

# **EVALUACIÓN CONTINUA POR OBJETIVOS DE UNAS PRÁCTICAS DE ELECTRÓNICA GENERAL MEDIANTE TEST DE OPCIÓN MÚLTIPLE.**

J. L. Orantes - J.A. Martín Fontanillo - L. Bailón - J. Barbolla

Departamento de Electricidad y Electrónica  
E.T.S. de I. de Telecomunicación  
Campus "Miguel Delibes" - Universidad de Valladolid

Teléfono: 983 - 423664

Fax: 983 - 423675

e-mail: jlo @ ele.uva.es

## **RESUMEN**

La práctica docente en los laboratorios presenta graves dificultades con los métodos tradicionales de Evaluación. En este trabajo se expone un método de evaluación continua mediante la realización, práctica a práctica, de test criteriales. El desarrollo de materiales didácticos adecuados así como un software específico para la corrección de los test, ha permitido obtener unos resultados satisfactorios. La utilización de test criteriales de opción múltiple ha mostrado su efectividad para medir el progreso en el aprendizaje de los alumnos. La metodología utilizada ha sido capaz de sobreponerse a la desconfianza y reticencias iniciales del alumnado que ha valorado positivamente el proceso.

## **1. INTRODUCCIÓN:**

La formación experimental de los alumnos de carreras científicas y técnicas presenta problemas que no siempre son resueltos de modo satisfactorio. La experiencia de los autores en otros niveles no universitarios confirma que existen paralelismos muy notables en las dificultades del aprendizaje experimental en alumnos de formación y edad muy diferentes [1]. El predominio del trabajo especulativo sobre el práctico y aplicado en la mayoría de los planes de estudio, hace que, cuando los alumnos se sientan en una mesa de laboratorio, la falta de recursos y destrezas arrastre con frecuencia a un aprovechamiento deficiente del trabajo experimental.

Los métodos tradicionales de evaluación de dicho trabajo práctico no garantizan la consecución de unos objetivos mínimos. La confección de informes o trabajos prácticos con

frecuencia encubre procedimientos poco ortodoxos. La realización de exámenes de prácticas plantea igualmente dificultades en el establecimiento de escalas valorativas y, sobre todo, no proporcionan oportunidades de rectificación y aprendizaje. Con frecuencia comprobamos cómo existe un porcentaje amplio de alumnos que, después de pasar un buen número de horas trabajando en el laboratorio, no han sido capaces de sustituir los preconceptos iniciales, manteniendo los mismos errores conceptuales con los que entraron al principio. Parece pues que en el laboratorio sigue siendo válida la concepción de Ausubel [2][3] sobre los conceptos inclusores y los mecanismos del aprendizaje significativo.

## **2. OBJETIVOS PLANTEADOS:**

En el método de evaluación presentado se atiende a los siguientes objetivos:

- 1) Para cada actividad práctica se exponen los objetivos de aprendizaje que el alumno debe alcanzar.
- 2) El alumno será evaluado de acuerdo a esos objetivos en cada actividad práctica ofreciéndosele rápidamente la información sobre el grado de consecución de dichos objetivos.
- 3) Una vez evaluado, el alumno podrá volver a revisar su trabajo experimental rectificando aquellos planteamientos incorrectos en los que haya incurrido.
- 4) El profesor dispondrá de una información puntual acerca de la evolución del aprendizaje del grupo y de cada alumno.
- 5) Esta información será esencial para introducir la necesaria retroalimentación en el proceso de aprendizaje conducente a rectificar los errores mayoritarios cometidos por los alumnos.

## **3. METODOLOGÍA Y HERRAMIENTAS UTILIZADAS:**

El presente trabajo expone una metodología de trabajo y evaluación en el laboratorio que consideramos novedosa y oportuna. Comienza por formular para cada práctica o unidad experimental un conjunto de objetivos didácticos, tanto conceptuales como procedimentales, que se consideran más significativos. Estos objetivos son entregados a los alumnos y serán utilizados por éstos en el desarrollo de la actividad práctica.

Los guiones de prácticas son explicados y comentados por el profesor antes de la realización de la práctica. Los alumnos deben proceder a la realización de las actividades experimentales que conduzcan a la consecución de los objetivos propuestos y las explicaciones dadas. Así mismo, los alumnos llevan un registro personal de todas las incidencias experimentales y la práctica termina cuando consideren que todos los objetivos están cubiertos.

