



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS MEDIANTE RÚBRICAS

En el área de la Electrónica Analógica

- López Sánchez, Jaime¹
jlopez@el.ub.edu
- Miribel i Català, Pedro Luis¹
pmiribel@el.ub.edu
- Colomer i Farrarons, Jordi¹
jcolomer@el.ub.edu
- Carmona Flores, Manuel¹
m.carmona@ub.edu
- Sieiro Córdoba, Javier¹
jsieiro@el.ub.edu
- Ruiz Sánchez, Oscar¹
oruiz@el.ub.edu
- Sánchez Marquez, Gloria Cemelia²
Gloria.Sanchez@uv.es

(1) Universidad de Barcelona
Departamento de Electrónica
C/ Martí i Franquès, 1, 08028, Barcelona, España

(2) Universidad de Valencia
Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales
Avda. Tarongers, 4, 46022, España



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

1. **RESUMEN:** El objetivo del presente trabajo es evaluar las competencias transversales y específicas de las asignaturas del área de la electrónica analógica del grado de Ingeniería Electrónica de Telecomunicaciones. Se han diseñado y utilizado rúbricas como herramienta de evaluación de las actividades asociadas a la adquisición de competencias. Como resultados finales se comenta la opinión del profesorado y la del alumnado referente a la utilización de las rúbricas como elemento evaluador.
2. **ABSTRACT:** The aim of the present work is to evaluate student's capacities in the frame of analog electronics which are scheduled in different subjects in the Bachelor's Degree in Electronics Engineering. In order to evaluate these competencies, which are general skills and specific ones, a system based on rubrics has been designed and implemented. A final discussion about the evaluation system of competencies based on rubrics is presented, from the students and teachers point of view
3. **PALABRAS CLAVE:** Competencias fundamentales, Formación profesional, Matrices de evaluación, Evaluación de competencias, Evaluación formativa, Electrónica analógica. / **KEYWORDS** Core competencies, Professional formation, Assessment rubrics, Competency-based assessment, Formative assessment, Analog Electronics.

4. DESARROLLO:

A partir de la Declaración de Bolonia [1], se hace explícito que la sociedad demanda un nuevo modelo de formación y consecuentemente, un nuevo modelo de resultado de aprendizaje. Desde un punto de vista tradicional, la formación se basa en el concepto de transferencia de conocimiento; mientras que la Convergencia Europea de Educación Superior establece el desarrollo de competencia como el objetivo primordial de una formación integral.

El término 'competencia' se emplea de manera general para indicar que la persona formada tiene cierta capacidad para actuar de manera eficaz en un contexto dado. Se dice que una persona es competente cuando activa y aplica eficazmente todo su acervo de conocimientos



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

y de experiencias para resolver un problema o para llevar a cabo una determinada actividad. Por esta razón, hasta hace poco se concebía una idea de competencia reducida a un conocimiento exclusivamente procedimental o funcional. Ahora, esta concepción es más holística y por ello, la competencia además de integrar el “saber” (conocimientos) y el “saber hacer” (capacidades), integra el “saber ser” (actitudes y valores) [2-4].

Las competencias son las acciones deliberadas que la persona realiza de manera eficaz en un contexto determinado. Son deliberadas porque la persona desde su decisión racional (acervo de conocimientos, acciones instrumentales, reglas de carácter técnico, saber empírico) y decisión estratégica (saber analítico, principios éticos, normas) es consciente de lo que va a hacer y por qué.

En este sentido, aprender a realizar procedimientos en ingeniería sin saber por qué lo hacemos y sin analizar su posible impacto tecnológico, económico, social y ambiental, implica confundir formación profesional con entrenamiento laboral y, nos puede conducir a la formación de operarios que únicamente deben saber ejecutar procedimientos.

