

**EVALUANDO COMPETENCIAS EN FÍSICA MEDIANTE RÚBRICAS****EVALUATING COMPETENCES IN PHYSICS THROUGH RUBRICS****Raquel Ramirez-Vazquez<sup>1</sup>****Isabel Escobar<sup>1</sup>****Enrique Arribas<sup>1</sup>****Maria Teresa Franco<sup>2</sup>****Silvia Maffey<sup>2</sup>****Sarahi Vidales<sup>3</sup>****Jesus Gonzalez-Rubio<sup>1</sup>****Augusto Belendez<sup>4</sup>**

Página | 142

**RESUMEN**

El modelo educativo con enfoque en la formación de competencias, promovido a principios del siglo XXI y que ha tomado un papel muy importante en el proceso enseñanza-aprendizaje en las instituciones educativas de todos los niveles educativos, establece que para el desarrollo armónico del ser humano la educación debe ser integral. La educación basada en competencias está orientada hacia la generación de capacidades en el educando y por ello, la evaluación debe centrarse en éstas, particularmente las que tienen que ver con habilidades para identificar, proyectar, resolver problemas y tomar decisiones. Las rúbricas de evaluación por competencias son una herramienta que permite obtener evidencia de la adquisición de éstas y aplicación del conocimiento fuera del aula. Esto supone un cambio en el escenario escolar, tanto para los profesores, así como también para los estudiantes, quienes deben asumir nuevas funciones, roles y tareas para lograr un aprendizaje basado en competencias genéricas y específicas. En este trabajo se presenta una propuesta de rúbricas para la evaluación por Competencias de Física en el ámbito universitario, específicamente, para evaluar el desarrollo de prácticas de laboratorio. Con este trabajo, se pretende introducir nuevos métodos de evaluación e identificar oportunidades para desarrollar capacidades y evaluar aprendizajes a través de indicadores de progreso. En esta primera fase del proyecto, se ha diseñado una práctica de laboratorio y en conjunto se ha elaborado la rúbrica de evaluación, aplicada a alumnos de Fundamentos Físicos de la Informática en el Grado de Ingeniería Informática de la Escuela Politécnica Superior de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), situada en el campus universitario de Albacete.

**Palabras clave:** Enfoque basado en competencias, rúbrica, enseñanza-aprendizaje y evaluación por competencias.

**ABSTRACT**

The educational model with focus on competency formation, promoted at the beginning of the XXI century and which has taken a very important role in the teaching-learning process in educational institutions of all educational levels, it establishes that for the development of the human being education must be integral. Competency-based education is oriented towards the generation of skills in the student, therefore, the evaluation should focus on these, particularly those that have to do with abilities to identify, project, solve problems and make decisions. The rubrics of competency evaluation are a tool that allows to obtain evidence of the acquisition of these and application of knowledge outside the classroom. This implies a change in the university's scenario, both for the teachers, as well as for the students, who must assume new functions, roles and tasks to achieve a learning based on generic and specific competences. In this work a proposal of rubrics for the evaluation by Physics Competences in the university area is presented, specifically, to evaluate the development of laboratory practices. With this work, it is intended to introduce new assessment methods and identify opportunities to develop skills and evaluate learning through indicators of progress. In this first phase of the project, a laboratory practice has been designed and together the evaluation rubric has been developed, applied to students of Physical Foundations of Informatics in the Degree of Computer Engineering of the Higher Polytechnic School of the University of Castilla -La Mancha (UCLM), located on the university campus of Albacete.

**Keywords:** Competency-based approach, rubric, teaching-learning, and competency assessment.

<sup>1</sup> Universidad de Castilla-La Mancha, Albacete, Spain, [raquel.ramirez5@alu.uclm.es](mailto:raquel.ramirez5@alu.uclm.es), [isabelmaria.escobar@uclm.es](mailto:isabelmaria.escobar@uclm.es), [enrique.arribas@uclm.es](mailto:enrique.arribas@uclm.es), [jesus.gonzalez@uclm.es](mailto:jesus.gonzalez@uclm.es)

<sup>2</sup> Instituto Politécnico Nacional, Mexico City, Mexico, [tfranco\\_esimez@yahoo.com.mx](mailto:tfranco_esimez@yahoo.com.mx), [smaffey@ipn.mx](mailto:smaffey@ipn.mx)

