

## Enseñanza de Ciencias Básicas en Ingeniería: planteos sinceros para la reducción de cargas horarias y de contenidos

Leonel Pico

Facultad de Ingeniería Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires.

**E**l presente artículo es un punto de partida para la discusión franca acerca de los contenidos y profundidad necesarios de las ciencias básicas de la ingeniería (C.B.I.). La extensa duración de las carreras de ingeniería es un problema que no está resuelto aún. La duración real de dichas carreras se encuentra entre 8 y 10 años, cuando la inmensa mayoría de ellas debería tener una duración nominal de 5 años.

Es entendible que en general, debido a la deficitaria formación obtenida en las escuelas secundarias, el alumnado que ingresa a las carreras de ingeniería se encuentra con carencias notables en cuanto a la comprensión de textos, habilidad de resolución de problemas, conocimientos de matemática y de ciencias naturales, entre otras. Esto constituye, sin dudas, un factor que contribuye a ralentizar la formación, al menos durante el primer año. Para solucionar estos inconvenientes, en las diferentes facultades de ingeniería de Argentina se han adoptado diferentes estrategias, como ser cursos o programas de ingreso integrales cuyo objetivo principal constituye en entrenar al estudiantado en técnicas de estudio, proporcionar adecuados niveles de formación físico-matemática de pregrado, brindar conocimientos acerca de lecto-escritura y comprensión de textos, proporcionar habilidades para la resolución de problemas, etc.

Sin embargo, se advierte también que en las C.B.I., que nominalmente deberían tener una duración aproximada de 2 años, se supera notablemente esta duración nominal. En la mayoría de los casos, la duración promedio es de 4 años e incluso más.

Si a ello se le suma que en los últimos años de las carreras el estudiantado tiene la posibilidad de insertarse en el mercado laboral, evidentemente esto también contribuirá al alargamiento del tiempo de las carreras.

Según lo dispuesto en las resoluciones de 2021 del Ministerio de Educación [1], basadas en el Libro Rojo de CONFEDI [2], los descriptores de conocimiento para las C.B.I. fijados en estos estándares en términos generales y con las particularidades de cada carrera son:

- Calor, electricidad, iluminación, magnetismo, mecánica, óptica y sonido.
- Álgebra lineal, cálculo diferencial e integral, cálculo y métodos numéricos, ecuaciones diferenciales, geometría analítica y probabilidad y estadística.
- Química básica.
- Informática y/o programación.
- Sistemas de representación.

Y la carga horaria mínima para las C.B.I. es de 710 horas totales.



Imagen:  
www.freepik.com

... las diferentes facultades de ingeniería de Argentina han adoptado diferentes estrategias, como ser cursos o programas de ingreso integrales cuyo objetivo principal constituye en entrenar al estudiante en técnicas de estudio..."

#### CUESTIONAMIENTOS Y BASES PARA LA REFLEXIÓN

Las preguntas que surgen son las siguientes:

*¿Por qué entonces los planes de estudio tienen en promedio tanta carga horaria, que en algunos casos duplica el valor mínimo?*

*¿Es necesaria tanta carga horaria, si se supone que al menos por cada hora de clase presencial, a cada estudiante le debería insumir al menos 2 horas adicionales de dedicación autónoma en su casa, lo cual triplica las cargas horarias?*

Haciendo números simples, si en promedio, las C.B.I. tienen alrededor de 1200 horas presenciales, en dos años de carrera, constituyen en realidad 3600 horas de dedicación total. Contemplando que esto se desarrolla en cuatro cuatrimestres de 15 o 16 semanas cada uno, da un total de 60 o 64 semanas en dos años. Sabiendo que la semana tiene 7 días, la cantidad de días totales es 420 a 448 días. Como resultado se tienen entre 11 y 12 horas por día de dedicación total, presencial más autónoma, a las carreras de ingeniería durante los 7 días de la semana, sin descanso. Si se lo compara con una jornada laboral de 8 horas al día durante 5 días en la semana, se pone en evidencia que el estudio requiere un esfuerzo y dedicación realmente sobre-humanos para terminar las C.B.I. en un lapso de 2 años nominales, y por consiguiente, finalizar una carrera de ingeniería en un lapso de 5 años nominales.

La figura 1 muestra la cantidad de horas de C.B.I. establecidas en los planes de estudio de las facultades de ingeniería de 12 universidades nacionales relevadas, a saber:

- Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN).
- Universidad Nacional de Mar del Plata (UNMdP).
- Universidad Nacional de La Plata (UNLP).
- Universidad Nacional de Río Cuarto (UNRC).
- Universidad Nacional de San Juan (UNSJ).
- Universidad Nacional de Lomas de Zamora (UNLZ).
- Universidad Nacional de Rosario (UNR).
- Universidad Tecnológica Nacional (UTN).
- Universidad Nacional de Tucumán (UNT).
- Universidad de Buenos Aires (UBA).
- Universidad Nacional del Sur (UNS).
- Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo).

Se muestran los resultados recabados durante 2017 y 2018. Es posible que algunos planes se hayan reformado desde esa fecha. Sin embargo, es de destacar que la cantidad promedio de horas de C.B.I. es 1175, un 65 % superior al mínimo establecido por resoluciones de 2021 del Ministerio de Educación y Libro Rojo de CONFEDI.

