

Rúbricas para evaluar la competencia específica: aplicar el método científico en laboratorios

Cadenato Ana; Martínez María; Graells Moises; Beatriz Amante,
Jordana Josep, Gorchs Roser, Salán M.Núria, Grau M.Dolors,
Gallego Isabel, Pérez María José

Instituto de Ciencias de La Educación (ICE-UPC).
Universidad Politécnica de Cataluña, Edificio Vèrtex (Campus Nord)
Pza. Eusebi Güell 6, 08034 Barcelona, España
cadenato@mmt.upc.edu

Resumen

En la presente comunicación se explica cómo se han llegado a definir rúbricas como instrumentos de evaluación tras un trabajo de equipo que identificó y definió la competencia específica “*Aplicar el método científico en los laboratorios de Ciencia y Tecnología*”, concretando sus componentes (Medir, Experimentar, Modelizar, Proyectar, Decidir) y estableciendo cuatro niveles competenciales.

La integración de esta competencia comporta un cambio en el diseño de actividades formativas y el replanteamiento de la metodología docente en los tres momentos claves: *pre-laboratorio*, *durante-laboratorio* y *post-laboratorio*, con el objetivo de conseguir una mayor implicación y motivación del alumnado que adquiere un rol más activo en su propio proceso de aprendizaje.

Las rúbricas han sido concebidas para evaluar de forma objetiva la calidad de un trabajo empleándose en un amplio rango de actividades. Se han elaborado para los cuatro niveles competenciales y para cada componente de la competencia, cubriendo así la premisa de que la evaluación ha de tener una finalidad formativa a lo largo de todo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Palabras Clave: Rúbrica; laboratorios de ciencias y tecnología; evaluación.

Abstract

This notice explains how rubrics have become an assessment tool after its identification by a team which defined the specific competence "Apply the scientific method in the laboratories of science and technology", specifying its components (Measure, Experiment, Modelling, Project, Decide) and establishing four levels of competence.

The integration of this competence results in a change in the design of training activities and the reconsideration of the teaching methodology in the three key moments: *pre-lab* during-lab and *post-lab*, with the aim of ensuring greater involvement and motivation of the students who take a more active role in their own learning process.

The rubrics are designed to objectively assess the quality of a work used in a wide range of activities. They have been developed for four levels of competence and for each component of the competence, covering the premise that assessment should have a formative purpose throughout the process of teaching and learning.

Keywords: Rubric; Science and Technology Laboratory, Assessment.

1. Introducción

La existencia de una falta de integración de los laboratorios de ciencias y tecnología en el contexto de los estudios universitarios es a menudo objeto de estudio y debate en comunicaciones del ámbito de la innovación docente, hasta el punto de cuestionar la eficacia de las actividades de laboratorio en el proceso de aprendizaje del alumnado en titulaciones universitarias de ingeniería, que por otra parte son muy necesarias [1,2].

En este escenario, un conjunto del profesorado, mayoritariamente de la UPC, llegó a consensuar una solución que incrementase significativamente la calidad del aprendizaje en los laboratorios de ciencia y tecnología llegándose a la definición de una única competencia específica propia de este ámbito: *“Aplicar el método científico para la resolución de problemas en los laboratorios del ámbito de Ciencias y Tecnología”* desarrollada en el proyecto realizado para la Agencia para la Calidad del sistema Universitario de Cataluña (AQU)[3,4].

En esta comunicación, se presenta la propuesta de rúbricas elaboradas para la evaluación del grado de adquisición del nivel competencial para la competencia específica desarrollado durante el trabajo realizado en los diferentes laboratorios del ámbito de Ciencias y Tecnología.

2. Objetivos

El objetivo principal de esta comunicación es proporcionar al profesorado rúbricas para evaluar las actividades que permitan desarrollar la competencia específica *“Aplicar el método científico en los laboratorios de Ciencias y Tecnología”*.

Los pasos seguidos en el proceso han sido los siguientes:

- Definir los componentes de la competencia específica.
- Establecer niveles competenciales para cada uno de los componentes.
- Planificar actividades para integrar la competencia de forma progresiva.
- Proponer rúbricas de corrección para cada componente y nivel competencial.

3. Descripción

La competencia definida es coherente con el nuevo paradigma de enseñanza-aprendizaje en los laboratorios[5] en los que los laboratorios o aulas prácticas se convierten en un entorno de aprendizaje, a diferencia de la visión “convencional” de los laboratorios como lugares a los que el alumnado acude para adquirir habilidades (manuales o mecánicas) en el uso de diferentes equipos y para validar conceptos teóricos conocidos previamente, condiciones que producen un aprendizaje poco significativo y que no garantiza preparación para la resolución de nuevos problemas o situaciones. De esta manera, se replantea el laboratorio como el lugar ideal de escenificación de situaciones que permita obtener información y generación de conocimientos, necesarios para tomar decisiones y resolver problemas [6].