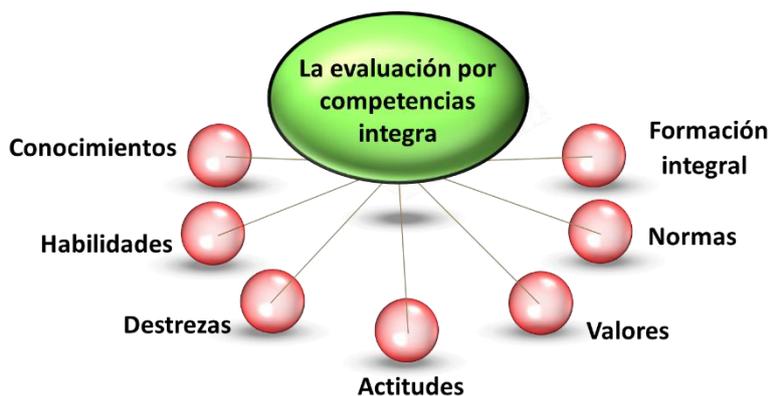
<sup>3</sup> Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Tamazunchale, Mexico, [vidales0723@hotmail.com](mailto:vidales0723@hotmail.com)

<sup>4</sup> Universidad de Alicante, San Vicente del Raspeig, Alicante, Spain, [a.belendez@ua.es](mailto:a.belendez@ua.es)

## 1 INTRODUCCIÓN

La educación por competencias y, con ésta su proceso de evaluación, se convierte en una de las tareas más importantes de los procesos educativos por su utilidad formativa en el aprendizaje de los estudiantes (TEJADA, 2011; GIBBS, 1999; BIGGS, 2004), ya que integra aspectos, (ver Figura 1) que permiten al estudiante una formación integral para enfrentar y dar solución a problemas en el campo laboral (GARCIA- SANZ, 2014).

Página | 143



**Figura 1** – Aspectos de la evaluación por competencias

**Fuente:** Elaboración propia, basado en GARCIA- SANZ, 2014 (2018)

Para demostrar que el estudiante es competente, es necesaria la **evaluación por competencias**, para ello, se requiere el uso de instrumentos adecuados a las competencias que se van a evaluar durante el proceso de formación; y de esta manera, a través de esos instrumentos emitir juicios de valor lo más acertados, preciso, justo y transparente posible (LÓPEZ RUIZ, 2011). Para realizar esta evaluación, pueden utilizarse las llamadas rúbricas, ya que en ellas se definen claramente todos los desempeños a evaluar y los criterios con que se realizará, estableciendo los porcentajes que a cada uno corresponden, a la vez que se especifican los productos entregables y las competencias a demostrar por el estudiante.

La primera rúbrica se remonta a 1912, derivada de un estudio realizado por Noyes, quien necesitaba elaborar un instrumento objetivo para evaluar textos escritos incluyendo indicadores con el mismo significado para todas las personas y lugares. Así es como surge la rúbrica denominada Scale for the Measurement of Quality in English composition by Young People (GARCIA- SANZ, 2014).

Las rúbricas pueden ser de dos tipos, holísticas/globales o analíticas (MERTLER, 2001), y su diferencia es que la primera es muy general y la segunda es más específica, en cuanto a actividades y criterios de evaluación (ALSINA, 2013), ver Figura 2. Hoy en día las rúbricas se han convertido en un instrumento valioso para la evaluación de la adquisición de competencias.



**Figura 2** – Tipos de rúbricas

**Fuente:** Elaboración propia, basado en ALSINA, 2013 (2018)

En este trabajo se presenta una propuesta de rúbrica de tipo analítica para la evaluación por competencias de Física en el ámbito universitario, específicamente, para evaluar el desarrollo de prácticas de laboratorio, con el fin de introducir nuevos métodos de evaluación e identificar oportunidades para desarrollar habilidades y evaluar aprendizajes a través de indicadores de progreso.

En esta primera fase hemos diseñado la rúbrica de una práctica de laboratorio aplicada a estudiantes de Fundamentos Físicos de la Informática en el Grado de Ingeniería Informática de la Escuela Superior Politécnica de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), ubicada en el campus universitario de Albacete; misma que será implementada y que posteriormente se evaluará su impacto.

