

UN PELIGROSO EQUILIBRIO: EL COMPROMISO ENTRE LAS NUEVAS TENDENCIAS Y LAS REFORMAS DE LOS PLANES DE ESTUDIO EN LAS TITULACIONES DE ELECTRÓNICA

J. CERDÁ¹, M. C. MORA², V. HERRERO¹ Y R. GADEA¹

¹ *Departamento de Ingeniería Electrónica. Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación. Universidad Politécnica de Valencia. España.*

² *Instituto de Diseño para la Fabricación y Producción Automatizada. Universidad Politécnica de Valencia. España.*

La futura reforma de los planes de estudio y la cada vez más deficiente preparación previa de los alumnos plantea serios problemas en un campo como la electrónica, sumido en un desarrollo frenético. En este artículo se analizan ciertos temas que hoy caen fuera de los actuales planes de estudio y se plantea una propuesta para subsanar en la medida de lo posible este problema, la cual pasa por la traslación de asignaturas clásicamente básicas a niveles superiores y la creación de asignaturas de carácter divulgativo que permitan adquirir al alumno una cultura general y cualitativa sobre su campo de trabajo.

1. Introducción: Se acercan cambios

No son pocos los retos que la adaptación al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior está suscitando entre los profesionales de la docencia en general, y aquellos relacionados con la tecnología electrónica muy en particular. En muy poco tiempo, los mapas de titulaciones van a sufrir una reestructuración drástica, tanto en contenidos como en la forma en que deben ser impartidos a los alumnos. Unos alumnos que, cada vez más, adolecen de una peor preparación en temas que deberían ser básicos a la hora de emprender unos estudios superiores, llegando hasta el punto de que conocimientos que antes se suponían como prerrequisitos, perfectamente asimilados y correctamente manejados por parte del alumno, hoy en día son prácticamente desconocidos.

La inminente modificación de los planes de estudio, normalmente acortándolos, y la deficiente preparación de los alumnos de nuevo ingreso a las titulaciones de carácter tecnológico, como lo son todas las relacionadas con la electrónica, chocan de lleno con la situación tecnológica del sector de la electrónica, un sector donde la innovación tiene lugar con una celeridad realmente sorprendente, donde se vive día tras día una acuciante necesidad de reciclaje y puesta al día, mucho más crítica que en otras áreas en las que el avance tiene lugar con mucha más lentitud.

Este artículo es, en realidad, una llamada al debate y a la discusión. Nuestros condicionantes externos parecen empujar hacia extremos completamente opuestos y, en una situación tal, es difícil encontrar una posición de compromiso que permita armonizar ambos aspectos. Se imponen, quizá, medidas drásticas y cambios que pueden llegar a chocar de lleno con cosas que hasta el momento dábamos por sentadas. Pero de lo que no hay duda es que ahora es el momento de reenfocar toda la cuestión y adoptar un sistema innovador y adaptado a la situación concreta.

En los siguientes apartados empezaremos analizando someramente la problemática concreta que exige un cambio de mentalidad. Luego analizaremos cuáles son los aspectos de mayor desarrollo en el campo de la electrónica hoy en día, y estudiar cómo y en qué medida pueden incorporarse dentro de los nuevos planes de estudio. Finalmente, fundamentado por todo el desarrollo anterior, plantearemos una propuesta que consideramos arriesgada con la perspectiva de la estructuración de conocimientos que clásicamente se han venido dando en los estudios universitarios pero que, en opinión de los

autores, creemos que puede llegar a establecerse como una solución bastante adecuada al momento particular por el que atravesamos.

2. Condicionantes de la enseñanza universitaria

Tal como hemos expuesto en la introducción, los alumnos de nuevo ingreso en los estudios universitarios adolecen de una peor preparación en temas que deberían ser básicos a la hora de emprender unos estudios superiores, llegando hasta el punto de que conocimientos que antes se suponían como prerequisites, perfectamente asimilados y correctamente manejados por parte del alumno, hoy en día son prácticamente desconocidos. Desde el punto de vista de las ingenierías y estudios tecnológicos, estas deficiencias son patentes y especialmente graves en los campos de física general y, todavía de una forma más crítica, matemáticas.