Así pues, es nuestro objetivo lograr que la adquisición de conocimientos (conceptos) esté directamente ligada a la aplicación de los mismos desde el desarrollo de actitudes de iniciativa y autonomía, así como desde actitudes críticas y principios éticos de responsabilidad social y ambiental en procura de la bioseguridad y la sostenibilidad. De esta forma, establecemos un vínculo fundamental entre las competencias específicas propias de la asignatura y las competencias genéricas y transversales. Este objetivo sólo se puede conseguir propiciando un cambio en la metodología docente [5-7]. En la concepción de Bolonia, además de coordinar los contenidos dentro de una o varias materias, es necesario coordinar las actividades y las metodologías utilizadas, de forma que el alumnado pueda adquirir las competencias genéricas y específicas de cada materia.

El equipo de trabajo ha desarrollado actividades de aprendizaje para la adquisición de competencias [8] pero se ha detectado la falta de mecanismos de evaluación de estas competencias. Actualmente una forma de evaluar las competencias de tipos transversales



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

como las genéricas es mediante la utilización de matrices de evaluación o rúbricas. En la literatura educativa se pueden encontrar algunos trabajos que ya utilizan matrices para evaluar las competencias adquiridas por los estudiantes en revistas de gran referencia en el área de la innovación docente aplicada a los estudios de ingenierías [9-14].

La frase “dime qué evalúas, y te diré a qué das importancia” [15], muestra que aquellas competencias que no evaluemos carecerán de importancia para nuestros estudiantes y pasarán inadvertidas en la programación y mejora de nuestra actividad docente. De ahí que consideremos esencial poner a prueba formas alternativas de evaluación que permitan que tanto nuestros estudiantes como el propio profesorado dispongamos desde el primer momento del curso con la descripción de las acciones que evidencian el desarrollo de competencias.

a) Objetivos

El objetivo del proyecto es la evaluación de las competencias transversales y específicas de las asignaturas del área de la electrónica analógica mediante matrices de evaluación. En este proyecto participarán 5 asignaturas del grado de Ingeniería Electrónica de Telecomunicación donde sus competencias están reflejadas en su informe VERIFICA.

b) Descripción del Trabajo

Para realizar el trabajo se tiene que tener en cuenta la secuenciación de las asignaturas en el plan de estudios implicadas en el proyecto. Las cuatro primeras asignaturas son convencionales con horas de teoría, problemas y prácticas y la quinta es totalmente experimental donde se busca que el alumnado aplique los conocimientos y las competencias adquiridas anteriormente en el resto de asignaturas. En esta asignatura se aplica la metodología basada en proyectos que facilita trabajar y evaluar gran parte de las competencias reflejadas en el informe VERIFICA.



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

La evaluación de competencias transversales y específicas en el ámbito de la electrónica analógica dentro del grado de Ingeniería Electrónica de Telecomunicación se han diseñado 7 matrices de evaluación:

1. Presentación escrita de ejercicios.
2. Presentación oral.
3. Capacidad de trabajo en un laboratorio electrónico.
4. Diseño e implementación de un sistema electrónico.
5. Prestaciones de un sistema electrónico.
6. Redacción de una memoria técnica.
7. Competencias transversales.

En las cuatro asignaturas teórico-prácticas se han introducidos matrices para evaluar los ejercicios que entregan los alumnos y que posteriormente defienden públicamente. En este sentido se han creado dos rúbricas que evalúan el análisis y la síntesis y la comunicación oral y escrita (rúbricas 1 y 2).

Además se ha diseñado una matriz para evaluar las competencias instrumentales del trabajo de laboratorio de electrónica analógica donde los estudiantes tienen que implementar y caracterizar sistemas electrónicos a partir de la utilización de equipos electrónicos. El trabajo de laboratorio se realiza en grupos de dos para fomentar el aprendizaje entre iguales pero para garantizar que los alumnos consiguen el mismo nivel de estudios se realiza un examen final práctico. Para esta actividad se ha creado la matriz de evaluación, a partir de la cual los alumnos tienen una visión de los que las competencias necesarias en un laboratorio de electrónica analógica y el profesorado puede realizar una evaluación objetiva (rúbrica 3).