## 2 MATERIAL Y MÉTODO

Desde el año 2015 se está utilizando la práctica de laboratorio “*Medida del campo magnético de un imán pequeño*” (ARRIBAS, 2015) con los estudiantes de la asignatura Fundamentos Físicos de la Informática que cursan los estudiantes el Grado de Ingeniería Informática de la Escuela Superior de Ingeniería Informática de la Universidad de Castilla-La Mancha (UCLM), ubicada en el campus universitario de Albacete, España. Esta práctica se ha estado utilizado sin el uso de la rúbrica, sin embargo, consideramos

que es importante proporcionar a los estudiantes un instrumento que detalle cada uno de los aspectos a evaluar y una rúbrica cumple ese papel.

El modelo educativo basado en competencias, presente en los diferentes niveles educativos, como un sistema que contribuye en la mejora de la calidad educativa formando estudiantes competentes para solución de problemas. En consecuencia, ha creado en los profesores la necesidad de buscar y diseñar instrumentos de evaluación objetivos como por ejemplo las rúbricas, y en la Universidad de Castilla-La Mancha (como en otras: México) ya se está trabajando con este modelo y es responsable de la formación del profesorado al brindar capacitación sobre cómo implementarse y, en este caso, como debe ser la evaluación por competencias a través del uso de rúbricas.

Cuando se tenga la validación de la rúbrica, se seleccionarán a dos grupos de estudio y a dos profesores del área de física (un profesor para cada grupo), a fin de trabajar con estos dos grupos (A y B) de la siguiente manera:

- El grupo A desarrollará la práctica en el laboratorio de física pero sin proporcionarle la rúbrica de evaluación por competencias y después de ser desarrollada, se solicitará al profesor asignado corregir los resultados de dicha práctica para evaluarla sin ayuda de la rúbrica; una vez que se haya concluido este proceso, se hará una evaluación del grado de dificultad y los niveles de percepción de los estudiantes como solucionadores de la práctica y una evaluación al profesor como responsable de corregirla y asignar una calificación a los estudiantes.
- Con el grupo B, se desarrollará esta misma actividad siguiendo el proceso anteriormente descrito, pero esta vez proporcionado a los estudiantes y al profesor la práctica junto con su rúbrica de evaluación; a fin de que el estudiante la resuelva y el profesor la corrija y asigne una calificación a los estudiantes.

Una vez concluidos estos dos procesos de evaluación, se procederá a valorar el grado de dificultad, niveles de percepción y utilidad del uso de rúbricas tanto con los estudiantes y los profesores. Posteriormente, se realizará un análisis de los resultados de ambas evaluaciones, así como de las calificaciones obtenidas por los estudiantes de cada grupo (A y B), y finalmente un análisis comparativo de ambos grupos de estudio; con el

fin de identificar el impacto que genera la utilización de rúbricas como instrumentos de evaluación por competencias.

### 3 RESULTADOS

A continuación, se presenta la rúbrica de evaluación vinculada a una práctica de laboratorio

#### **RÚBRICA: Medida del campo magnético de un imán pequeño**

##### ➤ Contexto y concepción general del trabajo o actividad

##### **OBJETIVOS:**

Definición de la competencia: Capacidad para calcular la dependencia en la distancia que tiene la componente “x” del campo magnético de un imán pequeño, usando el sensor magnético que llevan incorporado la gran mayoría de los teléfonos móviles “inteligentes”, junto con una aplicación que previamente hay que instalar; analizar y reflexionar sobre el desarrollo de la práctica y uso del smartphone en un laboratorio de Física.