No es nada nuevo decir que, en el ámbito tecnológico, los conocimientos son acumulativos: cada nuevo descubrimiento se basa en todo un sedimento anterior, la aprehensión profunda del cual posibilita y, en última instancia, fundamenta la progresión lógica. Existen determinados prerequisites, fundamentalmente matemáticos, cuya carencia imposibilita la profundización en campos más especializados. Pues bien, estamos llegando al punto en el que la carencia del bagaje anterior está afectando, y mucho, a los planteamientos propios de las carreras universitarias.

Para centrar todas estas cuestiones, tomemos un ejemplo que resulta realmente esclarecedor: el cálculo diferencial de una variable. También como ejemplo concreto nos referiremos a la experiencia propia de los autores, impartiendo docencia en la titulación de Ingeniería de Telecomunicación en la Universidad Politécnica de Valencia. Sólo diez años atrás, el cálculo diferencial de una única variable se suponía como prerequisite básico: el alumno que entraba en la titulación tenía que ser capaz de derivar perfectamente una función cualquiera de una variable, y ser capaz de integrar la mayoría de ellas. Pues bien, hoy en día, la mayor parte de alumnos muestran dificultades en la derivación, sobretodo cuando ésta implica el uso de la regla de la cadena; no hablemos, pues, del proceso de integración.

Un segundo ejemplo, que expondremos como anécdota que incluso puede parecer divertida, pero que encierra en sí misma una amarga perspectiva. Sucedió durante una clase de Componentes electrónicos. El profesor escribe en la pizarra la expresión para la Impedancia compleja de un condensador:

$$Z = \frac{1}{j \omega C} , \quad (1)$$

y, casi de forma rutinaria, explica, “donde j corresponde a lo que vosotros hasta ahora conocíais por i , la unidad imaginaria”. Caras de perplejidad en la mayoría de los estudiantes. El profesor se dan cuenta de que no lo están comprendiendo, por lo que incide, “la raíz cuadrada de menos uno”, y escribe en la pizarra:

$$j = \sqrt{-1} . \quad (2)$$

En este punto, no solo no desaparece la expresión de estupefacción de la cara de los estudiantes sino que, asombrado por lo que el profesor estaba diciendo, uno de los alumnos levanta la mano y exclama: “Pero eso es imposible. ¡Menos uno no tiene raíz cuadrada!”.

A pesar de la posible gracia que pueda tener la anécdota concreta, manifestaciones como esta no son más que un crudo reflejo de una realidad que está patente y que se hace notoria en los momentos menos esperados: que el alumno accede a las carreras universitarias con una preparación cada vez más deficiente. Esto es un hecho que está siendo corroborado por estadísticas públicas que comparan la

preparación entre alumnos de distintos países europeos y que no dejan al sistema educativo español en muy buena posición.

Podríamos, en este punto, realizar un análisis acerca de qué factores han contribuido a este paulatino empeoramiento del perfil de entrada en las titulaciones superiores y, si bien encontraríamos algunas cuestiones cuya influencia es innegable, lo más probable es que no fuéramos capaces de dilucidar qué parte de la responsabilidad es achacable a cada cual. No obstante, sí vemos conveniente manifestar que una posible contribución a esa deficiente preparación del alumno pueda ser atribuible al exagerado vaivén que sufren los planes de estudio de enseñanza secundaria, los cuales vienen experimentando en los últimos tiempos reforma tras reforma sin que haya atisbos de una relativa estabilidad. Y ese vaivén se agrava en cuanto tocamos lo referente a la promoción de los alumnos, donde los criterios acerca de qué asignaturas son evaluables y cuáles no, cuál es el mínimo exigible para un alumno, cuál es el mínimo de asignaturas necesario para repetir curso, etc., tiene repercusión directa sobre el perfil del alumno que termina los estudios de bachillerato y accede a la universidad.

