



Editorial de la Universidad
Tecnológica Nacional

Bases conceptuales para un cambio cualitativo en la enseñanza de la Ingeniería

Ing. Jorge J L Ferrante⁽¹⁾

Universidad Tecnológica Nacional – U.T.N.
Argentina

2013

Editorial de la Universidad Tecnológica Nacional – edUTecNe

<http://www.edutecne.utn.edu.ar>

edutecne@utn.edu.ar

© [Copyright] La Editorial de la U.T.N. recuerda que las obras publicadas en su sitio web son *de libre acceso para fines académicos y como un medio de difundir el conocimiento generado por autores universitarios*, pero que los mismos y edUTecNe se reservan el derecho de autoría a todos los fines que correspondan.

A MODO DE INTRODUCCIÓN

Una conversación con un amigo sobre el Plan Estratégico para la Formación de Ingenieros (PEFI), fue lo que necesitaba para ponerme a escribir sin mirar ni consultar absolutamente nada.

Las ideas, elaboradas durante años en múltiples experiencias, estudios y discusiones, se fueron transformando rápidamente en palabras que, como torrente que encuentra por fin su cauce, comenzaron a fluir sin parar y a dar forma a este documento que, confesando como fue escrito, debo decir que salió rápido y de una sola vez por la sencilla razón que ya era parte de mi pensamiento.

Por supuesto que está incompleto; que no tiene referencia bibliográfica alguna que hay puntos que se deben discutir y perfeccionar; que hay otros que sencillamente deberían ser eliminados; que llevarlo a cabo no es ni será ni fácil ni rápido; que tiene antecedentes fácilmente reconocibles, como lo tiene toda obra; que da vuelta un montón de cosas que la tradición nos hizo creer que eran válidas; que obliga a un replanteo casi total de muchas otras y que, en definitiva, como todo cambio requiere abandonar la tranquilidad del status quo existente y aventurarse en un camino desconocido, tal vez lleno de dificultades y escollos.

Aunque el Ing. Mario Cisilino y la Mgr Ing. Laura Gelsi leyeron este trabajo, la responsabilidad por lo escrito es mía y no se le puede achacar a nadie ser partícipe de estas ideas.

Pero son ideas que tal vez indiquen un rumbo. Por eso las escribí y por eso las pongo a consideración de quienes estimen en algo su valor y puedan enriquecerlo.

Buenos Aires, Junio de 2013

I INTRODUCCIÓN

I.1 El contexto

1 La ciencia, como todo colectivo natural o antrópico tiene crecimiento exponencial. Este hecho está demostrado más allá de toda duda y quienes se han ocupado de tomar a la ciencia como objeto de estudio con método científico, así lo han probado.

2 Esto significa que la cantidad de conocimientos de la humanidad en un determinado momento de su devenir histórico es función de los conocimientos que poseía en el momento anterior. Inexorablemente estos conocimientos crecerán a un ritmo cada vez más veloz permitiendo el avance de la ciencia en las distintas disciplinas en que se acostumbra someterla a análisis.

3 Concurrentemente esos conocimientos pueden transformarse –y se transforman- en tecnología, dando a los países que así lo han entendido y han aplicado esfuerzo en ese sentido, un formidable elemento de poder para actuar con mínimas servidumbres en su interacción con otros países.

4 Este proceso de transformación de conocimientos en tecnología sigue un ritmo similar al de la ciencia. Cada vez es más corto el lapso existente entre conocimiento científico y la tecnología basada en el mismo.

I.2 Uso de la tecnología

5 Como no todos los países han comprendido el problema o no han tenido los medios para hacerlo o se les ha impedido hacerlo para preservar mercados o, más importante aún, conservar e incrementar poder, se ha ensanchado la brecha existente entre unos pocos países en aptitud de generar, incrementar y aprovechar esos conocimientos y tecnologías y otros que simplemente se han transformado en receptores no calificados de dichos avances, con inevitable correlato de dependencia y servidumbre.

6 Nuevos sistemas de comunicación, veloces, seguros, confiables y universalmente disponibles junto a sistemas de producción de bienes y servicios han generado en cada territorio nacional dos tipos de población. Por un lado, una parte que tiene acceso a ese mundo fuertemente interconectado con posibilidad de usufructuar todas sus ventajas y, por otro, una parte que carece de posibilidades de acceso a esos niveles, cada vez más alejada de las posibilidades de ese mundo, analfabetos de los tiempos que corren.

