

## REFLEXIONES ACERCA DE LA ENSEÑANZA DE LA TECNOLOGÍA ELECTRÓNICA

Enrique Montero Montero (\*)  
Email: emontero@obelix.cica.es

Joaquín Moreno Marchal (\*)  
Email: joaquin.moreno@uca.es

Aurelio Castaños Soler (\*\*)  
Email: acsocer@rdp.asi.alcatel.es

- (\*) Facultad de Ciencias Náuticas, Departamento de Ingeniería de Sistemas, Polígono Río San Pedro s/n, 11510 PUERTO REAL (Cádiz), Tno. 956-470 842/43/44, Fax 956-470 843
- (\*\*) ALCATEL-SESA, c/Ramírez de Prado, 5, 28045 MADRID, Tno. 91-330 41 46, 91-330 40 00, Fax 91-330 50 06

**RESUMEN.**- Este trabajo pretende ser un principio de reflexión acerca de los factores en los que, a nuestro entender, debería basarse en la actualidad la enseñanza de la Tecnología Electrónica. Comenzaremos con una introducción que servirá para revisar las peculiaridades de la sociedad actual, imprescindible para poder abordar con propiedad los apartados siguientes relativos a los *Objetivos, Contenidos y Métodos*. Concluiremos que una adecuada enseñanza de la Tecnología Electrónica no debe quedar limitada a una mera transmisión de conocimientos, sino que, tan importante como ello es, mediante la formación, el conseguir en los alumnos cambios actitudinales que les capaciten para una integración activa en empresas del sector electrónico.

### 1.- INTRODUCCIÓN: LA SITUACIÓN ACTUAL

Los cambios de toda índole (sociales, tecnológicos, políticos, en la estructura de las empresas, en la organización del trabajo,...) ocurridos en nuestro siglo, y muy especialmente en la segunda mitad del mismo, superan con creces a los experimentados desde los albores de la civilización hasta el comienzo de la presente centuria. Dicho con palabras muy certeras de Kenneth Boulding [1]: "El mundo de hoy es tan distinto de aquel en que nací, como lo era éste del de Julio César. (...) Han pasado casi tantas cosas desde que nací, como habían ocurrido antes". Tan gran cantidad de cambios en un tiempo tan reducido nos ha permitido vivir una época singular y de excepción, más aún que la de la Revolución Industrial y sólo quizás equiparable -como opinaba el físico y premio Nobel George Thomson- a la enorme revolución que para la especie humana supuso la agricultura allá en el neolítico.

Y esta situación de continuo y acelerado cambio, es aún más acusada para quienes desarrollamos nuestra actividad profesional en el sector electrónico. El sistema que hace no mucho tiempo conocimos, lo vimos reproducido poco después en una placa y hoy, a muy pocos años de distancia, lo encontramos en una pequeña porción de silicio, en un *chip*. Recordemos a este respecto como en el campo de la microelectrónica el crecimiento de la complejidad de los circuitos integrados llegó a duplicarse cada año, de forma continuada, durante décadas (*ley de Moore*), y aún hoy día este crecimiento sigue siendo importante, aunque ya algo menor [2].

Día a día vemos como irrumpen con fuerza nuevos materiales, disciplinas, dispositivos o procesos que en breves períodos de tiempo alcanzan la etapa de madurez y desplazan del mercado a tecnologías hasta ese momento sólidamente establecidas. La competitividad de las empresas, que ha de ser mayor cada día, aparece estrechamente ligada a aspectos intangibles y hasta hace poco tiempo no especialmente considerados, como son la creatividad y la innovación, las cuales han llegado a constituirse actualmente en factores clave en el éxito o fracaso de las compañías.

Es por ello que cuando hemos de plantearnos el impartir Tecnología Electrónica a nuestros alumnos de diferentes cursos, no podemos dejar de sentir inquietud acerca de aquello que hemos de enseñarles y de como debemos hacerlo, tratando siempre de conseguir que sean capaces de adaptarse a una tecnología en continuo cambio, así como de capacitarles para elaborar respuestas creativas a los nuevos planteamientos que la situación demanda.

## **2.- OBJETIVOS QUE SE PERSIGUEN**

Los planes académicos tienen como objetivo proporcionar a los alumnos los conocimientos y habilidades que se juzgan necesarios para poder desempeñar con suficiencia su actividad profesional en un futuro no muy lejano. En áreas como la Tecnología Electrónica en la cual el período de tiempo que transcurre desde que una tecnología surge hasta que se vuelve obsoleta es verdaderamente corto -a veces del orden de sólo unos pocos años-, la definición de los planes de estudio adecuados se vuelve un hecho verdaderamente complicado. Y, a nuestro parecer, este problema no debe pensarse que puede encontrar solución simplemente con una revisión más frecuente de los contenidos de los mencionados planes, ya que -y esto es importante- dada la rapidez de los cambios, *las consecuencias de esta rapidez de cambio deben formar parte del mismo contenido*.