En la Escuela Técnica de Ingenieros de Telecomunicación de la Universidad Politécnica de Valencia existe un factor añadido al anteriormente citado, que es el progresivo decrecimiento en la nota de acceso a la titulación. El denominado “boom de las telecomunicaciones” trajo consigo una proliferación de escuelas, tanto técnicas como superiores, algunas de las cuales se establecieron con demasiada proximidad geográfica a otras escuelas ya existentes y, quizá de forma más crítica, sin una evaluación suficientemente meditada de cuántos ingenieros de telecomunicación es capaz de absorber el tejido industrial español. En los últimos tiempos el mercado ha experimentado un receso en la contratación de ingenieros de telecomunicación, y eso se ha traducido en que, por un lado, menos estudiantes quieren acceder a los estudios de Ingeniería de Telecomunicación y, por otro, que los que finalmente optan por cursar esta carrera tienen una mayor oferta de centros en los cuales se imparte. Todo esto se refleja en la disminución paulatina de la nota de corte a la entrada, que ha experimentado una caída crítica de un tiempo a esta parte.

No obstante, la disminución de la nota de corte no debería constituir un elemento tan crítico puesto que existe un elemento unificador, como son las pruebas de acceso a la universidad, cuyo objetivo es el de homogeneizar y comprobar el grado de asimilación de conocimientos básicos. Y es un hecho que muchos de los alumnos que superan dichas pruebas, no responden a los conocimientos mínimos deseables para emprender una carrera técnica en el ámbito de la ingeniería.

En definitiva, podríamos seguir buscando factores y factores, y probablemente caeríamos en discusiones estériles. Tampoco es nuestro objetivo hacer un análisis detallado de motivos, sino que en este punto creemos conveniente volver a insistir en la idea fundamental de esta breve introducción: el alumno de acceso presenta cada vez una formación más deficiente en cuestiones básicas, y eso es un hecho. Podemos estar de acuerdo o no en los motivos alegados pero, a poco que miremos a nuestro alrededor con un espíritu crítico de análisis, comprobaremos que ésta es la situación en la que nos encontramos, las condiciones de contorno a las que estamos sometidos, y sobre las cuales tenemos muy poca o ninguna potestad para modificarlas. Nuestra única opción es, pues, adaptarnos a nuestras condicionantes todo lo posible para lograr que nuestros alumnos adquieran la mayor cantidad de conocimientos posibles. Se impone un cambio radical, un cambio de mentalidad y de planteamientos por parte del profesorado.

Un cambio, además, azuzado por el factor externo de la inminente reforma de los planes de estudio, previsto para la adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior, la aplicación del cual va a marcar la estructura de la docencia en los próximos años hasta su implantación definitiva en el año 2010, según las previsiones [1]. El objetivo primero del proyecto fue el de armonizar los sistemas universitarios europeos, de manera que todos ellos tuvieran una estructura homogénea de títulos de pregrado (bachelor) y postgrado (master). Se pretendía, asimismo, una misma valoración de la carga lectiva de los estudios, cursos, asignaturas y calificaciones y una estructura de titulaciones y

formación continua fácilmente entendible por todos los estados miembros [2]. El 19 de junio de 1999, en la Declaración de Bolonia, suscrita por 30 Estados Europeos, se sientan las bases para la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior el cual debe estar organizado conforme a cuatro principios básicos: calidad, movilidad, diversidad y competitividad. Da comienzo el llamado Proceso de Bolonia.

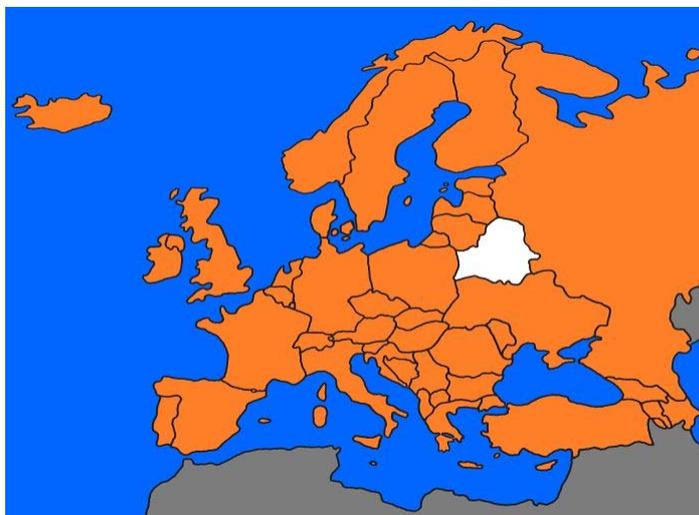


Figura 1. Países participantes en el proceso de Bolonia.