I.3 La tarea

7 Revertir ese estado de situación mediante trabajo e inclusión es tarea que requiere una fuerte decisión política.

8 Esa decisión, una vez tomada, debe estar acompañada de otras orientadas a la obtención de los medios necesarios para que, aplicados con continuidad y tenacidad, permitan el proceso de reversión políticamente definido.

9 El ámbito de aplicación es el de la República, donde deben conjugarse los recursos materiales y humanos en un esquema de sustentabilidad y preservación del medio para alcanzar el desarrollo que permita la expansión de las fuentes de trabajo y con ello la inclusión y concurrentemente la dignidad del ser productivo.

10 Transitar este camino no es fácil ni rápido. Requiere seriedad y continuidad en el esfuerzo de realización y, sobre todo, confiabilidad internacional sobre los fines perseguidos.

11 A pesar de los obstáculos que sin lugar a dudas se pondrán en el trayecto, llega un momento en el que el grado de desarrollo alcanzado y la ausencia de objetivos ocultos y la credibilidad de los actores hace que las puertas internacionales se abran en el tema en cuestión y se pase a ser un interlocutor válido y respetado en la mesa multinacional donde se trata el mismo.

12 Los recursos materiales están. Es necesario incrementar la cantidad de cabezas que tengan capacidad para ponerlos en acción en un emprendimiento de alcance totalizador como el reseñado en párrafos anteriores.

I.4 El PEFI y la ingeniería

13 Entre esas cabezas, brilla con brillo propio la de los ingenieros, preparada para que *“el conocimiento de la matemática y las ciencias naturales, adquirido por estudio, experiencia o práctica, se aplique al uso de materiales y fuerzas de la naturaleza en beneficio de la humanidad”*

14 El Plan Estratégico para la Formación de Ingenieros (PEFI) es decisión nacional al respecto. La meta propuesta es tener la mayor tasa de graduados por año de Latinoamérica. Un nuevo ingeniero cada 4.000 habitantes por año, es decir, 10.000 nuevos graduados por año. Para ello busca incrementar en un 50% la cantidad de graduados para 2016 y duplicar la cantidad para el año 2021.

15 El respectivo documento agrega que *“es necesario continuar con los cambios en los paradigmas de la formación, de modo que estén preparados para el desarrollo sostenible, el cual implica que la actividad del ingeniero debe considerar las implicancias económicas, sociales y ambientales de cada una de sus aplicaciones, para asegurar que no se vean afectadas las necesidades de las generaciones futuras”*

16 Esto es clave. El PEFI dificultosamente será exitoso si no sopla un poderoso aire de cambio sobre la enseñanza de la ingeniería en su actual concepción. Todo aquel que conozca sobre ciencias experimentales sabe que repitiendo un experimento sin cambio alguno en sus condiciones obtendrá siempre los mismos resultados.

I.5 Necesidad de cambio

17 Llevado esto a la enseñanza de la ingeniería significa que las metas del PEFI de alguna manera requieren un profundo cambio cualitativo en la enseñanza de la ingeniería, puesto que la permanencia de las condiciones en que se lo hace actualmente, como en el experimento en que no se cambian las condiciones, producirá siempre resultados conocidos.

18 Además, dicho cambio es absolutamente necesario para evitar la trampa estratégica en la que puede llegar a caer la enseñanza de la ingeniería cuando la universidad, autocomplaciente, considere haber sido exitosa y tienda a consolidar la estructura que le permitió ese éxito.

19 En ese caso la organización se vuelve introvertida, no piensa en nuevas alternativas ni cambia el pensamiento sobre el mundo y sus factores. Se vuelve autista y sólo está en condiciones de mirarse a sí misma.

20 Cuando la dinámica del conflicto entre los falsos supuestos y la realidad fáctica conduce a la eclosión final, resulta necesario un cambio cualitativo con vistas a la adecuación a esa realidad. Cuanto antes se concrete, menos doloroso será.

21 Una alternativa al cambio cualitativo frente al PEFI es nefasta. Consiste en bajar exigencias para alcanzar metas del PEFI sin producir modificación alguna en el estado de situación vigente.