Una vez realizada la sesión de prácticas, el alumno debe someterse a la realización de un test criterial [4][5] que determine el grado de consecución de los objetivos propuestos. Dicho test se corrige mediante un software de creación propia que permite cómodamente calificar las contestaciones de los alumnos y ofrecer una información individual sobre los objetivos no alcanzados. Esta información es pasada rápidamente a los alumnos que, de este modo, conocen la evolución de su aprendizaje experimental.

#### 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS:

La información así obtenida para cada práctica realizada se complementa con la observación directa del profesor en el Laboratorio. De este modo el profesor y el alumno pueden apreciar el grado de comprensión de los conceptos y técnicas utilizados.

Además de la evaluación continua práctica a práctica del alumno, se hace una evaluación del instrumento de medida determinando desviaciones en las respuestas que puedan esconder dificultades. Se procede entonces a un análisis de los tests revisando ítem por ítem la estadística de contestaciones. De este modo es posible detectar la formulación de ítems poco claros o ambiguos o la presencia de errores generalizados en los alumnos que pueden corregirse en la próxima sesión de laboratorio. Así mismo, se observa la calidad de los distractores utilizados en los respectivos ítems, lo que permite tomar decisiones sobre su mantenimiento, eliminación o modificación en futuras pruebas [5].

Listado de calificaciones Grupo: 1 Ejerc.E0401 fecha:04/05/98 P.mín.= 5.00

RC.	1)d	2)acd	3)a	4)ac	5)abd	6)bd	7)ad	8)be		
Ob.	4-1	4-4	4-2	4-3.4-7-5	4-5	4-3.4-4	4-3.4-4	4-2		Objetivos no alcanzados
1	d-1.0	c-0.4	c-0.0	e-0.0	d-0.3	c-0.0	c-0.0	b-0.5	2.69	Or.:4-2.4-7.4-3.4-4
2	d-1.0	c-0.4	c-0.0	a-0.5	bc-0.1	fc-0.0	e-0.0	b-0.5	3.10	Or.:4-2.4-5.4-3.4-4
3	bd-0.5	e-0.0	a-1.0	e-0.0	b-0.3	a-0.0	c-0.0	a-0.0	2.25	Or.:4-1.4-4.4-7.4-3.4-2
4	--0.0	db-0.2	cb-0.0	ae-0.3	ab-0.7	bc-0.3	bcd-0.2	be-1.0	3.19	Or.:4-4.4-2.4-7.4-3
5	a-0.0	e-0.0	abc-0.3	ad-0.3	c-0.0	d-0.5	ad-1.0	b-0.5	3.23	Or.:4-1.4-4.4-2.4-7.4-5
...										
...										
63	ce-0.0	ac-0.7	c-0.0	ac-1.0	ae-0.2	bd-1.0	ad-1.0	be-1.0	6.10	Or.:4-1.4-2.4-5
64	d-1.0	c-0.4	c-0.0	a-0.5	b-0.3	cf-0.0	c-0.0	b-0.5	3.31	Or.:4-2.4-3.4-4
65	d-1.0	ac-0.7	c-0.0	ac-1.0	b-0.3	a-0.0	bd-0.3	b-0.5	4.63	Or.:4-2.4-3.4-4
Med.	1)0.72	2)0.41	3)0.38	4)0.66	5)0.32	6)0.46	7)0.48	8)0.45	4.88	

Aptos: 35 (54%) No Aptos: 30 (46%)

#### Distribución de Calificaciones

0-25%: 7.7%	**	
25-50%: 40.0%	*****	
50-75%: 49.2%	*****	
75-100%: 3.1%		

**Tabla 1**

Las Tablas de calificación (véase Tabla 1) de cada test ofrecen una información individual y colectiva a la que el alumno tiene acceso. Verifica así la corrección de la prueba realizada, de acuerdo a unos criterios de puntuación objetivos. Los ítems siempre pueden tener más de una respuesta correcta. Cuando son varias, el programa permite asignar pesos específicos diferentes, según el grado de importancia. La no contestación de todas las respuestas correctas o la inclusión de respuestas erróneas es penalizada de acuerdo con una fórmula proporcional. La puntuación de un ítem nunca puede ser negativa. Las respuestas erróneas están vinculadas en modo negativo a alguno de los objetivos de la práctica, lo cual hace que se anote como objetivo a recuperar o insuficientemente alcanzado. Esta información aparece en la columna de la derecha de la tabla de puntuación.