Para facilitar la comprensión, incorporación, desarrollo y evaluación de la competencia, específica se han definido una serie de componentes y elementos que los componen y se recogen en la Tabla 1. Sin embargo no siempre todos se darán en el mismo orden ni con la misma intensidad [3].

Tabla 1: Componentes y elementos de la competencia específica “Aplicar el método científico para la resolución de problemas en los laboratorios del ámbito de ciencias y tecnología”

Componentes	Elementos
Medir/Adquirir	<ul style="list-style-type: none"> • Adquirir datos, experimentales o de cualquier otra índole. • Registrar y documentar, de forma sistemática y fiable, datos, resultados y condiciones del experimento. • Expresar correctamente datos y resultados. • Utilizar herramientas o instrumentos necesarios para la realización de experimentos calibrados previamente.
Experimentar	<ul style="list-style-type: none"> • Plantear y comprobar hipótesis. • Aplicar técnicas instrumentales u operaciones básicas de laboratorio. • Planificar, diseñar, y ejecutar experimentos, prototipos, protocolos y/o investigaciones de carácter científico-tecnológico. • Gestionar los datos obtenidos, representándolos y analizándolos correctamente. • Analizar datos estadísticamente y valorar la fiabilidad de los resultados obtenidos.
Modelizar	<ul style="list-style-type: none"> • Proponer, plantear y escoger modelos matemáticos (analíticos y/o numéricos) que describan los resultados experimentales. • Calcular o estimar los parámetros del modelo escogido y ajustarlo con los datos. Establecer los límites del modelo, analizando y discutiendo la validez de los modelos (capacidad de extrapolación y de interpolación, influencia de factores o variables externas, etc.). • Validar o verificar, mediante la observación/experimentación, los modelos propuestos.
Proyectar/Predecir	<ul style="list-style-type: none"> • Utilizar el modelo obtenido para hacer predicciones, simulaciones y cálculos en casos de interés. • Establecer la confianza o estabilidad de la predicción. • Optimizar los medios para la ejecución del experimento o investigación. • Argumentar los resultados y extraer conclusiones.
Decidir	<ul style="list-style-type: none"> • Asumir riesgos en función de la confianza en el modelo y las predicciones. • Tomar decisiones en función de las conclusiones y de la viabilidad (técnica, económica, etc.) de las propuestas. • Comunicar, exponer y defender las conclusiones y decisiones tomadas.

Dado que no se plantea, en ningún momento, que la Competencia específica definida se pueda adquirir de manera automática, se definen unos niveles competenciales o de complejidad para garantizar la implementación de la competencia de manera progresiva, tal y como el alumnado avanza en su proceso de aprendizaje, mediante actividades adaptadas y centradas en dicho proceso.

En la Figura 1 se muestra los cuatro niveles competenciales definidos para dicha competencia y dos de los cinco componentes: Adquirir y Decidir [3].