22 Este documento es una propuesta para el mencionado cambio cualitativo en la enseñanza de la ingeniería.

II IDEAS FUERZA PARA EL CAMBIO CUALITATIVO

23 Los siguientes supuestos constituyen el fundamento del cambio cualitativo que se propone.

II.1 Lo ilusorio de los Planes de Estudio

24 El ritmo de crecimiento de los conocimientos de la humanidad y las tecnologías de ellos derivadas, como ha sido desarrollado en la introducción, hace y hará cada vez más ilusorio largos planes de estudio que contemplen ciclos de especialización en distintas ramas de la ingeniería.

25 Ello por la sencilla razón que, en el lapso en que los educandos son capacitados y entrenados en las tecnologías vigentes – supuesto a su vez válido si los denominados Planes de Estudio están en actualización permanente – estas habrán cambiado y el graduado reciente se encontrará con una realidad fáctica para la que no ha sido preparado.

II.2 Los pilares fundamentales

26 Todo el conocimiento se basa en dos pilares fundamentales. Uno de ellos está constituido por lo que usualmente se denomina Ciencias Básicas englobando en estos términos los conocimientos mínimos necesarios de matemática, física y química para alcanzar aptitud de comprender las “coordenadas culturales científico tecnológicas” del tiempo que corre.

27 Por otro se identifican las Ciencias Básicas de la Ingeniería, englobando en estos términos aquellas disciplinas que, basadas en principios y leyes de la naturaleza desarrollados en las ciencias básicas, permiten el tránsito de los conocimientos fundamentales a las realizaciones concretas de toda la ingeniería. Se cuentan entre ellas Electrotecnia, Termodinámica, Mecánica, Resistencia de Materiales, Elasticidad, Mecánica de Fluidos, etc., etc.

II.3 Gestión y Administración

28 Cada vez más el ingeniero es un profesional al que se requerirán aptitudes y capacidades para trabajar en equipos multidisciplinarios en los cuales, junto a especialistas de otras disciplinas deberá hacer valer conocimientos y capacidades de gestión y administración, en el sentido amplio del término (Management) los que, a medida que progrese en su carrera tendrán cada vez mas importancia frente a los específicamente técnicos. El conocimiento de un idioma distinto al materno se juzga también indispensable.

29 Es valor entendido que, con sólidos conocimientos básicos, básicos de ingeniería y de gestión se tienen las capacidades necesarias para seguir el desarrollo

tecnológico en distintas ramas de la ingeniería, habiendo alcanzado aptitud para aprendizaje autónomo y continuo.

II.4 Diplomado en Ingeniería

30 Satisfechas las exigencias que sean en definitiva planteadas para este tramo de la formación, se estará en presencia de un profesional de la ingeniería, no especializado, pero con una gran capacidad de adaptación a distintas circunstancias de los sectores productivos donde actúe, con una visión generalista del objeto de su profesión y en condiciones de actuar eficazmente como miembro de un equipo de trabajo. A falta de una mejor denominación, este tipo de profesional podrá denominarse **DIPLOMADO INGENIERO**.

II.5 Las especialidades

31 La especialización en una determinada rama de la ingeniería será el resultado de una elección tomada a posteriori de la obtención del título de **Diplomado Ingeniero**.

32 Responderá a una orientación vocacional muy definida; será el resultado de una necesidad laboral en curso concreta; el requerimiento de un equipo de trabajo; la necesidad laboral o vocacional de incursionar en investigación y desarrollo en algún tema específico de especialidad de la ingeniería elegida o una combinación de todas o algunas de estas motivaciones.

33 Todas ellas serán opciones y consecuentes decisiones a tomar con un profundo conocimiento de las inamovibles bases de la ingeniería ya adquiridas, hecho que permitirá una elección con efectivo conocimiento de causa.

II.6 Los problemas a minimizar

34 Un tránsito más corto desde el comienzo del estudio hasta la obtención del diploma seguramente tendrá efectos positivos sobre dos problemas vigentes para la enseñanza de la ingeniería.

35 Primero, es un hecho estadísticamente demostrado que la duración real de las carreras de ingeniería, es significativamente mayor que lo que establecen los respectivos Planes de Estudio.

