

ACTUALIZAR EL CURRÍCULO DE MATEMÁTICA. UNA NECESIDAD PERENTORIA EN LAS INGENIERÍAS

Carrera, Elena T. F. De

E-mail: ecarrera@frp.utn.edu.ar

Canavelli, Juan Carlos

E-mail: jcanavelli@frp.utn.edu.ar

Gaitán, María Mercedes

E-mail: mgaitan@frp.utn.edu.ar

Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Paraná

1 Introducción

En las Universidades se están formando las nuevas generaciones de profesionales que se incorporan al mercado laboral en un momento de rápidos cambios tecnológicos. En este mundo globalizado del siglo XXI, que tiene además innegables crisis sociales, los avances de la ciencia y la tecnología, plantean a las Universidades importantes retos para la determinación de sus currículos. Haciéndonos eco de las palabras de Alicia de Alba (1994:12) “*El currículo universitario debe constituirse en una posibilidad para desarrollar una de las más complejas e importantes capacidades humanas: la **capacidad de pensar.***”

Existe hoy una crisis del currículo universitario, particularmente en las Ingenierías, sobre todo es observable la desvinculación de sus contenidos curriculares con la realidad tecnológica y social. ¿Será tal vez por desconocimiento de las necesidades actuales de la sociedad? ¿Está la Universidad, como fuente del conocimiento, un paso adelante del resto de la sociedad o al menos a la par de ella? Sea cual sea la respuesta no puede negarse la mencionada crisis del currículo. Asimismo esta crisis, detectada en gran número de países de este mundo globalizado, asume distintas manifestaciones según el grado de industrialización del país. Por ello, hablar de currículo no es sólo hablar de contenidos, hay que incorporar el análisis de la problemática cultural, social, política, ideológica y económica en él.

Es innegable el efecto de la globalización en la práctica de las profesiones, sobre todo en aquellas con gran movilidad laboral. Es común tener que integrar equipos de trabajo con personas de distintas culturas y profesiones. Además en esta era de la información, el equipo puede estar en distintas zonas geográficas.

En esta era de la información, sin temor a equivocarse se puede decir que en este mundo globalizado es muy común la precaria formación, la escasa comunicación, la “vida líquida”, como el título del último libro de

Zygmunt Bauman (2006). Al vivir en el marco de una cultura televisiva, que enseña que todo es descartable, que sólo sirve para el momento, los jóvenes asimilan ese tono de permanente devaluación y fugacidad, esa sensación de que nada importa (Jaim Etcheverry 2000).

2 El Currículo Universitario y el de Matemática

Precisamente la formación del estudiante comienza con las Ciencias Básicas, es decir, con la Matemática, la Física, la Química y otras disciplinas según las características de la carrera. Ellas tienen por función contribuir al pensamiento lógico y proporcionar a los estudiantes los fundamentos que les permitirán enfrentarse a los problemas que requieren capacidad analítica en las asignaturas específicas de la especialidad elegida. Además, coincidiendo con Bunge, *“A su vez para formar técnicos se necesitan no sólo otros técnicos sino también profesores de ciencias básicas”* (Bunge, 2006: 70) y siguiendo con el pensamiento de este autor: *“Y los buenos profesores no se forman tomando cursos y acumulando diplomas profesionales, sino haciendo investigaciones originales”*. (Bunge, 2006: 71) También ha sido expresado en numerosas ocasiones por los autores del presente trabajo, y además ahora está puntualizado por el autor citado en su libro 100 IDEAS: *“no se puede enseñar bien un asunto que no se ama, y no se puede amar un tema si no se lo domina.”* (Bunge, 2006: 88)

La Matemática es una disciplina que permite formalizar, apoyar, además de ser la herramienta de muchas otras y de ser indiscutible su estrecha relación con la tecnología. Según señala Alain Touraine (2006) esa tecnología debe ser prioritaria para América Latina y sin embargo, salvo Brasil, el resto de los países de la región la han ignorado bastante. Si esta tendencia se revierte, provocará una transformación en la educación y en la de los ingenieros será mayor.