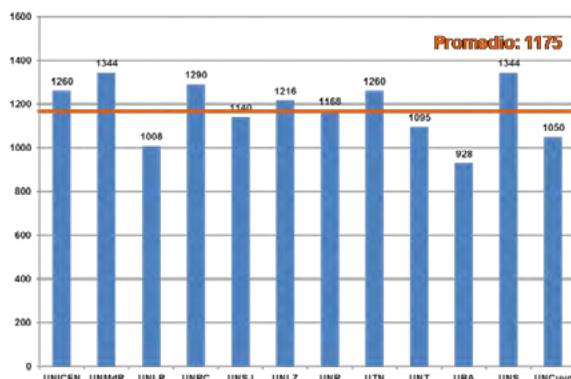


Figura 1: Cargas horarias de C.B.I. relevadas de 12 universidades argentinas.

A fin de realizar análisis comparativos, se agruparon las asignaturas de las ciencias básicas en 5 grandes campos del conocimiento, a saber:

- Matemática (análisis matemático o cálculo íntegro-diferencial, álgebra, geometría analítica o diferencial, probabilidad y estadística, análisis y/o cálculo numérico, etc.).
- Física (mecánica, calor, sonido, hidrodinámica, electromagnetismo, etc.).
- Química.
- Dibujo y/o sistemas de representación.
- Informática o computación y/o programación.

Las figuras 2 a 6 muestran los resultados obtenidos de las cargas horarias relevadas de las 12 universidades argentinas consultadas para los campos de conocimiento mencionados. Los promedios obtenidos son: 619 horas de matemática, 287 horas de física, 101 horas de química, 107 horas de dibujo y/o sistemas de representación y 67 horas de informática o programación.

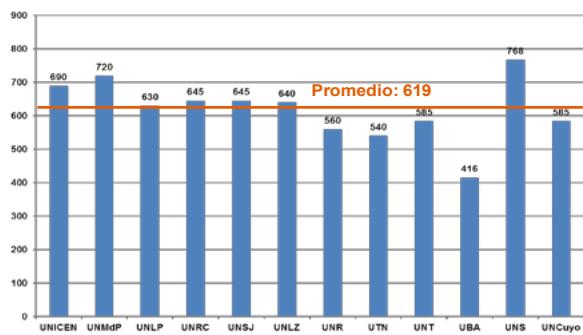


Figura 2: Cargas horarias de matemática relevadas.

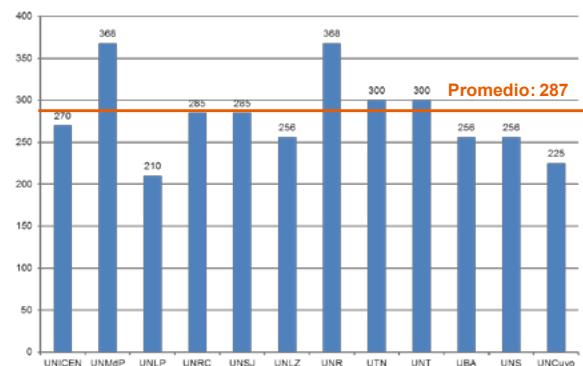


Figura 3: Cargas horarias de física.

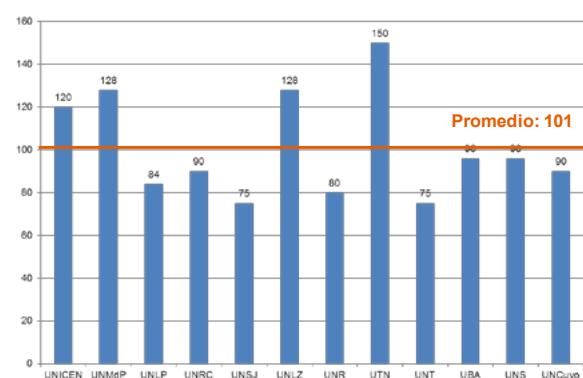


Figura 4: Cargas horarias de química.

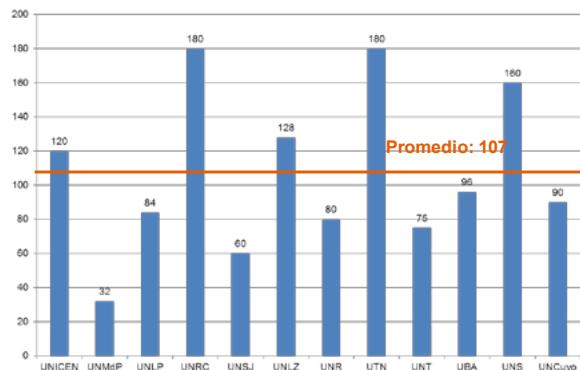


Figura 5: Cargas horarias de dibujo y/o sistemas de representación.

