

CURSO DE INGENIERIA ELÉCTRICA DE LA "UNIVERSIDADE ESTADUAL  
DE CAMPINAS" (UNICAMP): EVOLUCIÓN Y PERSPECTIVAS

CONFORTI, EVANDRO - PROF. ASSISTENTE DOUTOR  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

BURIAN JR., YARO - PROF. TITULAR  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

RESUMEN

La reciente reforma curricular del Curso de Ingeniería Eléctrica es analizada frente a la creatividad del ingeniero, su formación profesional, las tendencias y necesidades tecnológicas brasileñas. Primero, se presentan los problemas diagnosticados en el final de la década de 70, destacándose la falta de coherencia en la secuencia de las materias cursadas por los estudiantes, la creciente desvinculación entre el curso básico (dos primeros años) y la formación profesional, la permanencia de tópicos incompatibles con las nuevas tendencias de la ingeniería eléctrica, principalmente los relacionados al área de Teoría Electromagnética.

Seguidamente, se describe la reforma curricular realizada y sus características: los estímulos dados a los alumnos en el espíritu del cumplimiento del currículo en forma coherente; la quiebra de la rígida distinción entre el ciclo básico y el profesional a partir del primer año del curso; la reestructuración de las disciplinas de Teoría Electromagnética con la introducción de técnicas computacionales y la incorporación de fundamentos relativos a óptica integrada y comunicaciones ópticas.

Finalmente, se analiza la reforma curricular, sus reflejos actuales de ingeniería eléctrica de la UNICAMP y las dificultades de su posible generalización a otras áreas y Universidades.

INTRODUCCION

Al final de la década pasada, la enseñanza de pre-grado en Ingeniería Eléctrica en la Universidad Estadual de Campinas (UNICAMP), fue objeto de profundas críticas por parte de docentes y estudiantes.

Aunque ciertas deficiencias fueron consecuencias de la inadecuada infraestructura física (falta de equipos, material de consumo, etc.), era innegable que estas críticas se dirigían fundamentalmente a la propia estructura curricular y a la metodología del curso. De hecho, se observaba que el énfasis en la cantidad de actividades expositivas y tareas para la casa, con poca preocupación por los conceptos y conocimientos básicos, no estimulaba la creatividad e iniciativa del alumno ni tampoco estimulaba la discusión profunda y crítica de los problemas. Procurando eliminar estas deficiencias, fue creado un Grupo de Trabajo (1), a nivel departamental, que inició el proceso de reformulación curricular y metodológica aquí descrito.

Históricamente, las ideas básicas de la reforma curricular de los cursos de inge-

nería fueron introducidas por la Comisión de Enseñanza de Ingeniería (CEEIng), bajo la coordinación del Profesor Ruy Carlos de Camargo Vieira, que realizó visitas a varias universidades brasileñas en el bienio 72-73 y elaboró, en los dos años siguientes, un análisis profundo de la situación de la enseñanza universitaria de la ingeniería. De ese análisis surgió la propuesta de reforma curricular (2), posteriormente reglamentada en sus aspectos esenciales por la resolución 48/76 del Consejo Federal de Educación (CFE) (3). Esa resolución quebró la rígida secuencia cronológica de la sucesión de materias de formación básica y profesional, entonces existente, al permitir su interpretación. Además, la formulación curricular se hizo más flexible con la introducción de resúmenes descriptivos de los contenidos mínimos al incluirlos en vez de programas acabados de disciplinas. En suma, esa resolución dejó clara la distinción entre los conceptos de materia y disciplina, además de racionalizar la estructura de los currículos mínimos y plenos de las diferentes áreas de la ingeniería, en instituciones de un país tan regionalmente diversificado como es Brasil (el currículo mínimo comprende las materias obligatorias para todos los cursos del país y el currículo pleno las materias adicionales obligatorias fijadas por cada Universidad).

Para el caso particular del Curso de Ingeniería Eléctrica de la UNICAMP y teniendo como perspectiva la formación de un ingeniero capacitado no solamente para absorber, sino también para crear nuevas tecnologías demandadas por las necesidades nacionales, nuestro diagnóstico inicial, además del problema de currículos obsoletos, indicó una creciente desvinculación entre los objetivos del ciclo básico y los del ciclo profesional, como también mostró una falta de coherencia en la secuencia de las diversas disciplinas cursadas por los estudiantes. La reforma curricular implantada en la UNICAMP, con el objetivo de conseguir su parer esas dificultades, es descrita a continuación en sus diversos aspectos.