Es deseable establecer el mejor currículum para este momento. Si bien el mismo no es estático, sino adecuado a cada tiempo y lugar, debe darse una fuerte formación básica que permita al egresado, adaptarse a este mundo tan velozmente cambiante y a los impresionantes avances tecnológicos. Pero debe quedar claro que nadie puede trabajar toda su vida con aquello que ha aprendido en sus estudios superiores, es necesario que éstos se actualicen en forma permanente, es así ineludible estudiar a lo largo de toda la vida (Delors, 1996; Savater, 1997)

3 Propuesta de investigación

En el proyecto: “Investigación de las ideas y prácticas actuales sobre el currículo de Matemática en las Carreras de Ingeniería”, que se está desarrollando en la Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Paraná, se propuso, siguiendo a Alicia de Alba (1994:5) *“analizar el currículo considerando éste, como un entretrejado de problemas provenientes de la sociedad, entendiendo a esta última como un conjunto de antagonismos”*; según interpreta

Adriana Puiggrós (1994:6) en el Prólogo del texto de Alicia de Alba, *“El currículo se abre así como un campo problemático, del cual surgen líneas de análisis distintas, se perfilan objetos de organización variados, aparecen tramas complejas en las cuales se gestan sujetos, se los recorta, se los reprime o se habilita su desarrollo.”*

Hasta el momento, como resultado de esta investigación han surgido como temas prioritarios, la inclusión de Matemática Discreta en el currículo y una modificación del correspondiente a Probabilidad y Estadística. Además, en esta comparación se pone en evidencia la poca flexibilidad de los currículos, o sea la posibilidad que el estudiante tiene de especializarse eligiendo asignaturas que contemplen temas de su preferencia. Por supuesto que esto es complementario de aquellas materias de una especialidad determinada que no pueden dejar de conocerse. Esto nos lleva a formularnos la pregunta ¿no será la oportunidad de propiciar currículos flexibles y dinámicos para las Ingenierías? Las comparaciones anteriores también son útiles para hallar debilidades y fortalezas de contenidos en las asignaturas y en última instancia hallar alguna de ellas con obsolescencias, lo que implicaría que deban adaptarse a la realidad tecnológica actual.

4 El por qué de la Matemática Discreta

Los ingresantes a las universidades crecieron en un mundo muy distinto del que nos tocó vivir a sus docentes. Se está viviendo la “era digital” (computadoras, cámaras digitales, teléfonos celulares, MP3, MP4, etc.) Esta “era” trae aparejados cambios muy profundos en los usos y costumbres sociales. Sin embargo, son pocos los que entienden, o simplemente tienen presente, la crucial importancia de la Matemática en todas estas realizaciones. Nadie duda en cuanto a la computadora, pero quién se imagina cuando está hablando por el celular cuánta Matemática está involucrada en ese proceso y cómo opera la Teoría Algebraica de la Codificación para que el mensaje llegue con tanta nitidez. Todos usamos tarjetas de débito, operamos con tarjetas de crédito, se hacen compras por Internet, pero no tenemos presente que allí intervienen la Codificación, la Comprensión de Datos y la Criptografía. Pues bien, la Matemática está allí, pero es la llamada MATEMÁTICA DISCRETA, que está en el fundamento de todas las modernas Teorías de la Información y de la Comunicación (las famosas TICs)

Sin embargo, en medio de este torbellino de realizaciones tecnológicas, los contenidos de Matemática en los Planes de Estudio de las diversas Ingenierías se mantienen, salvo algunas excepciones, prácticamente invariantes. En efecto, el eje es la Matemática del continuo, con el Cálculo Diferencial e Integral, seguido del estudio de las Ecuaciones Diferenciales, Ordinarias y, algunas veces, en Derivadas Parciales. Por supuesto que nadie puede ignorar la trascendencia de los conceptos y métodos de la Matemática del continuo en las diversas Ingenierías, pero no se prepara adecuadamente a los ingenieros del Siglo XXI, que en las diversas especialidades tendrán que actuar con TICs (pensemos en la clásica Ingeniería Civil y las casas “inteligentes”).