En la asignatura más instrumental los alumnos tienen que empezar a trabajar como ingenieros. En esta asignatura es donde necesitamos de forma más clara la utilización de matrices de evaluación. El objetivo de la asignatura es diseñar, implementar, caracterizar y documentar un sistema electrónico orientado a una temática particular. Para fomentar la



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

comprensión de la electrónica con otras materias la aplicación del sistema será en otro área cómo: automoción, medicina, aeronáutica, etc. En este trabajo se valorará la iniciativa y la creatividad en la toma de soluciones teniendo en cuenta criterios de coste, calidad, seguridad, sostenibilidad, principios éticos, impacto social, mejoras funcionales, dimensiones, prestaciones, etc. Para evaluar estas competencias se utilizan 4 matrices de evaluación: Prestaciones de un sistema electrónico; Implementación de un sistema electrónico; Redacción de una memoria técnica; Competencias transversales. Cada rúbrica evalúa una actividad realizada por el estudiante. Esto quiere decir que no hay una relación directa entre matriz de evaluación y competencia. Una matriz puede evaluar varias competencias o una competencia puede ser evaluada por varias matrices. A la hora de diseñar las actividades y las matrices se han intentado evaluar el máximo de competencias del área de electrónica analógica (rúbricas 4-7) [16].

Las rúbricas (figura 1) disponen de varios apartados ponderados según su importancia y disponen de 4 niveles de consecución: elemental, básico, medio y avanzado. En el caso de que en un apartado el alumno obtenga un nivel elemental puede pedírsele que vuelva a trabajar dicha actividad hasta obtener como mínimo el nivel básico.



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

	No treballat o entregat	NIVELL ELEMENTAL 2	NIVELL BÀSIC 4
1. Cost	○	No és la millor qualitat preu i a més no s'ha treballat amb diferents distribuïdors	Hi ha opcions de components més econòmics
2. Qualitat	○	No s'ha fet cap estudi de qualitat	Algun component no és el més adequat
3. Seguretat	○	No s'ha tingut en compte cap aspecte	Falta algun aspecte de seguretat imporant
4. Sostenibilitat	○	No s'ha tingut en compte cap aspecte	Falta algun aspecte de sostenibilitat important
5. Dimensions	○	No s'ha fet cap esforç en aquest àmbit	No són les més adients
6. Funcionalitat	○	Falta alguna prestació rellevant	Falta alguna prestació no rellevant
7. Prestacions	○	Les prestacions no són adequades	Alguna prestació es millorable
8. Impacte social	○	No es comenta l'impacte social	Els comentaris són poc rellevants



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

NIVELL MITJÀ 6	NIVELL AVANÇAT 10	% PUNTUACIÓ	PUNTUACIÓ OBTINGUDA
No s'ha treballat amb diferents distribuïdors	La relació qualitat-preu és òptima i a més s'ha buscat en diferents cases distribuïdores per a obtenir el millor preu.	10%	
Els components són adequats però no s'argumenta	S'argumenta de forma clara que s'han seleccionats els components més idonis per a realitzar l'aplicació	10%	
S'han tingut en compte però no s'argumenten	S'han tingut en compte els aspectes de seguretat per a l'aplicació i s'argumenten de forma clara	10%	
No s'argumenta de forma clara	S'han tingut en compte aspectes de sostenibilitat en especials els referents a cosum i s'argumenten de forma clara	10%	
No s'argumenta de forma clara	Les dimensions del sistema són les més reduïdes possibles i s'argumenten de forma clara	10%	
Disposa de les prestacions demanades	S'aporten millores funcionals al sistema i s'argumenten de forma clara	10%	
No s'esposen de forma clara	Les prestacions electrònics del sistema són les correctes i s'esposen de forma clara (rang de treball, limitacions, etc)	30%	
Els comentaris són correctes però es podrien millorar	S'argumenta de forma clara quin és l'impacte social del sistema implementat	10%	
QUALIFICACIÓ FINAL			

Figura 1: Ejemplo de Matriz de evaluación “Prestaciones de un sistema electrónico” utilizada en la asignatura instrumental.