También se da la información estadística sobre la nota media de cada ítem y la global, junto con una distribución en cuatro tramos de las calificaciones del grupo. Estos datos aportan información interesante desde el punto de vista del profesor que puede observar incidencias en la evolución del aprendizaje experimental de los alumnos.

Grupo:Histor. Base:RESULTADOS Muestra:E0401 Fecha:04/05/98

Ítem	N.Casos	a)	b)	c)	d)	e)	f)
1	65	1.5	13.8	3.1	80.0*	18.5	
2	65	29.2*	40.0	89.2*	21.5*	9.2	
3	65	53.8*	18.5	67.7	0.0		
4	65	70.8*	3.1	70.8*	9.2	16.9	
5	65	32.3*	26.2*	7.7	46.2*	20.0	
6	65	3.1	56.9*	21.5	46.2*	0.0	20.0
7	65	32.3*	13.8	35.4	80.0*	3.1	
8	65	4.6	83.1*	6.2	9.2	12.3*	

Tabla 2

La Tabla 2 muestra la estadística pormenorizada de elección de respuestas. Las casillas con (\*) corresponden con la o las respuestas tomadas como correctas para cada ítem. Como puede observarse, la mayoría de éstas corresponden con los porcentajes mayoritarios de respuesta. Sin embargo, también se observan algunas desviaciones como en el caso del Ítem nº3 en cuál la respuesta mayoritaria (c) no se corresponde con la correcta. Igualmente, se observa que los distractores 3d y 6e no resultan eficaces por cuando la elección de los mismos es nula.

## 5. VALORACIÓN DEL SISTEMA:

Para valorar toda la metodología se procede a la observación del progreso relativo en el grupo e individualmente. La correlación ascendente de notas medias así como el itinerario particular de cada alumno nos informa sobre el grado de efectividad del sistema empleado [7].

Test	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Nota Media	4.10	3.78	3.61	4.36	4.97	4.88	4.65	5.28	6.29	5.65
Alumnos Aptos(%)	37	28	23	39	52	54	45	59	82	66

Tabla 3

En la Tabla 3 se reflejan resumidos los resultados de los 10 Test directos realizados. La disposición semanal de las prácticas implica por tanto una ordenación temporal en esta tabla. Los Test 1 y 2 se refieren a instrumentación, los T3, T4 y T5 a Diodos, los T6, T7 y T8 a Transistores Bipolares y , finalmente, T9 y T10 son relativos a Transistores de Efecto de Campo. El espacio temporal que cubren se amplía al estar entre medias el periodo vacacional de Semana Santa. La incidencia de esta circunstancia se refleja especialmente en la calificación media del T7.

Hemos establecido un estudio comparativo (Tabla 4) con grupos de prácticas que han carecido de esta evaluación continua y a los que se les ha sometido a un cuestionario final sobre las

Grupo	Instrumentación	Diodos	T.B.	FET	Nota Media	<=3 %	3< <5 %	5>= %	Muestra
GC1	0.3499	0.4271	0.3856	-	3.7778	38.3	43.3	18.4	60
GM	0.4315	0.3697	0.4426	0.3660	4.0736	31.8	39.7	28.5	151
GE	0.394	0.4313	0.4937	0.597	4.757				65
GER	0.409	0.256	0.374	-	4.940	0.0	50.8	49.2	65

Tabla 4

prácticas realizadas. El grupo de control inicial (GC1) era el grupo paralelo al experimentado que actuó en primer lugar durante el primer cuatrimestre del curso 1997-1998. Sus características eran muy similares al grupo de experimentación (GE) si bien hubo algunas circunstancias adversas que limitaron el trabajo en el laboratorio. En particular no pudieron realizarse las prácticas con transistores FET. Por ello hemos incluido otros grupos de años anteriores que tuvieron exactamente el mismo tratamiento. Estos datos se reflejan en el Grupo de Control Medio (GM), con una muestra de 151 casos estudiados. El grupo experimental con 65 alumnos tuvo la posibilidad de realizar una recuperación selectiva de bloques no superados. Estos datos aparecen en la entrada GER. Aquí no tiene aplicación el número de casos fijos (65) pues la recuperación era independiente según la circunstancia del alumno. La franja oscurecida corresponde a los resultados totalizados, incluyendo la recuperación, en donde se asignó a cada alumno las mejores calificaciones obtenidas.