En dicha declaración se establece un plazo hasta 2010 para la realización del EEES, con fases bienales de realización. La primera fase tuvo lugar en Praga en 2001, y en ella se anexionaron al proceso países como Croacia, Chipre y Turquía. La segunda fase de ratificación de los progresos realizados hasta la fecha fue en Berlín en 2003 y siguiente tuvo lugar en Bergen (Noruega) en mayo de 2005. La próxima se realizará en Londres en 2007. La figura 1, extraída de [2], muestra los países participantes en el proceso de Bolonia.

El nuevo sistema que propugna la reforma está basado en la estructuración en grados y postgrados, además de la adaptación al modelo de créditos ECTS.

Vaya por delante nuestro reconocimiento de la utilidad y la necesidad de una reforma que unificará el panorama universitario de toda la UE, una oportunidad histórica para el diálogo y el entendimiento. No obstante, sí es necesario destacar en qué medida la convergencia va a traducirse en un aquilatamiento de los planes de estudio. Y eso es así, en primer lugar por la reducción de la extensión de las titulaciones de grado y, en segundo lugar, por la propia filosofía inherente al crédito Europeo (ECTS), unidad de medida de la enseñanza universitaria. En este nuevo tipo de crédito se integran no sólo las enseñanzas teóricas y prácticas (horas lectivas) sino también el tiempo de estudio del alumno y el dedicado a la preparación y realización de exámenes. Esta nueva medida supone una gran diferencia con respecto al concepto de crédito actual en España, en el que 1 crédito corresponde a 10 horas lectivas. El sistema ECTS establece en 60 créditos el volumen de trabajo total de un estudiante a tiempo completo durante un curso académico. Así, suponiendo que la actividad académica es de 40 semanas al año con una carga de trabajo de 40 horas a la semana, 1 crédito pasa a valer entre un mínimo de 25 a un máximo de 30 horas (1.500 a 1.800 horas al año) de trabajo total (en lugar de las 10 horas lectivas actuales).

Actualmente hay estados que han adoptado completamente el sistema de créditos ECTS (Italia, Alemania, Francia, Irlanda y Bélgica entre otros); estados en los que sus créditos coinciden conceptualmente con los ECTS (Reino Unido, Suecia, Finlandia y Noruega, entre otros); estados en

los que su sistema no coincide con los créditos europeos, entre los que se encuentra España y, finalmente, países sin sistema de créditos, principalmente los de próxima adhesión a la UE [1].

Se trata de un cambio completo de filosofía; no sólo es necesario considerar las horas presenciales, sino también hay que valorar el trabajo personal del alumno.

Así pues, estos son nuestros condicionantes: la inminente modificación de los planes de estudio, normalmente acortándolos, y la deficiente preparación de los alumnos de nuevo ingreso a las titulaciones de carácter tecnológico, como lo son todas las relacionadas con la electrónica. Pero es que, precisamente estos dos factores citados, chocan de lleno con la situación tecnológica del sector de la electrónica, un sector donde la innovación tiene lugar con una celeridad realmente sorprendente. Al análisis de esa situación dedicaremos el epígrafe siguiente.

3. Nuevas tendencias en electrónica

En el campo de la electrónica se vive día tras día una acuciante necesidad de reciclaje y puesta al día, mucho más crítica que en otras áreas en las que el avance tiene lugar con mucha más lentitud. En este artículo, nuestro ánimo es el de analizar cuáles son los aspectos de mayor desarrollo en el campo de la electrónica hoy en día, y estudiar cómo y en qué medida pueden incorporarse dentro de los nuevos planes de estudio.