Además, se establece un “salto” demasiado alto entre la realidad que rodea a los estudiantes y la Matemática que se estudia en la Facultad, lo cual es negativo para el aprendizaje.

5 Contenidos Curriculares de Matemática en Carreras de Ingeniería de Argentina

En esta investigación se realizó un estudio pormenorizado de los contenidos curriculares de Matemática en las Ingenierías de universidades argentinas para poder compararlos con otras universidades extranjeras. En particular se trabajó con algunas Ingenierías como son Electrónica, Electromecánica, Eléctrica, Mecánica y Civil. Para ello se optó por nueve universidades argentinas elegidas por su prestigio, antigüedad y trascendencia. En las Ingenierías mencionadas se encuentran asignaturas comunes, que para sintetizar, se pueden agrupar en tres categorías principales:

- Análisis Matemático
- Álgebra y Geometría Analítica
- Probabilidad y Estadística

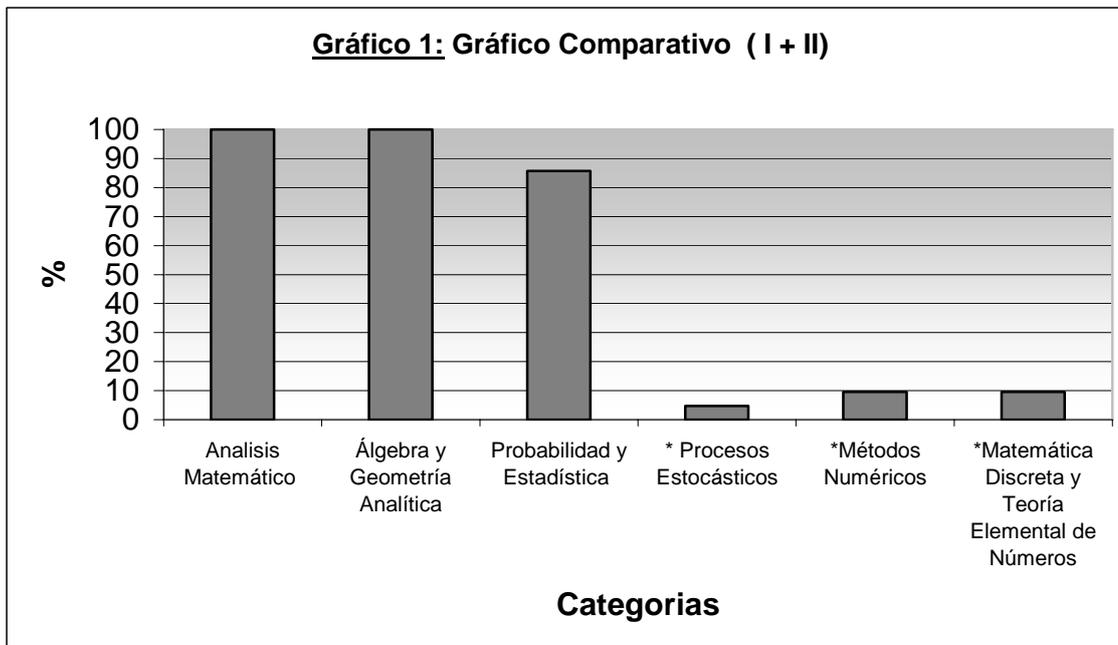
Estas tres categorías implican distintos niveles y también distintas denominaciones, por ejemplo, Análisis Matemático se refiere a Análisis Matemático I, Análisis Matemático II y Análisis Matemático III, situación similar ocurre con las otras dos categorías.