Como puede observarse, los resultados ofrecen una notable mejoría en todos los campos en el caso del grupo de experimentación. Solamente destacar que el bloque de instrumentación reflejó inicialmente una menor puntuación. Esto es comprensible teniendo en cuenta que: 1) fueron los primeros test realizados y se desconocía la metodología de trabajo; 2) en el método tradicional, la evaluación de la instrumentación se hace después de finalizar todo el laboratorio y, en principio, es lógico pensar en una mayor asimilación de estos elementos. También llama la atención las calificaciones bajas de los bloques 2º y 3º en la recuperación. La lectura de esto hacemos es también doble: 1') El material con el que se confeccionaron los test de recuperación fue el de los ítems en los que los alumnos habían obtenido menor puntuación y, por lo tanto, donde mayores errores habían cometido; 2') la finalización del curso obligó a condensar en una sola sesión la realización de todos los test de recuperación con lo que el cansancio pudo afectar probablemente de modo negativo.

Como último elemento de evaluación interna del método seguido se elaboró un extenso cuestionario de 57 ítems para ser contestado por los alumnos. Cada ítem debía ser valorado en una escala estándar de 1 a 5. Se estructuraron de acuerdo a 10 bloques significativos. Dentro de cada bloque se repartieron mitad por mitad los ítems en formulación positiva y negativa, con objeto de reducir las contestaciones incoherentes. Como resumen inmediato de dicha encuesta podemos señalar una clara y favorable valoración positiva por parte de los alumnos. También se observa que los alumnos son extraordinariamente recelosos en cuanto a fiabilidad de los test, por cuanto es muy conveniente aumentar la información sobre las técnicas utilizadas.

## 6. CONCLUSIONES

Hemos probado cómo es posible utilizar una metodología alternativa en los aprendizajes experimentales dentro del laboratorio aplicando los principios generales de la evaluación continua y del aprendizaje significativo [6]. Esta metodología pasa por la elaboración de materiales didácticos diversos: objetivos de aprendizaje, ítems de evaluación, software específico, etc. El proceso culmina con una mejoría notable en cuanto a la asimilación de elementos conceptuales de laboratorio y mayor destrezas prácticas. Igualmente se ha potenciado la autonomía del alumno en el trabajo de laboratorio y se ha realizado un proceso de retroalimentación en la mejora de la metodología. Finalmente el sistema permite garantizar la consecución de unos objetivos mínimos básicos para todos lo alumnos.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Marín, Jiménez, Benarroch. "Delimitación de 'lo que el alumno sabe' a partir de objetivos y modelos de Enseñanza". *Enseñanza de las Ciencias*. Nº15 (2) 1997
- [2] Ausubel, Novak, Hanesian. "Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo". Ed. Trillas. México 1986
- [3] Novak. "Teoría y práctica de la Educación". Alianza Universitaria. Madrid 1997
- [4] J.M. Jornet y J.M. Suárez. "Evaluación referida al Criterio. Construcción de un test criterial de clase". *Problemas y Métodos de Investigación Educativa*. Ed. Rialp. Cap. 16. Madrid 1994
- [5] G. Gil, J.C. Suárez. "Aplicación y Validación de un procedimiento de construcción de pruebas de rendimiento de Matemáticas, Ciencias y Lengua en la Educación Primaria". *Revista de Educación*. Num. 312 (1997) pp.133-144
- [6] A. Latorre, D. del Rincón y J. Arnal. "Bases Metodológicas de la Investigación Educativa". GR92. Cap. 3, 4 y 5. Barcelona 1996
- [7] R. Pérez Juste. "Pedagogía Experimental". U.N.E.D. Cap. 8 y 9. Madrid 1991.

### ANEXO 1: Ejemplo de Objetivos

#### Práctica N°4 : Características de un Transistor Bipolar

1. Diferenciar e identificar los elementos de un transistor bipolar según sea *pnp* o *npn*.
2. Comprender el significado de los parámetros característicos de un transistor tales como: tensiones máximas de funcionamiento, intensidades máximas soportadas, factores de ganancia, potencia máxima disipable, etc.
3. Determinar las características estáticas de salida de un TB construyendo una familia de curvas  $I_C$  en función de  $V_{CE}$ , utilizando  $I_B$  como parámetro.
4. Estudiar y analizar la influencia del circuito exterior al transistor para la realización de las medidas anteriores. Comprender el significado de la recta de carga.
5. Analizar el comportamiento del transistor en la zona lineal y de saturación.
6. Comprobar que no se sobrepasen los límites de disipación máxima del transistor durante las medidas.
7. Dibujar las curvas características sobre papel milimetrado o similar.