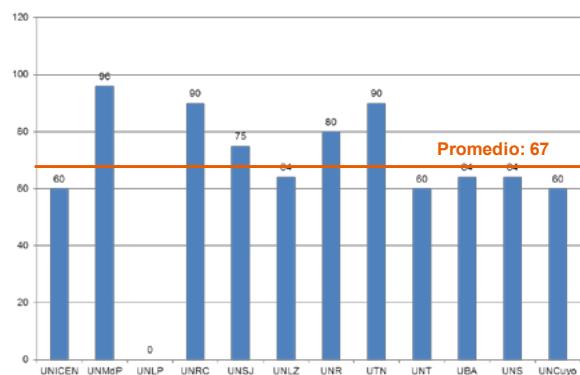


Figura 6: Cargas horarias de informática o computación y/o programación (nota: para UNLP, las horas de programación están integradas con análisis numérico).

¿Es necesaria tanta formación en matemática, la cual quizás es más apropiada para cursos de posgrado, como ser, de maestría y de doctorado?

¿Los profesionales de la ingeniería requieren tantos conocimientos abstractos?

¿Por qué no se enseña lo fundamental, lo que realmente es necesario para la vida profesional?

¿Todas las carreras de ingeniería deben tener los mismos requerimientos de cálculo integral y diferencial, álgebra, geometría, física, química, etc., con la misma profundidad?

¿Todos los conceptos, fundamentalmente en matemática, son realmente importantes? ¿Todos ellos deben abordarse con la misma profundidad?

Se pueden citar algunos ejemplos concretos:

- Uso de variable compleja en carreras como ingeniería civil, industrial, que no poseen requerimientos de diseño de circuitos e instalaciones eléctricas.
- Empleo de transformada de Laplace y de Fourier para carreras como ingeniería industrial, civil, etc. por razones análogas al caso anterior.

- Utilización de cálculo de varias variables en carreras que no requieren fenómenos de campos.
- Análisis y cálculo numérico como asignatura independiente del cálculo integral y diferencial y de la programación.
- Excesivos métodos numéricos de resolución de problemas cuando se puede obtener la solución a partir de expresiones analíticas continuas por derivaciones o integraciones sencillas.

Se plantea aquí la discusión de qué contenidos y profundidad son realmente necesarios en cada carrera.

Esto lleva a plantearse la cuestión de que una posible (y no menor) causa de alargamiento de la duración de las carreras de ingeniería es la presencia de:

- Contenidos y métodos obsoletos y ridículos.
- Resolución de problemas inexistentes en ingeniería.
- Demasiado cientificismo y poca practicidad.
- Docentes alejados de la realidad física e ingenieril.
- Desconocimiento de las necesidades de la industria, sociedad, comercio, tecnología, etc.
- Desarrollo de problemas y prácticos extensos que hartan a los alumnos y no les permiten afianzar los conceptos fundamentales, en detrimento de la comprensión de la idea esencial.
- Pérdida de sentido común al analizar los resultados.
- Desconocimiento de los órdenes de magnitud de los fenómenos de la ingeniería.
- Utilización de expresiones matemáticas y contenidos superfluos que son propios de doctorados en ingeniería y en ciencias exactas.
- Planes de estudio del siglo XIX, con docentes formados en el siglo XX para enseñarles a estudiantes del siglo XXI.
- Desconocimiento acerca de lo que se realiza en otros países.
- Escasa motivación de los alumnos para proyectar, pensar y desarrollar cosas.
- Clases aburridas con docentes no carismáticos.
- Carencia de habilidades de representación gráfica y computacional.

La figura 7 muestra, de forma humorística y brutal, la realidad de la formación matemática en la vida ingenieril.

## LAS MATEMÁTICAS EN LA VIDA DE LOS INGENIEROS



Figura 7: Gráfica humorística de las habilidades matemáticas en función de las etapas de la vida de los ingenieros.

No se debe dejar de lado que las C.B.I. deben contribuir y ajustarse a las necesidades planteadas por las asignaturas tecnológicas básicas y aplicadas. Por estos motivos, es imperioso que exista un diálogo permanente y actualizado entre las áreas de C.B.I. y las áreas de asignaturas tecnológicas.

Si el propósito es formar científicos, que ello se realice en el posgrado, no en el grado. La formación que es necesaria para un ingeniero debe ser fundamentalmente tecnológica, más que científica pura.

Si no se toman medidas inmediatas para revertir la situación del alargamiento de las carreras de ingeniería, después a no quejarse de que a los ingenieros en general, no les gusta la matemática y otras ciencias básicas.

## CONCLUSIONES

Es necesaria e imperiosa la reducción de contenidos y de cargas horarias de las C.B.I., ajustándose a lo prescripto como mínimo por las resoluciones de 2021 del Ministerio de Educación y Libro Rojo de CONFEDI, de forma tal que, sin perder calidad en la enseñanza y en el aprendizaje, se enfoque en lo realmente necesario para la formación en ingeniería.

## REFERENCIAS

- Resoluciones del Ministerio de Educación de la República Argentina. 2021.  
 Libro Rojo de CONFEDI (2018). *Propuesta de Estándares de Segunda Generación para la Acreditación de Carreras de Ingeniería en la República Argentina*. Consejo Federal de Decanos de Ingeniería, Argentina.