Además, en algunas carreras se encuentran asignaturas tales como: Procesos Estocásticos, Métodos Numéricos, Matemática Discreta y Teoría Elemental de Números. Estas últimas asignaturas hoy en día se consideran fundamentales en los nuevos programas de formación de los ingenieros europeos. Cabe destacar que ellas han cobrado gran importancia gracias al uso de las computadoras y de las calculadoras gráficas.

Lo detallado se puede apreciar en el siguiente cuadro resumen, en el cual los valores indicados representan el porcentaje de la presencia de la asignatura mencionada en el currículo de Matemática en las carreras de Ingeniería en las nueve universidades estudiadas:

Categorías	Obligatoria (I)	Optativa (II)	Totales (I + II)
Análisis Matemático	100	-	100
Álgebra y Geometría Analítica	100	-	100
Probabilidad y Estadística	80,95	4,76	85,71
* Procesos Estocásticos	-	4,76	4,76
*Métodos Numéricos	4,76	4,76	9,52
*Matemática Discreta y Teoría Elemental de Números	4,76	4,76	9,52

Gráfico 1: Gráfico Comparativo (I + II)



En general se observa la falta de Métodos Numéricos, Matemática Discreta y Procesos Estocásticos en el currículo de Matemática de la mayoría de las Ingenierías, tanto en las asignaturas obligatorias como en las optativas.

La importancia de la **Matemática Discreta** ya fue explicitada en un párrafo precedente. Con respecto a **Métodos Numéricos** se puede señalar precisamente que los Métodos Numéricos para la resolución de problemas se han vuelto viables de ser aplicados gracias a las ventajas de poder correrlos en una computadora. El análisis de esta rama matemática dentro de las carreras de Ingeniería escapa, por ahora, al objetivo de este trabajo pero se retomará en el futuro.

En relación a **Procesos Estocásticos** es fundamental que los futuros ingenieros comprendan y manejen modelos estocásticos ya que éstos son esenciales en los métodos de control de procesos y gestión de calidad, así como también en el análisis de series temporales, regresión de datos, proyección, entre otros.

7 Contenidos Curriculares de Matemática en Carreras de Ingeniería en el exterior

En el extranjero se distinguen tres centros de desarrollo científico y tecnológico: Europa, Asia y América del Norte. Desde hace bastante tiempo se vienen celebrando reuniones, jornadas, congresos, etc. con la participación de los mejores especialistas, a fin de determinar cuáles son actualmente las líneas que conviene seguir en la formación de los futuros ingenieros.

A continuación, a modo de ejemplo, se muestra un cuadro resumen de las asignaturas matemáticas y contenidos de las mismas, propuestas para las carreras de Ingeniería en Europa por el Mathematics Working Group (MGP) de la Société Européenne pour la Formation des ingénieurs (SEFI), en éste se consideran cuatro niveles de enseñanza:

Nivel 0	Nivel 1
<p>Álgebra: Operaciones con números reales y expresiones algebraicas, representación gráfica de las funciones lineal y cuadrática y las correspondientes ecuaciones.</p>	<p>Álgebra Lineal: Vectores en el plano y en el espacio; álgebra vectorial y sus aplicaciones; matrices y determinantes; sistemas de ecuaciones lineales; ajuste de curvas por mínimos cuadrados; espacios vectoriales y transformaciones lineales.</p>
<p>Análisis y Cálculo: Conceptos de función y función inversa; Sucesiones, series y desarrollos binomiales (sin el análisis de la convergencia); funciones exponencial y logarítmica; tasa de cambio y diferenciación; puntos estacionarios, valores máximos y mínimos; integración indefinida; integración definida, áreas y volúmenes; números complejos .</p>	<p>Análisis y Cálculo: Funciones hiperbólicas; funciones racionales; números complejos (fórmulas de Euler y De Moivre, regiones en el plano complejo); gráficas de funciones de una y varias variables; diferenciación; sucesiones y series (convergencia, series de Taylor); métodos de integración y aplicaciones; solución de ecuaciones no lineales.</p>
<p>Matemática Discreta: Conjuntos</p>	<p>Matemática Discreta: Lógica matemática; circuitos lógicos; inducción matemática; recursión; conceptos básicos sobre grafos.</p>
<p>Geometría y Trigonometría: Conceptos de geometría sintética; razones trigonométricas, identidades; conceptos de geometría de coordenadas en el plano; funciones trigonométricas y aplicaciones;</p>	<p>Geometría: Secciones cónicas; geometría de coordenadas en el espacio.</p>
<p>Estadística y Probabilidad: Manejo de datos (distintos gráficos; media, mediana y moda); Probabilidad: conceptos básicos.</p>	<p>Probabilidad y Estadística: poblaciones y muestras; conceptos de Combinatoria; conceptos básicos de Probabilidad; variables aleatorias; distribuciones de probabilidad, discretas y continuas; la dist. Normal; muestreo; inferencia estadística.</p>
Nivel 2	Nivel 3
<p>Análisis y Cálculo: Ecuaciones diferenciales ordinarias; utilización de software; métodos numéricos simples; series de Fourier; integrales dobles y triples; cálculo vectorial; integrales de línea y de superficie; teoremas integrales: Green, Gauss, Stokes; optimización lineal (simplex) y no lineal; transformada de Laplace; transformada Z; funciones de variable compleja, analíticas; cálculo en variable compleja; introducción a las ecuaciones diferenciales en derivadas parciales; solución por separación de variables.</p>	<p>Análisis y Cálculo: Solución numérica de <u>ecuaciones</u> diferenciales ordinarias; solución de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales; transformada de Fourier; el método de elementos finitos.</p>
<p>Matemática Discreta: El sistema de los enteros; estructuras algebraicas; recursión y ecuaciones en diferencias; relaciones; grafos: caminos y ciclos eulerianos y hamiltonianos; algoritmos; algoritmos de ordenación y de búsqueda; búsqueda en extensión y en profundidad; problemas resolubles en tiempo</p>	<p>Matemática Discreta: Gramáticas y lenguajes; retículos y álgebras booleanas; otros temas de Combinatoria, Grafos y Estructuras Algebraicas.</p>

polinómico; problemas NP y NP completos.	
Geometría: La hélice; transformación de coordenadas en el espacio; espacio afín y sus propiedades; invariantes; grupo de transformaciones; clasificación en función de invariantes.	Geometría: Geometría diferencial; geometría no euclídea; geometría computacional; geometría fractal.
Álgebra Lineal: Métodos matriciales; autovalores y autovectores; formas canónicas de una matriz; métodos numéricos para el cálculo de autovalores y autovectores; uso de software.	Álgebra Lineal: Descomposición matricial; otros métodos numéricos.
Estadística y Probabilidad: Otras variables aleatorias unidimensionales; variables aleatorias bidimensionales; estadística de muestras pequeñas; análisis de la variancia; regresión lineal, simple y múltiple; conceptos de diseño de experimentos.	Estadística y Probabilidad: Procesos estocásticos; control estadístico de calidad; confiabilidad; teoría de colas y simulación discreta; filtrado y control; procesos de Markov; diseño de experimentos; análisis multivariable.

Extraído del trabajo editado por Leslie Mustoe y Duncan Lawson en mayo de 2002.

Según la SEFI se plantea que en el **Nivel cero** el alumno adquiera los requisitos previos para cursar los estudios de ingeniería. El **Nivel uno** comprende los conocimientos básicos y comunes que deben poseer todos los alumnos graduados en Ingeniería, con la posible excepción de Ingeniería en Informática y Software. En el caso de los contenidos del **Nivel dos** comprenden conocimientos técnicos más específicos y necesarios para algunas especialidades. Por último, en el **Nivel tres** se proponen conocimientos y habilidades particulares, considerando la posibilidad de cursos diferenciados.

Como es posible observar se da vital importancia a la Matemática Discreta, también existen contenidos de Análisis Numérico y, en niveles más avanzados, la propuesta de enseñar Procesos Estocásticos.