¿Cuál debe ser, pues, el objetivo general que deba encarar la formación en Tecnología Electrónica?. En principio, sin duda, el responder al perfil de profesional que va a demandar la sociedad en los próximos años, en las próximas décadas. Pero también, no debemos olvidarlo, dotarle de las herramientas precisas para que pueda dar respuesta adecuada a la evolución previsiblemente rápida del mundo empresarial, laboral y tecnológico.

¿De que forma podemos conocer este perfil?. Esencialmente partiendo del conocimiento y análisis del pasado y del presente, realizando previsiones sobre el futuro del desarrollo tecnológico, de las relaciones laborales, de la estructura empresarial, etc., es decir del marco en el que nuestros titulados van a desenvolverse. Y, ¿cuál parece ser la dirección de la evolución previsible?. Parece fuera de toda duda que en lo que respecta a las relaciones de trabajo, éstas seguirán su proceso de democratización en el seno de empresas de estructura cada vez menos piramidal. Empresas que, por otra parte, habrán de recurrir cada vez más a la creatividad de sus trabajadores para ser capaces de competir en un mercado internacionalizado en el que los factores determinantes de su supervivencia son cada vez más intangibles y dependen de modo creciente de la aportación de todos y cada uno de los empleados.

Y aquí quizá encontramos el primer objetivo nuevo que debemos definir y encarar. En primer lugar, apuntemos que tradicionalmente la educación ha estado orientada en exclusiva al dominio cognitivo del hombre. Y por otra parte, la Universidad sigue respondiendo organizativamente, y en espíritu, al modelo industrial ya caduco en el que en un centro de trabajo la materia prima (alumnos) se deja tratar -pasiva y en general masivamente- por unos profesionales (los profesores) para llegar a convertirse en un producto elaborado (el titulado). Pero todo ello debe cambiar: ni la estructura empresarial actual, ni menos la futura, responde al primer modelo industrial, ni parece adecuado preparar a los alumnos con métodos Tayloristas de pasividad absoluta. Y a nuestros alumnos no sólo debemos de transmitirles conocimientos sino también -es inexcusable- propiciar en ellos los «modos» de comportamiento de que han de hacer uso desde el primer momento en que tomen contacto con la empresa actual.

Queremos con ello señalar que si pretendemos formar titulados que se inserten adecuadamente, desde un principio, en sus respectivos sectores profesionales, **tan importante como los conocimientos que les transmitamos, serán la actitudes que promovamos en ellos.** Introduciendo una actitud dinámica y de colaboración (capacidad de trabajo en grupo) entre nuestros alumnos, con objeto de romper sus tendencias hacia la pasividad y el aislamiento. Incitando a una mayor participación y responsabilidad de los alumnos en el proceso formativo, así como promoviendo sistemas de enseñanza que favorezcan el desarrollo de las capacidades creativa e innovadora. Haciendo que los alumnos se conviertan en agentes de innovación y creación. Y, también, preparándolos psicológicamente para afrontar, si se les presenta, la posibilidad de formar su propia empresa, etc.

No está de más, para finalizar este apartado, traer aquí dos citas que nos parecen oportunas:

"La organización (...) tiene que enfrentarse al problema de cómo crear un medio y una serie de políticas administrativas que no solamente permitan que la tarea primordial se pueda realizar eficientemente, sino que además permita estimular la **innovación** y la **creatividad**. El problema no es tan sencillo como parece, porque muchos de los procedimientos que las organizaciones utilizan para aumentar la efectividad diaria conlleva crear un clima psicológico en el que se castiga en realidad la innovación y la creatividad" [3]

"(...) no pocas teorías de hoy llevan consigo la estrangulación de la creatividad y la supresión del entusiasmo en unos tiempos en que tanto la una como el otro han pasado a ser los creadores del valor económico" [4]

### 3.- CONTENIDOS

Los contenidos, como no podía ser de otra forma, deberán ajustarse y orientarse a la consecución de los objetivos establecidos en el punto anterior.

Sólo algunos apuntes en forma interrogativa acerca de los contenidos. ¿Es adecuada una estructuración de los contenidos basada en la simple ordenación de los componentes electrónicos, partiendo desde los pasivos más simples (resistencias), hasta los más complejos semiconductores, estructura que presentan numerosos textos y programas?. ¿No es algo anacrónico seguir dedicando tiempo a impartir clases acerca de componentes pasivos con terminales?. ¿Se está dando al alumno una visión mínimamente real del estado actual de la tecnología y de hacia donde se encamina ésta?. ¿No sería más conveniente -y acorde con el estado actual de la tecnología- una estructuración de los contenidos en torno a los diferentes niveles de interconexión que pueden establecerse en electrónica?. [5, 6, 7]

¿No se debería tener muy en cuenta a la hora de definir contenidos los estudios acerca de la evolución previsible de la tecnología?.