1.- EL SISTEMA DE CRÉDITOS Y EL CURRÍCULO COHERENTE

Al analizarse la forma por la cual un estudiante completaba su currículo, se percibía la falta de racionalidad en la secuencia en que las disciplinas eran cumplidas. Además, el horario semanal presentaba una serie de distorsiones, con varias "ventanas", sin aprovechar eficientemente el período de permanencia del alumno en el "campus" universitario. Esos problemas provenían de la implantación por la UNICAMP del sistema de créditos, "de mane- ra de permitir el ingreso en los cursos universitarios en diferentes épocas y oportu- nidades". (4) Ocurre, que en Brasil

el curso de Ingeniería es muy extenso en términos de horas de clases, debiendo tener un mínimo de 3.600 horas (3) en un período de cinco años, cada uno de ellos con 32 semanas útiles. El sistema de créditos se había adaptado bastante bien en los EUA, facilitando la cobranza de las tasas escolares (aproximadamente 40 dólares por crédito) y posibilitando un horario individual flexible para un curso de solamente 2.000 horas en 5 años (5,6). Al ser aplicado en las condiciones brasileñas, en las que el trabajo en aulas predomina sobre el estudio en las bibliotecas, tal sistema de créditos hizo casi imposible, para los estudiantes la planificación de currículos y horarios individuales optimizados. Por lo contrario, ocurrió que nos acostumbramos a ver largas filas para matricularse, donde la demora era solamente atenuada por sofisticados programas computacionales y por la habilidad y paciencia de los coordinadores de curso. La mejor solución transitoria adoptada para ese caso, fue estimular a los alumnos a seguir la secuencia cronológica de disciplinas recomendada por el coordinador de curso. De esta forma, un horario racional podía ser preparado para un alumno que siguiese la secuencia indicada. Otras medidas adoptadas fueron: fijar una carga horaria patrón de 4 horas semanales por disciplina, éstas son ofrecidas en dos módulos de dos horas, en dos períodos entre las 8 y 12 horas y 14 a 18 horas, en la semana útil de cinco días; la separación de los grupos de laboratorio, de aquellos de clases teóricas correspondientes, facilitando así la vida académica del alumno reprobado en teoría pero aprobado en laboratorio y vice-versa; reducción del número de horas totales del curso, pasando de 4300 horas en 1972 para 3929 en 1978 y para las 3810 previstas para 1984, aproximándose al límite legal mínimo de 3600, pero evitando comprometer la calidad del curso.

Los autores reconocen que esas medidas no son una solución definitiva para el problema. En este sentido, algunos profesores defienden la adopción del antiguo sistema seriado, en substitución del actual sistema de créditos. La recuperación de los alumnos repitientes podría ser hecha durante las vacaciones de verano, bajo la orientación de los profesores responsables de las disciplinas. Otros docentes defienden la disminución drástica del número de horas en sala de aula, compensando con trabajo efectivo en bibliotecas y estudio en casa. Para esto, sería necesario transformar, ampliar y reequipar nuestras bibliotecas y laboratorios didácticos, tarea bastante difícil; sin embargo, necesaria en los tiempos actuales. La gran desventaja de esta solución sería la dificultad de su generalización a nivel nacional, incluso por los abusos que ella podría permitir en perjuicio de la precaria calidad de nuestra enseñanza universitaria.

## 2.- CICLO BÁSICO Y CICLO PROFESIONAL

Un aspecto fundamental de la estructura curricular de las universidades brasileñas se refiere a los conceptos de ciclo básico y ciclo profesional. En los EUA, este sistema favorece el intercambio de estudiantes entre universidades, entre cursos o también entre "colleges" y universidades, una vez que el estudiante es admitido por selección curricular; el ciclo básico es ra-

zonablemente padronizado en todo país. Además de eso, es pequeño el número de materias obligatorias, dando al alumno gran flexibilidad para organizar su currículo pleno y de humanidades (5). En las condiciones brasileñas, existe el vestibular (examen de ingreso) como condición "sine qua non" para el ingreso a la universidad (7), con el agravante de que este sistema limita en algunas instituciones el curso y el área a ser seguidos: Ingeniería, área Mecánica, etc. De este modo, el traspaso a la realidad brasileña de la separación de los ciclos, desvinculada del intercambio regular de estudiantes, tanto en el ámbito interno como entre las universidades, dificultó aún más la opción vocacional del estudiante así como su creatividad y discernimiento. Esta situación estaba agravada en la UNICAMP por el "carácter del primer ciclo" y en el entendimiento de que el alumno solamente debería entrar en el ciclo profesional después de estar completamente preparado en sus conocimientos básicos (4). Esta orientación manifiesta fue vencida por iniciativa de los docentes brasileños a través del CEEng, y ya en 1976, el CFE recomendaba que el orden de las materias del currículo mínimo y pleno no representara una secuencia impuesta, pudiéndose admitir la interpretación de materias de ambas partes.