36 Este hecho es pernicioso por varios motivos, siendo el más importante de ellos que coloca al graduado ingeniero en el mercado laboral a una edad y con responsabilidades familiares que inhiben su potencialidad de innovación ya que esta se encuentra directamente relacionada con el ímpetu y en ocasiones la intrepidez de la juventud.

37 Revertir esta situación requiere reducir la duración de los estudios de ingeniería, permitiendo la salida profesional temprana, cubriendo aspectos comunes a todas las especialidades de la ingeniería y despojando a los contenidos de las

asignaturas que hacen a su formación de todo aquello que el devenir científico tecnológico ha colocado en la historia de la ciencia e incorporando todo aquello que haga a su más adecuada formación básica y básica de ingeniería.

38 Segundo, los elevados índices de deserción en los primeros años de las carreras de ingeniería significan un mal uso de los recursos que el Estado Nacional invierte en educación superior.

39 Reducir la duración de las carreras será elemento contribuyente a la disminución de este índice al acercar la calificación profesional de ingeniero y haciendo más accesible la meta buscada al ingresar, evitando el estado de frustración que todo abandono produce y mejorando el uso de los fondos públicos asignados a los estudios de ingeniería.

III ESTRUCTURA DEL PLAN

III.1 Los ciclos

40 Conceptualmente el Plan se estructura en ciclos, cada uno de los cuales está compuesto por un determinado número de asignaturas obligatorias y optativas organizadas con una flexibilidad tal que dichos ciclos no necesariamente se corresponden con la secuencia de estudios que el alumno elija, estando esta determinada por el estudiante bajo la guía de su tutor o tutores siendo en consecuencia tantas posibles como casos o situaciones particulares se presenten, respetando rigurosamente aspectos académicos y plazos de permanencia en cada ciclo.

41 Es decir, la Universidad oferta asignaturas estructuradas según ciclos, siendo responsabilidad de los alumnos y de sus tutores determinar en cada caso la secuencia más adecuada a seguir, razón por la cual el concepto de Plan de Estudios debe ser entendido, en el marco de esta propuesta, como una opción entre muchas posibles seleccionadas entre aquellas con factibilidad académica.

42 Naturalmente, la opción de seguir en forma regular los ciclos debería ser la más elegida y la más promovida por los tutores. No obstante, la elección criteriosa de opciones adecuadas a las condiciones particulares de cada educando se constituye en una verdadera escuela para la acertada toma de decisiones que permita permanencia según plazos a establecer.

III.2 Los docentes

43 Los docentes, a los que en estos primeros ciclos sólo se los concibe como docentes con dedicaciones exclusivas o semi-exclusivas además de su actividad docente y si cabe, de investigación -exclusivamente en materia de enseñanza de la ingeniería- deben agregar la de ser tutores de un conjunto de alumnos, entendiendo como tales a aquellos que bajo su guía desarrollan su propio tránsito académico.

44 Que quede claro. En esta etapa, los docentes tienen como único trabajo ser responsables o actuar en un conjunto de asignaturas afines, ser tutores de grupos de alumnos y, si cabe, realizar investigaciones en materia de enseñanza de la ingeniería. No existen para esta concepción, los docentes “taxis” ni aquellos otros que “hacen” docencia después de su trabajo, sea este cual sea.

45 Bajo esta conceptualización para los educandos sólo existen asignaturas, obligatorias u optativas, cuyas secuencias posibles serán el resultado de su elección efectuada bajo las restricciones académicas que se determinen en cada caso en forma conjunta con sus tutores quienes asumirán responsabilidad por la secuencia elegida.

III.3 Las asignaturas

46 Esas asignaturas, en todos los casos, deberían ser de una elevada especificidad, debiendo su denominación reflejar lo más exactamente posible su contenido.

47 Así, en lugar de vaguedades actuales, como Análisis Matemático I, Física II u otras por el estilo, deberían existir Introducción al Cálculo; Álgebra Preuniversitaria; Cálculo en una Variable; Ecuaciones Diferenciales; Álgebra Lineal; Cálculo Numérico; Cálculo Vectorial; Elementos de Química Inorgánica; Elementos de Química Orgánica; Estática, Cinemática y Dinámica; Electromagnetismo; Mecánica, Calor y Sonido; Materiales Metálicos y no Metálicos; etc.