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

c) Resultados y/o conclusiones

Los resultados obtenidos han sido evaluados con diferentes indicadores: opinión de los profesores y de los alumnos, material generado y posibilidad de evaluar competencias que hasta este momento no se evaluaban.

El primer bloque de indicadores tiene en cuenta la opinión del alumnado y del profesorado: Se han realizado una encuesta a los alumnos en relación a las matrices de evaluación; Se ha evaluado la opinión del profesorado mediante un pequeño debate entre todos los profesores implicados; Se han realizado entrevistas a estudiantes para tener una opinión más directa del alumnado.

Pregunta/Valoración alumnos en las asignaturas	Instrumental	Teórico-prácticas
1. Estoy totalmente satisfecho con esta forma de evaluar	90%	74%
2. Me ha ayudado a entender la evaluación de la asignatura	90%	74%
3. Me ha ayudado a tener más claro el trabajo a realizar	90%	72%
4. La cualificación obtenida ha sido la esperada	90%	74%
5. El nivel elemental no es propio de un estudiante de mi nivel de estudios	63%	62%
6. La descripción que se realiza en cada nivel de competencia sirve de guía para realizar el trabajo de la asignatura	83%	75%
7. La descripción que se realiza en cada nivel de competencia es clara y comprensible	87%	72%

Tabla 1: Encuesta a los estudiantes que han sido evaluados mediante las matrices en la asignatura instrumental y en las asignaturas teórico-prácticas.

En la tabla 1 se aprecia como en general la valoración de las matrices ha sido valoradas positivamente por el alumnado. El apartado con la pregunta “El nivel elemental no es propio de un estudiante de mi nivel de estudios” ha sido el menos valorado pues esta regla obligaba a mejorar la competencia del apartado hasta conseguir un nivel básico como mínimo. En la asignatura instrumental la única forma de evaluación es mediante las rúbricas en cambio en las otras asignaturas es una herramienta más, además en la asignatura instrumental es la última en la que se ha trabajado con las matrices de evaluación haciendo



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

que el alumnado perciba esta herramienta como algo cotidiano. Entendemos que estos condicionantes hacen que la valoración de las matrices de evaluación sea muy positiva en la asignatura instrumental (alrededor del 90%) y positiva en las asignaturas teórico-prácticas (alrededor del 75%).

De forma general tanto alumnado como profesorado han manifestado que la utilización de las matrices para la evaluación es una herramienta muy útil, pues es objetiva y deja de forma clara los aspectos que van a ser evaluados. Las rúbricas han tenido una mayor aceptación en los alumnos de tercer curso, donde realizaban una única actividad basada en proyectos y las matrices evaluaban todo el trabajo realizado en la asignatura. Por otro lado las matrices han tenido menos aceptación en los alumnos de primeros cursos donde las rúbricas sólo se utilizaban para una actividad concreta dentro de la asignatura y el resto tenían una evaluación convencional.

Prácticamente la totalidad de las competencias que se tienen que trabajar en las asignaturas implicadas en el proyecto también se tienen que trabajar en otras asignaturas del grado de Ingeniería Electrónica de Telecomunicación, por este motivo, la experiencia y las rúbricas son transferibles al resto de las asignaturas del grado. Además la utilización de matrices para la evaluación de competencias puede ser aplicada a otras enseñanzas, sobre todo, en estudios de ingenierías y de ciencias experimentales donde se aplica la metodología basada en proyecto y en el caso de la adquisición y evaluación de las competencias transversales son totalmente transferibles.

A partir de la evaluación convencional se trabajaban de forma explícita únicamente el 33% de las competencias de la materia de electrónica analógica. Por contra las matrices de evaluación permiten evaluar el 80% de las competencias. Combinando los dos métodos se han conseguido evaluar el 100% de las competencias del informe verifica asociadas al área de la electrónica analógica del grado de Ingeniería Electrónica de Telecomunicaciones.