*Componentes de la competencia que se quieren movilizar.*

- Los datos de la distancia al smartphone y del valor del campo magnético **x(cm)**

##### **y B(μT)**

- Ajuste por mínimos cuadrados **y = mx + b**
- Valor del exponente **n** de la variable x, correctamente expresado con su error
- Valor de **μ**, momento magnético con su error absoluto y unidades
- Realización correcta de la gráfica **B frente a x**
- Realización correcta de la **gráfica logarítmica** adecuada
- Análisis y respuesta a cuatro preguntas sobre la práctica del smartphone

*Evidencia que proporcionará la actividad o el dispositivo de evaluación sobre el desarrollo de la competencia.*

- Datos (valores) **x(cm)** y **B(μT)**
- Ajuste por mínimos cuadrados **y = mx + b**
- Valor del exponente **n**
- Valor de **μ**
- Gráfica **B vs x**

- Gráfica **logarítmica**

- Resposta a las 4 preguntas

➤ **Atributos de desarrollo óptimo agrupados en torno a dimensiones o componentes del trabajo o actividad.**

*Inventario de cualidades que debería tener para demostrar un desarrollo óptimo.*

- Comprensión y observación para poder tomar los datos
- Análisis y cálculo de valores
- Reflexión para obtener conclusiones

*Organizar por dimensiones del trabajo o actividad.*

1: Comprensión y observación para la toma de datos

- Los datos experimentales adquiridos en el laboratorio **x(cm)** y **B(μT)**
- 2: Análisis y cálculo de valores
- Ajuste por mínimos cuadrados **y = mx + b**
- Valor del exponente **n** de la variable **x**, bien expresado con su error absoluto
- Valor de **μ**, con su error absoluto y unidades
- Realización correcta de la gráfica **B vs x**
- Realización correcta de la gráfica **logarítmica**

3: Reflexión para obtener conclusiones

- Análisis y respuesta a las cuatro preguntas sobre la práctica del smartphone

**MATERIALES:**

- Un Smartphone que tenga el sensor magnético,
- Una aplicación capaz de mostrar las tres componentes del campo magnético medido por el magnetómetro, instalada en el smartphone
- Una regla que permita medir en centímetros
- Una hoja de papel, tamaño A4
- Un imán de nevera (pequeño y potente)
- Un ordenador
- Programa Excel

**PREGUNTAS SOBRE LA PRÁCTICA DEL SMARTPHONE**

1. ¿Por qué hay que colocar el imán con su cabeza orientada al polo Norte?
2. ¿Por qué el exponente de la variable x debe ser negativo?

3. ¿Cómo mejorarías esta práctica?

4. ¿Qué opinas de la introducción de los smartphones en el laboratorio de Física del Grado de Física?

Una vez terminada la práctica y tras haber reflexionado y contestado las cuatro preguntas, es necesario redactar una **conclusión** que incluya: **el impacto que tiene la práctica sobre los aprendizajes previos, aquellos que se han puesto en marcha y los que se han desarrollado para dar respuesta a las exigencias de aprendizaje de esta actividad; además, hay que mencionar qué han aprendido y cómo lo han aprendido.**

- Escala para valorar el nivel alcanzado en cada dimensión, categoría, o indicador y descriptores de cada nivel.

**Nivel A: Sobresaliente** = Apto sin modificaciones (valor 10).

**Nivel B: Notable** = Apto con alguna pequeña observación sin modificaciones (valor 8).

**Nivel C: Bien** = Apto con alguna observación con modificaciones (valor 6).

**Nivel D: Insuficiente** = No apto con importantes modificaciones (valor 3).

**Nivel E: Muy deficiente** = No apto, modificación completa de la actividad (valor 0) o no presentó.

Esta actividad tiene un valor de 10 puntos, que es la calificación máxima de esta práctica. En la Tabla 1, se muestra la **rúbrica** de tipo **analítica** para su respectiva evaluación.