48 La secuencia correspondiente a estas nuevas asignaturas estará determinada por su necesidad para la continuidad del discurso y no por un simple esquema cronológico como ocurre actualmente, donde Física II sigue a Física I o Análisis Matemático II a Análisis Matemático I. Bajo esta línea de pensamiento es posible que algunas asignaturas básicas pasen al ciclo de especialización, allí donde sean necesarias.

III.4 La enseñanza

49 La enseñanza, por supuesto y en forma definitiva, estará centrada en el alumno, a quien se concibe como sujeto activo del proceso, quedando desterradas clases magistrales y otras eventuales modalidades en las cuales la parte activa corresponde al docente mientras que el alumno es solamente receptor pasivo.

50 **El trabajo de laboratorio, entendiendo por laboratorio los clásicos de física y química a los que corresponde agregar los de cálculo y simulación para asignaturas matemáticas, será privilegiado frente a cualquier otro método que no lo tenga en cuenta.** En ellos serán descartadas las prácticas efectuadas sobre recetas operativas tratando, en toda circunstancia, de incentivar la imaginación y creatividad de los educandos mediante un efectivo trabajo en ciencias experimentales.

III.5 Tiempos y números

51 Su desarrollo debería ser semestral, con semestres reales y efectivos según un calendario cuya iniciación debería preverse en febrero de cada año y su finalización en diciembre del mismo año, con cargas semanales cercanas a las 30 horas.

52 Bajo estas ideas, el sistema de créditos parecería ser el más adecuado para que, funcionando en forma armónica con las tutorías permita acreditar competencias, conocimientos y habilidades necesarias para la prosecución de estudios según la trayectoria particular aconsejada y elegida, **según un camino de no más de cuatro años**, sin contar el Ciclo de Admisión, que puede ser reemplazado por un adecuado examen

53 No existen los *numerus clausus*. Todo aquel que acredita conocimientos, aptitudes y competencias para iniciar la carrera queda automáticamente habilitado para hacerlo

IV LOS CICLOS

IV.1 Ciclo de Admisión

54 Este Ciclo prevé el desarrollo de asignaturas que permitan una efectiva articulación entre los estudios de segundo nivel y los universitarios de ingeniería. Podría llegar a considerarse como correspondientes a un bachillerato en ciencias aplicadas y, como tal formalizar su articulación con aquel segundo nivel.

55 Las asignaturas que lo compongan, su contenido, orientación y metodología serán tales que permitan a quienes acrediten positivamente sobre ellas afrontar las asignaturas correspondientes al siguiente ciclo con elevadas probabilidades de éxito. En este sentido se considera al Ciclo de Admisión como un nivel de entrenamiento intensivo para afrontar, a posteriori, con todas las competencias, actitudes, habilidades y conocimientos los requerimientos del primer ciclo de ingeniería. Como tal su duración es la que corresponda a cada alumno hasta alcanzar esos elementos.

56 Dichas asignaturas cubren el espectro correspondiente a las ciencias exactas y naturales y a las humanísticas contribuyentes a una mejor preparación para los ciclos posteriores. El ciclo completo podría ser reemplazado por un adecuado examen de competencia sobre todos los temas que dicho ciclo abarque.

57 En ese orden de ideas las ciencias exactas y naturales deberían abarcar temas de matemática, geometría plana y del espacio, física y química básicas que aseguren el conocimiento y la operatoria sin hesitaciones sobre los elementos fundamentales de las mismas, de tal forma que las asignaturas del primer ciclo y sus respectivas temáticas puedan desarrollarse con verdadero nivel y ritmo universitario, sin tropiezos por dificultades conceptuales y operativas emergentes de un deficiente manejo de prerrequisitos académicos. En todas ellas la utilización de computadoras y soportes lógicos específicos debería ser un recurso habitual y corriente.

58 El idioma nacional, ya sea como elemento fundamental para la comunicación oral o escrita o como herramienta imprescindible para la comprensión de textos y el idioma inglés deberían constituir parte significativa del campo humanístico correspondiente.

59 Completarían el ciclo de admisión asignaturas correspondientes a la evolución del pensamiento científico tecnológico y otra u otras sobre metodología de las ciencias experimentales.

60 Su duración no debería exceder el año calendario. Quienes no acrediten competencias y actitudes necesarias para el ciclo siguiente en algunas materias podrán repetir las en un segundo año calendario.