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. European Commission. Directorate-General for Education and Culture, “The Bologna Declaration of 1999. Joint declaration of the European Ministers of Education,”, disponible e-mail: http://ec.europa.eu/education/higer-education/doc1290_en.htm.
2. G. Le Boterf, Ingeniería de las Competencias, Barcelona: Gestión, 2001.
3. S. R. Rycken & L. H. Salganik, «A holistic model of competence,» de Key Competencies for a successful life and a well-functioning society, S. Rycken y L. Salganik, Edits., Gottingen, Hogrefe y Huber, 2003, pp. 41-62.
4. D. Beckett, «Holistic Competence: Putting Judgements First,» Asia Pacific Education Review, vol. 9, nº 1, pp. 21-30, 2008.
5. M. Poblete, Seminario Internacional Orientaciones Pedagógicas para la convergencia Europea de Educación Superior, La Enseñanza Basada en Competencias. Competencias Generales, Bilbao, 2003.
6. M. De Miguel, I. J. Alfaro, P. Apodaca, J. M. Arias, E. García, C. Lobato, A. Pérez, Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el marco del EEES. Ediciones Universidad de Oviedo, 2006.
7. J. González & R. Wagenaar, Tuning Educational Structures in Europe. Universidad de Deusto, 2003.
8. Coordinación Vertical del Área de la Electrónica: Aplicación en el Grado de Ingeniería Electrónica de Telecomunicación. P. Miribel-Català, J. López, J. Sieiro, A. Pardo, O. Ruiz, J. Colomer-Farrarons. Coordinación Vertical del Área de la Electrónica: Aplicación en el Grado de Ingeniería Electrónica de Telecomunicación. XX Congreso Universitario de Innovación Educativa en las Enseñanzas Técnicas CUIEET 2012. Las Palmas de Gran Canaria, España, 2012.



MODELOS FLEXIBLES DE FORMACIÓN: UNA RESPUESTA A LAS NECESIDADES ACTUALES

9. M. Besterfield-Sacre, J. Gerchak, M. Lyons, L. J. Shuman, & H. Wolfe, Scoring concept maps: An integrated rubric for assessing engineering education. *Journal of Engineering Education*, vol. 93, nº 2, pp.105-115, 2004.
10. M. Besterfield-Sacre, L. J. Shuman, H. Wolfe, R. M. Clark, & P. Yildirim, Development of a work sampling methodology for behavioral observations: Application to teamwork. *Journal of Engineering Education*, vol. 96, nº 4, pp. 347-357, 2007.
11. H. Diefes-Dux, J. S. Zawojewski, M. A. Hjalmarson, & M. E. Cardella, A framework for analyzing feedback in a formative assessment system for mathematical modeling problems. *Journal of Engineering Education*, vol. 101, nº 2, pp. 375-406, 2012.
12. S. Jiusto & D. DiBiasio, Experiential learning environments: Do they prepare our students to be self-directed, life-long learners? *Journal of Engineering Education*, vol. 95, nº 3, pp. 195-204, 2006.
13. D. Lawton, N. Vye, J. Bransford, E. Sanders, M. Richey, D. French, & Stephens, R. Online learning based on essential concepts and formative assessment. *Journal of Engineering Education*, vol. 101, nº 2, pp. 244-287, 2012.
14. A. Thambyah, On the design of learning outcomes for the undergraduate engineers final year project. *European Journal of Engineering Education*, vol. 36, nº1, pp. 35-46, 2011.
15. D. Gil y A. Vilches, «Que deben saber e saber facer os profesores universitarios,» de *Novos enfoques no ensino universitario*, Universidade de Vigo. Vigo, Tórculo Artes Gráficas, 2008.
16. J. López Sánchez y J. Sieiro Córdoba, *Mátrices de evaluación para la asignatura Laboratorio de Sistemas Electrónicos I del curso 2012-13*. disponible e-mail: <http://hdl.handle.net/2445/51965>