Tabla 1 – Rúbrica sobre la medida del Campo Magnético de un imán pequeño

ASPECTOS O CRITERIOS PARA EVALUAR		NIVELES DE EVALUACIÓN CUALITATIVA/CUANTITATIVA					OBSERVACIONES
DIMENSIÓN	SUBDIMENSIÓN	Nivel E: Muy Deficiente Calificación 0	Nivel D: Insuficiente Calificación 3	Nivel C: Bien Calificación 6	Nivel B: Notable Calificación 8	Nivel A: Sobresaliente Calificación 10	
Comprensión y observación para la toma de datos	Datos de las variables a medir $x(\text{cm})$ y $B(\mu\text{T})$	En la tabla no se muestra ninguno de los 16 valores de estas dos variables: o no fue entregado el trabajo. (0 puntos)	En la tabla se muestran incorrectamente los 16 valores de estas dos variables. (0.2 puntos)	En la tabla se muestran correctamente solo 5 valores de estas dos variables. (0.6 puntos)	En la tabla se muestran correctamente solo 8 valores de estas dos variables. (0.8 puntos)	En la tabla se muestran correctamente los 16 valores de estas dos variables. (1 punto)	
	Ajuste por mínimos cuadrados $y = mx + b$	No se muestra el valor de la recta de ajuste por mínimos cuadrados $y = mx + b$ , o no fue entregado el trabajo. (0 puntos)	Muestra correctamente sólo 1 de estos valores: $m, \epsilon_a(m), b, \epsilon_a(b), r$ de la recta de ajuste por mínimos cuadrados $y = mx + b$ (0.6 puntos)	Muestra correctamente sólo 2 de estos valores: $m, \epsilon_a(m), b, \epsilon_a(b), r$ de la recta de ajuste por mínimos cuadrados $y = mx + b$ (1.2 punto)	Muestra correctamente sólo 3 de estos valores: $m, \epsilon_a(m), b, \epsilon_a(b), r$ de la recta de ajuste por mínimos cuadrados $y = mx + b$ (1.7 puntos)	Muestra correctamente los 5 valores: $m, \epsilon_a(m), b, \epsilon_a(b), r$ de la recta de ajuste por mínimos cuadrados $y = mx + b$ (2 puntos)	
	Valor del exponente $n$	No obtiene ni el valor del exponente $n$ , ni su correspondiente error, o no fue entregado el trabajo. (0 puntos)	Obtiene incorrectamente el valor del exponente $n$ , sin calcular el error (0.4 puntos)	Obtiene correctamente el valor del exponente $n$ , pero calcula mal su error (0.7 puntos)	Obtiene correctamente tanto el valor del exponente $n$ , como su error, pero los expresa incorrectamente (0.8 puntos)	Obtiene correctamente tanto el valor del exponente $n$ , como su error, y los expresa correctamente (1 punto)	
Análisis y cálculo de valores	Valor del momento magnético $\mu$	No obtiene ni el valor del exponente $\mu$ , ni su correspondiente error, o no fue entregado el trabajo. (0 puntos)	Obtiene incorrectamente el valor del exponente $\mu$ , sin calcular el error (0.4 puntos)	Obtiene correctamente el valor del exponente $\mu$ , pero calcula mal su error (0.7 puntos)	Obtiene correctamente tanto el valor del exponente $\mu$ , como su error, pero los expresa incorrectamente (0.8 puntos)	Obtiene correctamente tanto el valor del exponente $\mu$ , como su error, y los expresa correctamente (1 punto)	
	Grafica $B$ vs $x$	No muestra los puntos experimentales ni la gráfica, o no fue entregado el trabajo. (0 puntos)	Muestra incorrectamente los puntos experimentales en la gráfica uniéndolos por segmentos (0.3 puntos)	Muestra correctamente la gráfica sin especificar claramente los puntos experimentales (0.6 punto)	Muestra correctamente los puntos experimentales en la gráfica, pero no especifica los ejes (0.8 puntos)	Muestra correctamente los puntos experimentales en la gráfica, con sus correspondientes ejes (1 punto)	
Reflexión para obtener conclusiones	Respuesta a las 4 preguntas	No muestra los puntos experimentales ni la gráfica $\log$ , o no fue entregado el trabajo. (0 puntos)	Muestra incorrectamente los puntos experimentales en la gráfica $\log$ uniéndolos por segmentos (0.6 puntos)	Muestra correctamente la gráfica $\log$ , sin especificar claramente los puntos experimentales (1.2 punto)	Muestra correctamente los puntos experimentales en la gráfica $\log$ , pero no especifica los ejes (1.6 puntos)	Muestra correctamente los puntos experimentales en la gráfica $\log$ , con sus correspondientes ejes (2 puntos)	
		No responde ninguna pregunta ni da la conclusión, o no fue entregado el trabajo. (0 puntos)	Responde concretamente solo 1 pregunta. y la conclusión (0.5 puntos)	Responde concretamente solo 2 preguntas y la conclusión (1 punto)	Responde concretamente solo 3 preguntas y la conclusión (1.5 puntos)	Responde concretamente las 4 preguntas y la conclusión (2 puntos)	