IV.2 Ciclo Básico

61 La columna vertebral de este ciclo debería quedar estructurada con el desarrollo de una poderosa mentalidad lógico analítica y sobre la modelización, determinística y estocástica, de los sistemas con los que habitualmente opera la ingeniería.

62 El esfuerzo debería estar centrado en temas de inexcusable inclusión en este nivel de estudios de ingeniería, con la salvedad que, sobre los mismos, debería efectuarse un profundo análisis de necesidad, oportunidad y actualidad, quitando todo aquello que el desarrollo de la ciencia y la tecnología ha tornado innecesario y agregando selectivamente contenidos que se aprecie se han incorporado en forma definitiva como fundamentos del estado actual del conocimiento.

63 Demás está decir que, en esta etapa, la orientación debería ser la correspondiente a la ingeniería en su totalidad, descartando innecesarios rigorismos, proezas intelectuales y memorísticas carentes de significado para este tipo de estudios.

64 Naturalmente, la línea principal corresponde a los sistemas con los que habitualmente opera la ingeniería, acompañada en su desarrollo por los temas de física, matemática y concurrentes necesarios a la búsqueda modelización y consecuente interpretación o simulación y predicción de comportamiento de los sistemas en estudio.

65 La secuencia modelo, algoritmo, solución e interpretación de resultados será privilegiada en todos los casos, así como lo será la utilización de computadoras y soporte lógico específico correspondiente a esa orientación.

66 El conocimiento de las propiedades y características de materiales debería ser parte de este ciclo en la medida adecuada a necesidades emergentes de las ciencias básicas de la ingeniería.

67 Los estudios de economía, organización de la producción, administración de personal, aspectos jurídicos, etc., serían factores contribuyentes a la formación buscada, la que se complementaría con cursos de idioma inglés a lo largo de todo este ciclo.

68 Al finalizar este ciclo los educandos deberían estar en óptimas condiciones para afrontar las exigencias de un nuevo ciclo, habiendo adquirido los conocimientos y habilidades necesarias como para asimilar sin dificultades la temática de cada una de las disciplinas constitutivas de dicho ciclo, así como para acceder en forma autónoma al conocimiento allí donde este se encuentre.

69 Se debe ser enfático en señalar que los contenidos de todas las asignaturas de este ciclo, en particular las de matemática deben contener solamente el mínimo indispensable para una correcta asimilación de conceptos y obtención de habilidades operativas, relegando para el momento en que sean necesarios aquellos otros que el

uso y la costumbre pareciera hacer mandatorio desarrollar en una determinada y falsa secuencia.

70 En este sentido corresponde afirmar que esos contenidos deberían ser desarrollados en el nivel en que sean efectivamente requeridos independientemente de cualesquier tradicional orden.

IV.3 Ciclo Básico de Ingeniería

71 Este Ciclo, denominado Básico de Ingeniería abarca una temática que todo profesional de la ingeniería debería conocer como continuación lógica y natural del ciclo precedente, orientada hacia las aplicaciones en todo aquello en que las mismas no dependan del estado del arte de la tecnología.

72 Estos conocimientos son aquellos que permiten a todo profesional de la ingeniería, por un lado, tener capacidad de autoaprendizaje para comprender y seguir el desarrollo de la ciencia y la tecnología y los métodos y procedimientos de ella derivados y, por otro, tener aptitud para comprender la lógica insita en el sistema productivo o de servicios en el que se encuentren operando.

73 Un profundo análisis de necesidades, eficacia y economía debería tener como objetivo determinar las asignaturas de imprescindible inclusión en este ciclo, con verdaderas posibilidades de ser asimiladas en base a competencias adquiridas en el ciclo básico anterior.

74 Para no caer en denominaciones de asignaturas que sugieran por efecto consuetudinario la repetición de lo existente, denominaciones que sería conveniente no perduren en este ciclo, se mencionan fuentes de energía cuya aplicación a la ingeniería correspondería incluir.

75 Dichas fuentes son básicamente: térmica, eléctrica y mecánica y quizá otras concurrentes, generadas convencionalmente o por vías no convencionales. Hasta dónde llegar con ellas, cómo concebirlas y orientarlas, en este nuevo planteo para la enseñanza de la ingeniería será sin duda tarea de especialistas que, comprendiendo la necesidad del cambio propuesto, determinen competencias necesarias y vuelquen sus conocimientos hacia la determinación de los contenidos correspondientes.