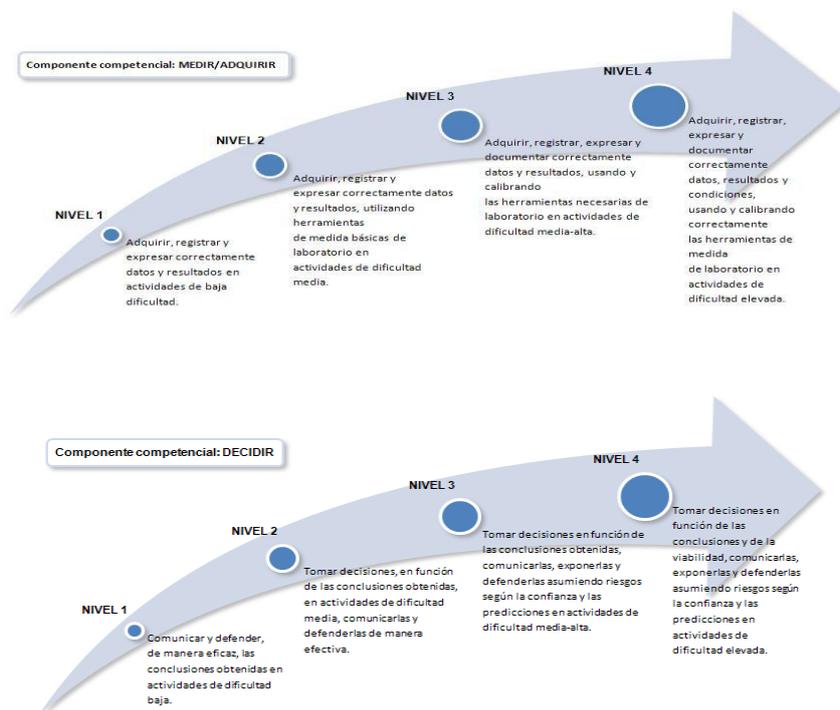


Figura 1. Niveles competenciales de dos componentes de la competencia específica

Respecto a las actividades de aprendizaje, es muy importante definir al principio la planificación y el diseño de éstas, de manera que garanticen la adquisición gradual de los objetivos formativos y el nivel competencial definido en el marco de la asignatura. Es importante especificar cómo contribuye dicha actividad al proceso de aprendizaje del alumnado y asegurar su coherencia con la metodología docente y el sistema de evaluación [7].

En la Figura 2 se puede ver un ejemplo de planificación de actividades del curso para una asignatura de nivel 3 en función del componente y el momento de la actividad. Se puede observar que para este nivel al final del proceso están integrados todos los componentes y la proporción de *post* laboratorio es elevada

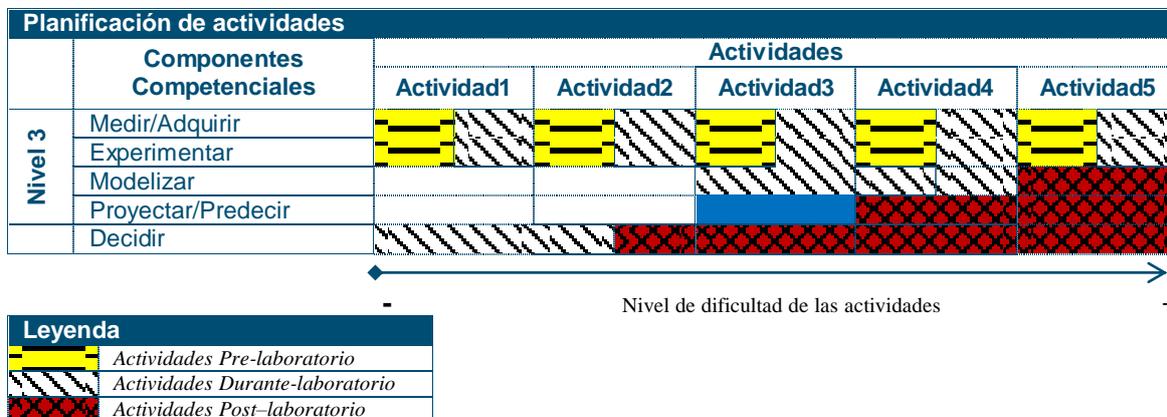


Figura 2. Ejemplo de planificación de actividades para la asignatura nivel competencial 3.

Los momentos pre y post-laboratorio son un elemento clave en el aprendizaje ya que además de potenciar el trabajo autónomo del alumnado permiten aumentar el rendimiento de las sesiones de laboratorio y consolidar conocimientos [8, 9]. Además de diseñar y planificar actividades a lo largo del proceso formativo para integrar la competencia específica de forma gradual es fundamental tener en consideración la serie de actividades de evaluación que permitan desarrollar y observar las competencias, evidencias de los resultados de aprendizaje durante el proceso de formación de cada alumno/a, los instrumentos de evaluación que permitan recoger información sobre el grado competencial logrado, los sistemas de retroalimentación de calidad que permitan al alumnado conocer en qué momento del proceso formativo se encuentra y reorientarlo si es el caso [10,11].

Los instrumentos de evaluación son las herramientas y apoyos que el/la docente utiliza para la recogida de información obtenida a partir de las evidencias y que es relevante para el análisis del grado de consecución de las competencias por parte del alumnado. Cabe destacar que los instrumentos más significativos y utilizados para la recogida de información sobre la competencia específica en los laboratorios de Ciencias y Tecnología, son las rúbricas o criterios de calidad [3,12].

A continuación en la Figura 3 se muestra las rúbricas de evaluación de los niveles 1 y 4 para el primer y último componente. Se pueden consultar las rúbricas para los cuatro niveles en el documento completo [3].