Está claro que, vista la filosofía con la que se van a modificar los planes de estudio, es importante centrar más las miradas en los aspectos prácticos por encima de los teóricos, por supuesto sin olvidarlos, claro está. Si bien es cierto que la mayoría de los alumnos que pasarán por una titulación de grado terminarán ejerciendo funciones muy prácticas y aplicadas, no tenemos que perder de vista que, precisamente, lo que difiere a un alumno universitario de otras opciones técnicas como, por ejemplo, la formación profesional, es el bagaje teórico que le permite adaptarse a nuevos campos o prácticas con una mayor flexibilidad. Luego el alumno tiene que recibir una formación integral: teoría y práctica. Y, lo mejor de todo, tiene que estar en condiciones de adaptarse a las posibles novedades, quizá en aspectos críticos y fundamentales de los sistemas con los que se desenvuelve. Y eso, no es posible dudarlo, pasa por una correcta asimilación de determinadas teorías físicas, con su asociado sustrato matemático.

La pregunta es: ¿cómo nos reestructuramos para esta adaptación?

Dejemos por el momento esa cuestión un poco en el aire, porque hay todavía un nuevo factor que creemos interesante someter a consideración, hablando de la capacidad de adaptación a nuevas tendencias en electrónica que, como hemos dicho, deberíamos imbuir en nuestros estudiantes. Hagamos un experimento inocente: abramos una revista de divulgación cualquiera, al azar, no hace falta que su nivel sea muy elevado, entre las muchas que pueblan la oferta periódica. De entre todos sus artículos seleccionemos aquellos que versen sobre la electrónica o sus derivadas. Por ejemplo, si nos ceñimos a un monográfico en dispositivos electrónicos [3], los temas de actualidad son:

- Superconductores
- Interferencia cuántica
- Espintrónica
- Nanoelectrónica
- Polarones
- Condensados de Bose-Einstein
- Fabricación de circuitos integrados

Comprobaremos que, efectivamente, la inmensa mayoría de temas no sólo quedan fuera del ámbito de las asignaturas actualmente impartidas en las titulaciones sino que, algo todavía más crítico,

un alumno que hubiese terminado sus estudios ni siquiera posee una base suficiente como para comprender dichos artículos.

Si comparamos este tipo de temas con el tipo de docencia que estamos impartiendo hoy en día en titulaciones como Ingeniería de Telecomunicación [4], en la Universidad Politécnica de Valencia, no tardaremos en constatar el problema de base para que un estudiante pueda comprender siquiera muchos de los temas que figuran ahí. Exceptuando el tema de fabricación de circuitos integrados, del cual puede darse una visión más o menos amplia en asignaturas como Diseño de Circuitos y Sistemas Electrónicos o Microelectrónica, el resto de temas caen fuera del ámbito del estudiante, máxime si reparamos en el hecho de que, por ejemplo, las nociones de física cuántica o de física del estado sólido han sido completamente desterradas de los planes de estudio.

En definitiva, a pesar de que es cierto que en los planes de estudio hay una cierta sensibilidad hacia las cuestiones básicas, resulta de hecho que existe un abismo difícilmente franqueable entre las bases físico-matemáticas que se le suministran al alumno en los primeros años de carrera y el nivel de conocimientos físicos que realmente tendría que tener para estar en condiciones de entender de una forma profunda los fenómenos nuevos que, posiblemente en algunos años, revolucionarán el campo de la electrónica. El alumno de Ingeniería de Telecomunicación, por ejemplo, con conoce ni los aspectos más superficiales y más básicos de la física cuántica y la de semiconductores, por lo que toda formación en, pongamos, espintrónica, interferencia cuántica, etc. debe hacerse de una forma fenomenológica, sin desarrollar el aparato matemático que conlleva.

4. Carga docente de los planes de estudio

Entonces, ¿con qué base se cuenta para profundizar posteriormente por parte del alumno? Tomando de nuevo como ejemplo la titulación de ingeniero de telecomunicación, veremos el peso de las diversas materias. Para no extendernos en exceso, vamos a circunscribirnos al ámbito del primer curso, el contenido del cual se da en la Tabla 1 [4].