76 Deberían existir asimismo asignaturas correspondientes a estrategia empresarial, administración de los recursos humanos y aspectos económico, financieros y legales relacionados con el quehacer productivo.

77 El idioma inglés, en su faz eminentemente técnica y la lengua materna deberían ser privilegiados por estudio y realización continua y obligatoria de monografías, informes técnicos, resúmenes, etc. respectivamente.

IV.4 Diplomado Ingeniero

78 Cumplida satisfactoriamente esta etapa, de no más de cuatro años, se estima que los educandos poseen los conocimientos, competencias y habilidades necesarias como para desempeñarse en el sector productor de bienes y servicios con la formación y fundamentos necesarios para comprender y operar el sistema en el cual se encuentran ubicados.

79 Si bien carecen de una especialidad determinada de la ingeniería, los conocimientos básicos y generales que poseen los habilitan para aquella comprensión y operación, siendo su capacitación específica en el tema de la unidad productiva o de servicios en que se encuentren de responsabilidad para esta unidad (on job training)

80 Dicha unidad dispondrá para ello de un profesional muy bien formado, flexible en sus concepciones, en aptitud de aprender por si mismo, habituado al trabajo en equipo y con conocimientos sobre gestión y administración, aptos para comprender globalmente el sistema en el que se encuentran.

81 Estas condiciones deberían ser institucionalmente reconocidas mediante la expedición del título de **DIPLOMADO INGENIERO** u otra denominación que mejor indique la capacitación obtenida.

82 En este punto de la secuencia de estudios finalizan los estudios de grado y se habilitan, para aquellos que deseen profundizar o especializar sus estudios, las instancias de especialización y posgrado.

V ESPECIALIZACIÓN

V.1 Especialización en una rama de la Ingeniería

83 La especialización en una rama de la ingeniería se concibe estructurada según un ciclo de dos niveles. En el primero de ellos deberían tener cabida todos los conocimientos que hacen a la especificidad del tema incluyendo aquellos básicos y básicos de la ingeniería necesarios para una mejor comprensión y actualización del mismo, satisfaciendo así el principio de economía consistente en brindar competencias, conocimientos y aptitudes allí donde estos sean verdaderamente necesarios y sus beneficiarios en aptitud plena para recibirlos y apreciarlos. Un elemental principio de economía avala este criterio.

84 El segundo nivel de este ciclo debería estar constituido por asignaturas o grupos de asignaturas que brinden al educando un panorama completo y actualizado de la especialidad elegida. En esta instancia el uso de soporte lógico específico y laboratorios con equipamiento actualizado; la interacción real o virtual con otros centros de enseñanza y/o producción o servicios destacados en la especialidad, la participación en actividades de investigación y desarrollo y la práctica laboral con sentido social deberían ser requisitos indispensables.

V.2 Tiempos y diploma

85 Cumplidas las exigencias de este ciclo, de no más de dos años de duración, las competencias obtenidas deberían ser acreditadas mediante el título profesional de **INGENIERO, ESPECIALISTA EN INGENIERÍA (denominación de la especialidad)**, con competencias profesionales definidas y aptitud para continuar estudios de mayor nivel académico.

V.3 Actualización

86 Este ciclo asimismo debería ser la instancia académica correspondiente al reciclaje de los profesionales de la ingeniería en la especialidad que retornan a los claustros universitarios en busca de actualización y perfeccionamiento sobre alguna parte de su especialidad. Esta actualización debería ser obligatoria y onerosa para el interesado.

87 Dicho retorno según lapsos a determinar según la dinámica de desarrollo del campo de la especialidad, debería ser un requisito indispensable para permitir la continuidad de la práctica profesional. Cumplidas, por ejemplo, cuatro etapas de reciclado, tal vez veinte o más años de estudio y trabajo- la Universidad podría emitir el título INGENIERO seguido de la mención de la especialidad. Por ejemplo INGENIERO MECANICO o INGENIERO ELECTRONICO.

V.4 Los docentes

88 El cuadro docente de este nivel está dividido en dos partes completamente diferenciadas entre sí. Por un lado investigadores en la temática de la especialidad y, por otro, los profesionales de la ingeniería en la especialidad de muy destacada actuación en el sector productor de bienes y servicios.