¿Es aceptable la escasa relevancia que se concede a las técnicas y procedimientos propios de la producción en los estudios de Tecnología Electrónica?.

Al día de hoy ¿no es absolutamente inexcusable la inclusión en Tecnología Electrónica de conceptos, aunque sean básicos, de calidad (y fiabilidad) en el sector electrónico?.

### 4.- MÉTODOS

Al igual que los contenidos, los métodos deberán contribuir al objetivo general de crear titulados que se inserten fácilmente en el mercado laboral. Y para ello los métodos no sólo han de ir destinados a hacer más fácil la asimilación de los contenidos por parte del alumno, sino también contribuir decisivamente a modificar sus actitudes, acercándolas a aquéllas que se precisa poseer en el mundo laboral de hoy. En pocas palabras se trata de actuar no sólo sobre la parcela cognitiva, sino también sobre la de las actitudes, mediante la modificación de éstas.

En el dominio cognitivo nos inclinamos por la estrategia descendente como la que más se adecua a la enseñanza de la Tecnología Electrónica, al permitir al alumno la oportunidad de conocer la importancia de aquellos temas que estudia. Y como estrategia de apoyo, consideramos de utilidad las referencias sistemáticas a la situación de mercado, como un nuevo factor de ponderación de la relevancia de los

conocimientos que recibe. Ambas estrategias deben combinarse, en nuestra opinión con una exposición histórica, que proporcione una visión dinámica en el tiempo del desarrollo de la tecnología. El estatismo de algunos métodos entra en total confrontación -y resulta por lo tanto contradictorio- con la propia idiosincrasia de la disciplina, en continuo y vertiginoso cambio.

En cuanto al dominio actitudinal, como punto de partida básico deberemos establecer el hecho de que los métodos deberán estar más centrados en el alumno, aproximándolo de este modo desde su etapa de formación a la realidad de las empresas de tipo romboidal, que serán las que con toda probabilidad encuentre -o cree el mismo- a su salida al mercado de trabajo. Consideramos muy importante que la metodología sea de aprendizaje activo, de autoformación, en la que el alumno **aprenda a aprender**. A diferencia de épocas pasadas, ahora la formación que reciba en la Universidad va a ser sólo una pequeña parte de la que él deberá adquirir a lo largo de toda su vida laboral. Por ello es también importante que le hagamos tomar conciencia de este hecho de su educación inacabada, así como que le incitemos a seguir aprendiendo continuamente. Frente al estatismo de la adquisición de conocimientos en exclusiva, deberá practicarse el dinamismo de hacer cosas para formar profesionales que no sientan miedo frente a los cambios, por muy rápidos que sean, que les toque vivir. Profesionales que sean capaces de seguir la evolución de la tecnología, cuando no de adelantarse a ella, en lugar de sentirse atemorizados por los cambios.

Tenemos, pues, que promover en nuestros alumnos una actitud dinámica y creativa, no sólo sin miedo a modificar el medio, sino también con entusiasmo por hacerlo. Es decir tendremos que inducir en ellos una posición proactiva en lugar de reactiva frente a la evolución de la tecnología. Hacemos nuestra la frase de Mauro Rodríguez: "La mente tiende a rechazar las ideas que se apartan de, o que contrastan con, la cultura del medio y no se aventura a producir diseños originales ni planes creativos, a menos que haya sido entrenada y cultivada para ello" [8].

## **5.- CONCLUSIONES**

Los rápidos cambios que se suceden en la Tecnología Electrónica hace que la enseñanza de esta disciplina deba plantearse de modo tal que se incorporen en sus planes de estudio no sólo elementos cognitivos sino también actitudinales. Sólo la unión de ambos permitirá a los alumnos actuales adquirir la formación necesaria para poder entender, seguir, e incluso impulsar, el desarrollo de la técnica. Asimismo impedirán que, anclados en conocimientos o actitudes estáticas queden desfasados, incapaces de seguir el ritmo veloz con que se suceden los cambios en la actualidad. De este modo, la educación puede llegar a convertirse en un instrumento de cambio social y tecnológico de posibilidades ilimitadas.

## 6.- REFERENCIAS

- [1] Boulding, Kenneth, *The Prospects of Economics Abundance*, comunicación a la conferencia Nobel, Universidad Gustavo Adolfo, 1966, citado por A. Toffler en *El shock del futuro*, Plaza & Janés Editores
- [2] ICE Report 1994
- [3] Schein, E.H., *Psicología de la Organización*, Paidós
- [4] Peters, T., *Nuevas organizaciones en tiempos de caos*, Deusto
- [5] Tummala, R.R. (editor), *Microelectronic Packaging Handbook*, Van Nostrand Reinhold
- [6] Seraphim, D.P. (editor), *Principles of Electronic Packaging*, McGraw-Hill
- [7] Harper, C.A., *Handbook of Materials and Processes for Electronic*, MacGraw-Hill
- [8] Rodríguez, M., *Creatividad en la empresa*