Después de la reforma curricular (1) y después de algunas modificaciones recientes se introdujeron materias del ciclo profesional en el ciclo básico, por ejemplo, en Ingeniería Eléctrica de la UNICAMP; con la introducción de las disciplinas de "Circuitos Eléctricos", "Electrotecnia Aplicada", "Circuitos Lógicos" e "Introducción a la Teoría Electromagnética" en los dos primeros años del curso; las disciplinas electivas, prácticas profesionales y trabajos individuales son recomendados para los últimos años (8). Las disciplinas "Circuitos Eléctricos" y "Electrotecnia Aplicada" (en ésta última el nombre se debe a razones históricas, ya que en ella se analizan las técnicas más directamente relacionadas a los circuitos en régimen permanente senoidal: fasores, potencia activa y reactiva, etc) son administradas, respectivamente, en el 2º y 3º semestre del curso. Como pre-requisito de "Circuitos Eléctricos" se exige la primera disciplina de cálculo (derivadas e integrales), las ecuaciones diferenciales son entregadas en paralelo con las materias. Las dificultades debidas a la poca base matemática de los alumnos son compensadas por el entusiasmo de éstos al enfrentar, ya en el primer año, una disciplina de ingeniería; reflejándose este entusiasmo en el aprovechamiento de la disciplina de ecuaciones diferenciales.

Las disciplinas "Circuitos Lógicos" y "Introducción a la Computación Digital" son administradas en el 4º y 5º semestre del curso, abriendo la posibilidad para un extenso número de disciplinas electivas de "software" y "hardware" en los cuatro semestres siguientes, dos materias relacionadas con microcomputadores ya fueron incorporadas al currículo pleno (obligatorio).

El estudio del electromagnetismo es introducido en el cuarto semestre, con "Introducción a la Teoría Electromagnética", "Laboratorio de Electromagnetismo". Para ello fue necesario suprimir la disciplina del ciclo básico, administrada por el Departamento de Física, relativa a Electricidad,

Optica y Electromagnetismo. De esta forma, la Teoría Electromagnética para campos no variables en el tiempo es introducida con el formalismo del Cálculo Vectorial en forma directa; los conceptos físicos básicos son aprendidos en la disciplina "Laboratorio de Electromagnetismo". En seguida (quinto semestre), son estudiados los campos cuasi-estáticos, la electrodinámica y las ondas planas, posibilitando un amplio abanico de disciplinas posteriores. En secuencia, en la disciplina de currículo pleno "Aplicaciones de Teoría Electromagnética", fue posible introducir las técnicas numéricas modernas (diferencias finitas y métodos de los momentos) aplicadas a la ingeniería del electromagnetismo, con gran éxito entre los estudiantes dada la facilidad con que trabajan los programas y técnicas computacionales. En suma, la materia de óptica que había sido suprimida en el curso de física, es ahora enfocada bajo el punto de vista de la ingeniería, con la presentación de los conceptos relativos a la óptica integrada, propagación en fibra óptica y teoría geométrica de la difracción.

Mayores detalles sobre este asunto son en contradas en la referencia (8). En este punto, es interesante ilustrar la interpretación de los ciclos básico y profesional - con el gráfico mostrado en la figura 1.

En el gráfico presentado se muestra la participación relativa del Departamento de Ingeniería Eléctrica en la carga horaria del semestre, a medida que el curso está siendo cumplido. Nótese, para el año 1972, la brusca transición del ciclo básico al profesional, en tanto que después de la reforma (año 1982) esa transición es gradual debido a la juxtaposición de los dos ciclos.