89 Los primeros serán **docentes investigadores de dedicación exclusiva** que hacen de la investigación y el desarrollo en temas de la especialidad su medio habitual de vida, los segundos serán **contratados, a término**, para una o más asignaturas de este ciclo

90 Entre ambos grupos conforman un conjunto docente de máxima experiencia y conocimientos en el tema de la especialidad, potenciado en sus capacidades por actividades científico tecnológicas, conexión con el sector productor de bienes y servicios, aptitud para asesorar y resolver problemas de la industria en sede universitaria, consultoría y servicios.

VI MAESTRIAS – DOCTORADOS

91 Llegados a este punto, deberían abrirse para los interesados las instancias académicas Maestrías y Doctorados. Ambas tendrán la duración lógica que un trabajo de investigación requiere, aparte del tiempo que requieran las asignaturas que los pares especialistas recomienden para estos niveles.

VI.1 Maestrías

92 Las primeras, aparte de asignaturas específicas pertinentes a la especialidad deberían contemplar aquellas básicas y básicas de la ingeniería de alto nivel necesarias en esta instancia para el estado del arte de la especialidad agregando a estas metodología de la ciencia dado que el maestrando, necesariamente deberá realizar, con éxito, un trabajo de investigación, bajo la supervisión y guía de un tutor.

93 Naturalmente esto requiere laboratorios con equipamiento adecuado a esos fines, razón por la cual corresponderá analizar alternativas de localización de los mismos, dado que el número esperable de postulantes a maestría no justificarían la existencia de un gran número de estos debidamente actualizados.

VI.2 Doctorados

94 Los doctorados, por su parte, además de todo lo esperable para las maestrías requieren de parte de los interesados encontrar junto a quien o quienes serán sus tutores, un tema o sector desconocido del campo de trabajo, dado que, para acceder a dicho nivel, el doctorando debe hacer una contribución original al conocimiento en dicho campo, hecho que debe validar ante pares de este nivel.

VI.3 Cuarto Nivel en el Trabajo

95 Tanto para maestrías como para doctorados quedan la de aquellas especialidades o temas donde no existen instancias académicas con competencias para otorgarlas. Sin embargo, existen organismos donde la tarea habitual es el desarrollo de tecnología relacionada con esos temas de la especialidad. Corresponde entonces una toma de posición al respecto.

96 Obviamente se trata de una difícil cuestión que altera totalmente lo aceptado académicamente. Se trata, nada más y nada menos que acceder a máximos niveles académicos (maestrías y doctorados no dan competencias profesionales) en el trabajo, en temas que no tienen homólogo académico. El resultado del desarrollo y su eficacia probada y homologada serían entonces el equivalente a una contribución original al conocimiento en dicho campo y mérito suficiente para acceder a dichos niveles.

VI EPILOGO

97 Este documento plantea cambios significativos para la enseñanza de la ingeniería, rompiendo con múltiples preconceptos a los que el uso y la costumbre dio carácter de dogma.

98 Esta propuesta se orienta hacia la búsqueda de profesionales de una gran flexibilidad, capacidad de adaptación a circunstancias en permanente cambio, acostumbrados y con capacidad y habilidad para estudiar y actualizarse permanentemente, conocedores del camino que lleva a la frontera del conocimiento en la especialidad elegida y con la capacidad de conexión necesaria para identificar las fuentes del conocimiento contribuyentes a su profesión.

99 Toda la carrera debería constituir un entrenamiento muy grande, fuerte y persistente para el desarrollo de la capacidad de innovación e imaginación y en la aptitud para tomar decisiones y pensar en forma autónoma.

100 En definitiva, y esta si debiera ser una verdad irrefutable e intemporal, se buscan profesionales socialmente comprometidos, en condiciones de devolver a la comunidad los esfuerzos que esta ha hecho para permitir su formación, con una concepción integral y sistémica de los problemas y fundamentalmente, educados para el uso independiente de sus capacidades intelectuales, con uso racional y eficaz de los recursos que el Estado Nacional brinda a la Universidad.

1 Profesor Consulto, Universidad Tecnológica Nacional. Director de Proyectos. Dirección General de Investigación y Desarrollo, Fuerza Aérea Argentina. Académico de Número, Academia Argentina de Ciencias Aeronáuticas y Espaciales.