Cuatrimestre A	Créditos
Complementos Físicos de las Telecomunicaciones	3
Complementos Matemáticos de las Telecomunicaciones	4.5
Álgebra Matricial	4.5
Física I	6
Introducción a la Telecomunicación	3
Laboratorio de Física	3
Cálculo Diferencial	4.5
Programación	7.5
Teoría de Circuitos	3
Cuatrimestre B	
Ecuaciones Diferenciales	4.5
Laboratorio de Matemáticas	4.5
Laboratorio de Teoría de Circuitos	3
Análisis Vectorial	4.5
Componentes Electrónicos	4.5
Física II	6
Fundamentos de Computadores	3
<i>Optativas Bloque I</i>	
Gráficos por Ordenador	6
Introducción a Aplicaciones Informáticas Científicas y Técnicas	6
Introducción a los Ordenadores Personales	6
Probabilidad y Estadística	6

Tabla 1. Distribución de créditos del 1 curso de Ingeniería de Telecomunicación en la Universidad Politécnica de Valencia.

Es esclarecedor, sin duda; de los 39 créditos impartidos durante el primer cuatrimestre, 13.5 corresponden a matemáticas y 12 a física. De hecho, una carga nada despreciable. ¿Dónde estriba, entonces, el problema? Porque, claro, con una carga docente relativa de esa magnitud, cualquiera esperaría que el alumno tras ese primer curso estuviera en condiciones de seguir sus estudios con base más que satisfactoria.

Pero de nuevo volvemos al problema inicial: la carencia de la base anterior. Profundizando en los temarios de las asignaturas presentadas (el lector puede consultarlos en [4]) comprobamos que muchos de los temas que aparecen allí pertenecen y deberían haber sido desarrollados durante los estudios de bachillerato, y ser conocimientos ya asimilados por el alumno a su ingreso en la facultad. El temario de una asignatura como Complementos Matemáticos de las telecomunicaciones abarca los siguientes puntos:

1. Funciones de una variable
2. La derivada
3. La integral
4. Aplicaciones de la integral
5. Números complejos
6. Espacio vectorial
7. Geometría
8. Polinomios

Todos estos puntos pertenecen al temario correspondiente de bachillerato. El problema está ahí, siempre presente: la carencia de los conocimientos básicos, lo que obliga a tomar medidas. En este caso, se trata de medidas paliativas. Lo que no se conoce y *se necesita*, hay que impartirlo.

Totalmente de acuerdo, pues, en la afirmación anterior. Hay cosas que no se conocen y, si se necesitan, es necesario impartirlas. Pero, claro, hemos hablado en el epígrafe anterior de que cada vez se necesita una base mayor para adaptarse a las nuevas tendencias que van surgiendo en el campo de la electrónica. ¿Cuál es nuestro grado de libertad? ¿Hay algo que realmente podamos hacer, si estamos tan constreñidos? Todo el desarrollo expuesto hasta el momento parece llevarnos a un callejón sin salida pues, si hace falta mejor base, pero la base de entrada es peor, parece que tenemos pocas posibilidades de armonización.

Nuestra idea, a la hora de emprender este trabajo, es poner nuestras miradas en un punto intermedio sobre el que queremos hacer incidencia. Hemos dicho que lo que no se conoce y *se necesita*, hay que impartirlo. Nuestra pregunta será:

<i>¿Qué se necesita? ¿Cuándo se necesita? ¿Cómo se necesita?</i>
--

La pregunta anterior no es trivial, ni mucho menos. De hecho, la opinión de los autores es que de su correcta respuesta puede depender el éxito o el fracaso de la adaptación tanto a los nuevos planes de estudio como al nuevo perfil del estudiante que entre de nuevo ingreso en las titulaciones. Porque parece que, hasta el momento, la tendencia es la de suministrar a lo largo de los primeros cursos todas las herramientas matemáticas y físicas que un alumno puede necesitar a lo largo de la carrera. Este enfoque, que posiblemente sea el más adecuado en las carreras tradicionales de “ciencias puras” (físicas, químicas, matemáticas...) quizá sea conveniente someterlo a revisión cuando se trata de carreras técnicas e ir dosificando contenidos a medida que sean útiles para el alumno. A medida que vayan a ser utilizados en la práctica.