## ANEXO 2: Modelo de Test utilizado

### Transistor 1

- 1) Dado un circuito como el utilizado en la obtención de las curvas características del TB, señala la/las respuestas que consideres correctas:
- a) podríamos intercambiar las patillas del colector y la base ya que el montaje resulta simétrico
  - b) podemos intercambiar las patillas de colector y emisor solo si el transistor es pnp
  - c) siempre se pueden intercambiar las patillas de colector y emisor pues el funcionamiento no cambia
  - d) la tensión de colector siempre debe ser positiva respecto al emisor en caso de que el transistor sea npn
  - e) la tensión de colector siempre debe ser positiva respecto al emisor en cualquier caso
- 2) Según el circuito experimental utilizado, la recta de carga:
- a) el valor de  $R_c$  no influye en ella
  - b) el valor de  $R_c$  influye en ella
  - c) depende de la tensión de aliment.  $V_{cc}$
  - d) depende de la corriente máxima que circule por el TB
  - e) depende el valor de  $R_b$  y  $R_b$
- 3) Según las características del TB utilizado, puesto que la  $V_{cc} = +10\text{ V}$ , entonces:
- a) no se sobrepasará nunca la tensión máxima de funcionamiento
  - b) no se sobrepasará la corriente máxima soportada
  - c) no se sobrepasará la potencia máxima disipable
  - d) el factor de ganancia será  $1/3$  de su valor máximo
- 4) En las zonas "planas" (zona activa) de las curvas caracter. halladas, el valor de  $I_c$
- a) es creciente con valores de  $I_b$  crecientes
  - b) es creciente con valores de  $I_b$  decrecientes
  - c) es creciente con valores de  $V_{ce}$  crecientes
  - d) es creciente con valores de  $V_{ce}$  decrecientes
  - e) es independiente de  $V_{ce}$
- 5) Un alumno observa que al variar  $R_c$  entre sus extremos obtiene una variación lineal de  $I_c$  con  $V_{ce}$ , entonces:
- a) está experimentando en la zona de saturación
  - b) debe dejar fija la  $R_c$  y reducir  $I_b$  para poder observar la curva correspondiente
  - c) debe dejar fija la  $R_c$  y aumentar la  $I_b$  para lo mismo
  - d) debe dejar fija la  $I_b$  y reducir la  $R_c$  para observar dicha curva
  - e) debe dejar fija la  $I_b$  y aumentar la  $R_c$  para lo mismo
- 6) En el montaje en emisor común con el TB, la resistencia variable de la base  $R_b$ ...
- a) se fija en un valor de  $20\text{ k}\Omega$  porque es el más conveniente en este caso
  - b) se utiliza para limitar la corriente de base a valores de interés
  - c) se utiliza para medir la corriente de la base
  - d) se elige variable para poder obtener distintas  $I_b$
  - e) se toma de un valor igual a  $R_c$  para simplificar el circuito
  - f) se usa como divisor de tensión para fijar la tensión en la base
- 7) Respecto al colector del TB y el circuito utilizado ...
- a) la resistencia  $R_c$  se usa como divisor de tensión para poder variar  $V_{ce}$
  - b)  $R_c$  sirve para que  $I_c$  no sobrepase el valor máximo especificado
  - c)  $R_c$  se elige de  $1\text{ k}\Omega$  para poder medir la corriente de colector
  - d)  $R_c$  determina la pendiente de la recta de carga
  - e)  $R_c$  determina la pte. de la recta de carga
- 8) Al realizar una cierta curva característica con el TB utilizado en el laboratorio se midió una  $I_c = 80\text{ mA}$  con  $V_{ce} = 6\text{ V}$ :
- a) la resistencia de colector  $R_c$  debe ser  $500\text{ ohmios}$
  - b)  $R_c$  debe ser  $50\text{ ohmios}$
  - c) no tenemos datos para conocer  $R_c$
  - d) podremos obtener el resto de valores de la curva sin dificultad
  - e) la recta de carga cruza la curva de máxima potencia