Fuente: Elaboración propia, noviembre (2017)

La interpretación de los niveles de evaluación, quedan de la siguiente manera:

**Nivel A: Sobresaliente** = Apto sin modificaciones (valor 10).

**Nivel B: Notable** = Apto con alguna pequeña observación sin modificaciones (valor 8).

**Nivel C: Bien** = Apto con alguna observación con modificaciones (valor 6).

**Nivel D: Insuficiente** = No apto con importantes modificaciones (valor 3).

**Nivel E: Muy deficiente** = No apto, modificación completa de la actividad (valor 0), o no presentó.

#### 4 CONCLUSIONES

Los conocimientos y competencias deben ser evaluados y evidenciados con la ayuda de instrumentos de evaluación objetivos y transparentes, las rúbricas son una buena opción; aunque también, se debe hacer constar que las rúbricas no son una varita mágica, sino más bien, son un apoyo y guía que muestran indicadores, criterios y niveles de desempeño que permiten tanto al profesor como al estudiante, evidenciar el logro de objetivos y competencias adquiridas.

Como en la enseñanza activa, con la implementación del enfoque en competencias se busca contribuir en la mejora de la calidad educativa, garantizando que el estudiante sea competente en su área de estudio y capaz de dar solución a los problemas que se le presenten en el campo laboral; es una educación centrada en el estudiante, en la que el estudiante integra cinco saberes vinculados con conocimientos (saber), habilidades (saber hacer), actitudes (saber estar), valores (saber ser) y transferencia (saber enseñar y/o aplicar).

La eficacia de este modelo y de la evaluación depende del involucramiento de las dos partes fundamentales en el proceso enseñanza-aprendizaje, del profesor y del estudiante, ya que es un sistema formativo y compartido en el que cada quien debe hacerse responsable y asumir su rol; ya que en este tipo de aprendizaje se trata de hacer más conscientes a los estudiantes sobre cuál es su nivel de competencias, de cómo resuelven las tareas y, sobre todo, qué puntos fuertes deben potenciar y qué puntos débiles deben corregir para enfrentarse a situaciones de aprendizaje futuras.

Consideramos necesario evaluar su implementación y resultados que se obtengan al ser utilizadas, tal y como se propone en el presente trabajo. Al acabar el próximo curso ya tendremos datos para poder evaluar la utilidad, o no, de esta rúbrica.

#### REFERENCIAS

TEJADA, J. **La evaluación de las competencias en contextos no formales: dispositivos e instrumentos de evaluación.** Revista de Educación, 354, 731-745, 2011.

GIBBS, G. **Using assessment strategically to change the way students learn.** In S. Brown y A. Glasner (Eds) *Assessment Matters in Higher Education: Choosing and Using Diversity Approaches* (pp. 41- 53). Buckingham: Open University Press, 1999.

BIGGS, J.B. **Teaching for Quality Learning at University.** Madrid: Narcea, 2004.

GARCIA- SANZ, M.P. **La evaluación de competencias en Educación Superior mediante rúbricas: un caso práctico.** Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 17 (1), 87- 06. DOI: <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.17.1.198861>, 2014

LÓPEZ-RUIZ, J.I. **Un giro copernicano en la enseñanza universitaria: formación por competencias.** Revista de Educación, 356, 279- 301, 2011

Página | 151

MERTLER, C.A. **Designing scoring rubrics for your classroom.** Practical Assessment, Research & Evaluation, 7(25). Recuperado del sitio <http://pareonline.net/getvn.asp?v=7&n=25>, 2001.

ALSINA, J. (Coord.). **Rúbricas para la evaluación de competencias.** Barcelona: ICE y Octaedro, 2013.

ARRIBAS E., Escobar, I., Suarez, C.P., Najera A. and Belendez, A. **“Measurement of the magnetic field of small magnets with a smartphone: a very economical laboratory practice for introductory physics courses”.** European Journal of Physics, 36(6) 065002. doi: 10.1088/01430807/36/6/065002, 2015

**Submetido em: 23 de abril de 2018**

**Aprovado em: 25 de maio de 2018**