La modificación que los autores planteamos pasa por un ineludible análisis vertical, un análisis concienzudo y pormenorizado que responda a las tres cuestiones de nuestra pregunta anterior:

- Seleccionar el tipo de conocimientos que realmente son útiles para el alumno en todos los casos y circunscribir la troncalidad a esos conocimientos, dejando aquéllos más específicos para las ramas o especialidades correspondientes.
- Ubicarlos correctamente en el plan de estudios, de forma que puedan ir parejos base y aplicación, evitando hacer una gran bolsa de créditos físico-matemáticos en los primeros años y, en su lugar, ir desperdigándolos a lo largo de la titulación. Éste sería el primer grado de libertad para adaptar los conocimientos clásicamente básicos a las nuevas circunstancias.
- Y, posiblemente más importante, seleccionar un enfoque adecuado para las asignaturas, llamémoslas básicas.

Sobre el último punto creemos necesario extendernos algo más, puesto que lo consideramos crítico para el correcto desarrollo de las modificaciones. Todos sabemos que hay muchas formas de abordar las asignaturas de carácter científico – matemático. Existe todo un amplio espectro que cubre desde el formalismo más correcto y más riguroso hasta la simple exposición divulgativa, casi informativa, sin apenas profundización. Y entre estos dos extremos todas las posibilidades.

Pues bien; en nuestra opinión ése es el segundo grado de libertad sobre el que podemos actuar para lograr la adaptación correcta a los nuevos planes de estudio y a las nuevas tendencias en electrónica. Jugando con la profundidad con la que el alumno tiene que conocer un determinado tema podemos balancear adecuadamente el plan de estudios y, lo que es mejor, obtener diversos grados de conocimiento de un determinado tema, desde el simplemente divulgativo hasta la profundidad total. En realidad, esta idea no tiene mucho de original. Todos nosotros estaríamos de acuerdo en que cualquier ingeniero electrónico debería saber calcular la carga y descarga de un condensador, pero que calcular las soluciones de la ecuación de Schrödinger sometida a un potencial periódico, base de la teoría de bandas, es algo muy específico que sólo hace falta conocer a aquellas personas que se enfoquen hacia la electrónica de dispositivos o física de semiconductores. Creemos que poca gente discrepará en esto. Lo que nosotros pretendemos es profundizar en este enfoque y llevarlo hasta sus últimas consecuencias.

5. Una propuesta arriesgada

Podíamos haber extendido la discusión precedente durante más, pero no lo haremos por cuestiones de espacio y porque creemos que las simples pinceladas dadas ya sitúan correctamente dentro del enfoque que pretendemos plantear. A lo largo de los párrafos precedentes hemos dirigido nuestras miradas hacia un conflicto prácticamente insoslayable: ¿cómo llegar a un compromiso entre ambos extremos? ¿Cómo conjugar la necesidad de abrir el ámbito de conocimientos, partiendo de alumnos menos preparados y disponiendo de menos tiempo para hacerlo?

Los subsiguientes apartados han servido para justificar, en cierta medida, cuál es nuestro foco de atención y el punto sobre el que fijaremos nuestra vista para poder seguir evolucionando: la correcta distribución de los conocimientos básico, diseminados a lo largo de la titulación. Llevando esto hasta sus niveles más drásticos, creemos ineludible introducir en esta secuenciación la estructuración en grado y postgrado, esto es, en nuestro afán de posponer o secuencias correctamente la impartición de conocimientos, tener siempre presente la posibilidad de postergar determinadas disciplinas a los postgrados. Y eso incluye determinadas herramientas matemáticas que, quizá en otras áreas son más necesarias pero que para el ingeniero electrónico medio, esto es, el que demanda la empresa y el entorno industrial, hoy por hoy son superfluas. Tenemos que abrir nuestras mentes a que quizá no es

tan importante para un ingeniero electrónico el resolver de manera detallada una ecuación en derivadas parciales utilizando el método de separación de variables (por poner un ejemplo) que saber, simplemente de forma cualitativa y sólo como noción, que el electrón posee espín y que hoy en día se habla de la posibilidad de hacer lógica con él.