7 Conclusión

El fundamento de la aplicación efectiva de cualquier herramienta viene acompañado del conocimiento y del entendimiento de ella. No importa cuán importante sea una caja de herramientas, será difícil arreglar un auto si no se entiende cómo funciona. Esto es aplicable a los instrumentos que se usan en la resolución de problemas en Ingeniería.

Este entendimiento se adquiere empíricamente por observación y experimentación. Aunque años de observaciones y experimentos permiten a los ingenieros y científicos advertir principios organizadores que sintetizan su trabajo, la mayor parte de los problemas en Ingeniería puede resolverse por medio de dos enfoques, el empírico y el del análisis teórico, ambos se pueden abordar actualmente con ayuda de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs). Con ellas se facilita la educación de estudiantes de

Ingeniería no sólo logrando mayor capacidad de manipulación y de almacenamiento de datos en áreas en donde la información debe ser exacta, sino también en realizar cálculos y procesar información.

Las Tecnologías de la Información (TI) estarán presentes en el futuro en prácticamente todos los productos y procesos de Ingeniería. Es por ello que los procesos de discretización y la aleatoriedad deben estar presentes en los currículos de ingeniería y constituyen un nuevo enfoque imprescindible.

El desafío es tal que no podemos sumar simplemente estas nuevas componentes fundamentales a un currículo ya extenso. Mas bien, debemos mirar críticamente el currículo existente, valorar la importancia actual de sus temas, y eliminar alguno de ellos, o bien, ver la forma de desarrollarlo más rápidamente.

8 Bibliografía

Bauman, Z. (2006) *Vida Líquida*. Barcelona. Paidós.

Bunge, M. (2006) *100 IDEAS*. Bs. As. Sudamericana.

Canavelli, J.; Carrera, E. (2006) *La Matemática Discreta en la Formación de los Ingenieros*. Oberá; ISBN-10: 950-766-050-X, ISBN-13: 978.950-766-050-4. Publicaciones del EMCI.

Canavelli, J.; Carrera, E.; Gaitán, M. (2006) *Un análisis del programa de Estadística en las Ingenierías de la Universidad Tecnológica Nacional*, Oberá; ISBN-10: 950-766-050-X, ISBN-13: 978.950-766-050-4. Publicaciones del EMCI.

Carrera, E. (2002) *Teaching Statistics in Secondary School. An overview: From the Curriculum to Reality*. Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics. South Africa. Editor: Brian Phillips. ISBN: 085590 782 7.

De Alba, A. (1993) *El currículum universitario ante los retos del siglo XXI: la paradoja entre posmodernismo, ausencia de utopía y determinación curricular*. SEDESOL. Secretaría de desarrollo social . Universidad de Guadalajara. Universidad Nacional Autónoma de Mexico.

De Alba, A. (1994) *Currículum: Crisis, Mito y Perspectivas*. Bs. As. Miño y Dávila Editores. Delors, J. (1996) *La educación encierra un tesoro*. Bs. As. Santillana. Ediciones UNESCO.

Jaim Etcheverry, G. (2000). *La tragedia educativa*. Bs. As. Fondo de Cultura Económica de Argentina S.A.

Mustoe, L. - Lawson, D. (2002) *Mathematics for the European Engineer. A Curriculum for the twenty-first Century*. SEFI. ISBN 2-87352-045-0

Oppenheimer, A. (2005) *Cuentos chinos El engaño de Washington, la mentira populista y la esperanza de América Latina*. Bs. As. Sudamericana

Puiggrós, A. (1988) *Volver a educar. El desafío de la enseñanza argentina a finales del Siglo XX*. Bs. As. Ariel.

Savater, F. (1997) *El valor de educar*. Barcelona. Ariel .

Touraine, A. (2006) *El país paga caro la falta de gestión*. Entrevista en el diario La Nación del 27/02/2006.

Wulf, W. (2000) *How shall we satisfy the long-term educational needs of engineers?.* Education and careers Proceedings of the IEEE Vol.88 593-596.