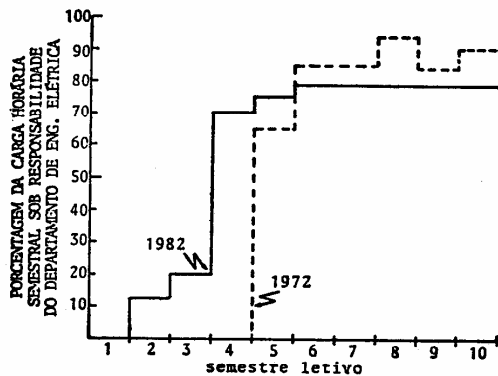


Figura 1 - La interpretación de los ciclos básico y profesional después de la reforma curricular es ilustrada con los gráficos para 1972 y 1982 del porcentaje de la carga horaria semestral, bajo la responsabilidad del Departamento de Ingeniería Eléctrica en función del tiempo del alumno en el curso, para el currículo recomendado por el Coordinador del Curso de Ingeniería Eléctrica.

### 3.- ASPECTOS DE INFRAESTRUCTURA

La mejoría de la infraestructura departamental en enseñanza e investigación es esencial para el éxito de cualquier proyecto de re-

forma curricular y de metodología. En este sentido se proveyó al Departamento de Ingeniería Eléctrica de instalaciones y equipos adecuados para la enseñanza de pregrado; sin embargo, la actual crisis económica está comprometiendo seriamente la renovación y expansión. En lo referente al cuadro docente, se da absoluta prioridad a la contratación en régimen de dedicación integral a la docencia e investigación, actualmente el 90% están incluidos en esta categoría. Otro aspecto fundamental, se refiere a la calificación creciente de los docentes; en 1982 el Departamento de Ingeniería Eléctrica contaba con 30 docentes, 7 de ellos doctores; actualmente se cuenta con 86 docentes de los cuales 50 son doctores, 32 masters y 4 auxiliares. Estos profesores están organizados en 9 sectores de investigación, ocupando un área total aproximada de 3.000 m<sup>2</sup>.

### CONCLUSION

Se analizaron varios aspectos de la reforma curricular implantada en el curso de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Estatal de Campinas, discutiéndose el sistema de créditos, ciclos básicos y profesional, adecuación curricular en la formación de ingenieros con énfasis en la creatividad y considerando las tendencias y necesidades nacionales.

Como continuación de este trabajo, se pretende elaborar un cronograma detallado de asuntos tratados en todas las disciplinas del curso (resúmenes analíticos) de forma de detectar posibles redundancias, profundizar la visión de conjunto y permitir el seguimiento cuidadoso de nuevas modificaciones.

### AGRADECIMIENTOS

Agradecimientos al profesor Carlos Humberto Villarroel de la Universidad de Taparacá - Chile, por la versión de este artículo en castellano.

### REFERENCIAS

- (1) Waldman, H. - Grupo de Trabajo de Reforma Curricular GT-1: Constitución y objetivos. Carta circular de la jefatura del departamento de ingeniería eléctrica de la UNICAMP, del 08/08/78. 4 p. (original en portugués).
- (2) Souza, H.G. de, Relator. Parecer n.4807 Proyecto de Currículo Mínimo para el curso de ingeniería. Proceso 8.877/44 del Ministerio de Educación, aprobado en el 2 de diciembre de 1975 por el Consejo Federal de Educación (original en portugués).
- (3) Consejo Federal de Educación. Resolución n. 48. Publicada en el Diario Oficial de la Unión, pp. 8621/2, en el 21 de junio de 1976 (original en portugués).
- (4) Gobierno del Estado de San Pablo. Reglamento General de la Universidad Estatal de Campinas. Decreto n. 3467, art. 34 y 35, del 29 de marzo de 1974 (original en portugués).
- (5) Boffi, L.X. - Enseñanza de Ingeniería. Confrontación entre la experiencia brasileña y la norteamericana. Informe, proyecto PADES, reuniones del 16 al 17 de agosto de 1978, 14 p., Campinas, SP (original en portugués).
- (6) Ramos, M.A. - Subsidios para Evaluar - el Currículo Mínimo de los Cursos de Pregrado en Ingeniería Eléctrica. Anales, Congre, 1983 (original en portugués).

(7) Congreso Nacional. Ley 5540. Directrices y Bases de la Educación, del 28 de noviembre de 1968 (original en portugués).

(8) Camara Curricular. Catálogo de los Cursos de Graduación - 1984. Universidad Estatal de Campinas, 136 p., Campinas, 1984 (original en portugués).