La aproximación a la solución que proponemos se estructura en varios ejes. Ejes que, somos conscientes de que no están exentos, por supuesto, de polémica. Pero para la implementación práctica de nuestras ideas es necesario avanzar en varios frentes simultáneos:

- Por una parte, el aligeramiento de cargas lectivas en materias clásicamente básicas pero cuya utilidad práctica para el profesional medio de la electrónica sea cuestionable. Proponemos, aunque suene drástico, desplazar conceptos matemáticos y físicos de primeros cursos de carrera a masters y programas de doctorado, habida cuenta de que quienes van a utilizarlos realmente son una reducida fracción respecto al profesional general.
- Por otra parte, la inclusión de asignaturas *divulgativas*, alejadas del tratamiento riguroso y cuantitativo que clásicamente hemos adoptado, para que el alumno se familiarice con hechos, fenómenos y conceptos físicos. Asignaturas de este estilo deben suponer un cambio radical de orientación, tanto en su docencia como en su evaluación, dado que su objetivo es el de dar una formación amplia aunque generalista. Para profundizar en temas concretos tenemos que confiar en los programas de masters o doctorados.

Como decimos, somos conscientes de la posible polémica que puede suscitar una propuesta que va contra una tradición firmemente enraizada. Y, de hecho, en nuestro ánimo está mover dicha polémica para incitar un diálogo libre de ataduras y libre de prejuicios.

Lo cierto es que estamos atravesando un momento histórico. La reestructuración de los planes de estudios abre ante nosotros todo un abanico de posibilidades que, hasta el momento, parecían vetadas dada la relativa inamovilidad de los conocimientos, materias y prácticas en las respectivas titulaciones. Pero en poco tiempo todo esto va a cambiar. Por supuesto que queremos dialogar; ahora es el momento de hablar, de renunciar a cosas que podían ser adecuadas en algún momento pero quizá ya no lo son hoy en día. Tenemos que estar dispuestos a renunciar a cosas que podíamos tener muy asumidas en pro de una mejor adecuación de nuestras carreras al perfil de entrada del alumno y, lo que es quizá más importante, lo que la industria está demandando del profesional de la electrónica. Sólo así seremos capaces de encontrar el plan de estudios perfecto, flexible, de acuerdo con nuestros tiempos.

5. Conclusiones

En este artículo hemos fijado nuestras miradas en un problema acuciante al que estamos abocados a hacer frente de una forma inminente: la reforma de los nuevos planes de estudio, con el consabido aligeramiento de la carga docente, una situación que coincide, además, por el momento coyuntural específico en el que los alumnos parecen acceder a la universidad con una más deficiente formación previa en cuestiones básicas. Y esto dentro de un ámbito como es la electrónica, en el que la innovación y el desarrollo están teniendo lugar a velocidad vertiginosa.

Para adaptarnos en la medida de lo posible a esta situación no que da más remedio que tomar medidas drásticas, unas medidas que tienen en el momento presente el marco ideal para ser emprendidas. Los autores proponemos un cambio de mentalidad profundo, dosificando correctamente las asignaturas básicas, una medida que incluye, como ítems específicos, la traslación de asignaturas clásicamente básicas a estudios de máster o doctorado y la creación de asignaturas de carácter divulgativo que permitan adquirir al alumno una cultura general y cualitativa sobre su campo de trabajo.

Referencias

- [1] Hacia un Espacio Europeo de Enseñanza Superior. Boletín de Educación Superior. Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas. N° 25. 2003. Texto disponible en formato electrónico en la página web <http://www.crue.org>.
- [2] Espacio Europeo de Educación Superior. Universia España. <http://www.universia.es>.
- [3] Varios Autores. *Semiconductores y superconductores. Temas Investigación y Ciencia*. N° 34. Ed. Prensa Científica (2004).
- [4] *Plan de Estudios de Ingeniería de Telecomunicación*. <http://www.etsit.upv.es/Docencia/index.htm> (2006)