización, superación y competencia en su profesión, con un sentido creativo e innovador
- Mente abierta orientada hacia la solución de problemas y al cambio, liderazgo, disciplina, dinamismo, responsable y crítico, con vocación de servicio profesional.
- Tener conciencia de la problemática nacional, basada en el conocimiento de la realidad del país, promoviendo la competitividad del país, tener una actitud humanista y de servicio hacia la sociedad.
- Desarrollar una visión empresarial para detectar áreas de oportunidad que le permitan emprender y desarrollar proyectos aplicando las tecnologías de la información y comunicación.





Asociación Iberoamericana de Instituciones de Enseñanza de la Ingeniería