Componente de la competencia	Nivel 1	Bien asimilada	Asimilada	Poco asimilada	No asimilada
Medir/Adquirir	Adquirir, registrar, expresar correctamente datos, resultados en actividades de dificultad baja	Se han adquirido, registrado, expresado y documentado correctamente los datos y los resultados	Se han adquirido y registrado correctamente datos y resultados pero no se han expresado correctamente	Se han adquirido, correctamente datos y resultados pero no se han registrado o no se han expresado correctamente	No se han adquirido, correctamente los datos
Decidir	Comunicar y defender de manera efectiva las conclusiones obtenidas en actividades de dificultad baja	Se han comunicado, y defendido efectivamente las conclusiones obtenidas	En general, la comunicación ha sido correcta, pero alguna parte de la defensa no ha sido clara	Se ha de mejorar tanto la comunicación como la defensa de las conclusiones	No se han entendido ni defendido la mayor parte de las conclusiones

Componente de la competencia	Nivel 4	Bien asimilada	Asimilada	Poco asimilada	No asimilada
Medir/Adquirir	Adquirir, registrar, expresar correctamente datos, resultados y condiciones, utilizando y calibrando correctamente las herramientas de medida de laboratorio en actividades de dificultad elevada	Se han adquirido, registrado, expresado y documentado correctamente datos, resultados y condiciones, utilizando y calibrando correctamente las herramientas de medida de laboratorio en actividades de dificultad elevada	Se han adquirido, registrado, expresado y documentado los datos, resultados y las condiciones, pero o el calibrado de las herramientas de medida del laboratorio no ha sido correcto o bien no se han identificado las fuentes de información	Se han adquirido, registrado y expresado correctamente los datos, resultados y las condiciones, pero la documentación elaborada no se ha interpretado ni sintetizado	Se han adquirido, registrado y expresado correctamente los datos, resultados y condiciones, pero en general, en la documentación, no se ha seleccionado la información relevante
Decidir	Tomar decisiones en función de las conclusiones y de su viabilidad, comunicarlas, exponerlas y defenderlas, asumiendo riesgos según la confianza y las predicciones	Se han tomado decisiones correctas en función de las conclusiones y de su viabilidad técnica o económica. También se han comunicado, expuesto y defendido, y se han asumido riesgos según la confianza y las predicciones	Las decisiones se han tomado en función de las conclusiones y de su viabilidad, aunque se han de mejorar. Se han comunicado y defendido, y se han asumido riesgos según la confianza y las predicciones.	Las decisiones se han tomado en función de las conclusiones, teniendo en cuenta su viabilidad, aunque de forma muy incompleta. Se han comunicado, defendido y se han asumido riesgos según la confianza y las predicciones	Las decisiones se han tomado en función de las conclusiones, pero sin tener en cuenta su viabilidad. La comunicación y la defensa se han realizado asumiendo riesgos según la confianza y las predicciones

Figura 3. Ejemplos de rúbrica para 2 componentes en los niveles 1 y 4.

Mediante estos instrumentos lo que se pretende es definir, de forma general, una serie de indicadores a partir de los cuales se puede valorar el grado de adquisición del nivel competencial para la competencia específica del ámbito de los laboratorios de Ciencia y Tecnología. Sin embargo, en su aplicación real en el aula hará falta que el profesorado adapte estos indicadores teniendo en cuenta las características de su materia e integre, a la vez, los conocimientos y las actitudes o los valores propios de la disciplina.

4. Conclusiones

- Se han definido cinco componentes de la competencia específica: Medir, Experimentar, Modelizar, Proyectar, Decidir.
- Se han establecido cuatro niveles competenciales para cada componente de forma que el profesorado pueda trabajar en los laboratorios de Ciencia y Tecnología, adaptando cada uno de los ítems planteados a cada nivel a las características de la asignatura, actividad, grupo de alumnado, etc..
- Se aconseja planificar actividades para integrar la competencia de forma progresiva, pudiendo trabajar diferentes niveles competenciales en función del componente de que se trate.
- Se han propuesto rúbricas de corrección para cada componente y nivel competencial que pueden servir para la elaboración de cuestionarios, escalas, etc., de autoevaluación y de coevaluación eficaces, siempre que estén orientadas al alumnado y a su capacidad de evaluación

Agradecimientos

Grupos de interés: GRAPA y GrEDiQ creados dentro del proyecto RIMA (Recerca i Innovació en Metodologies d'Aprenentatge) del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la UPC. <http://www.upc.edu/rima/grups>

Proyecto: “Elaboración de guías de evaluación de competencias en el marco de los procesos de acreditación de titulaciones universitarias oficiales en Cataluña” Convocatoria Resolución diciembre 2007, Agencia para la Calidad del sistema Universitario de Cataluña (AQU).

http://www.aqu.cat/publicacions/guies_competencies/guia_laboratoris.html

Referencias Bibliográficas

1. Hofstein, A. y Mamlok-Naaman, R. (2007). The laboratory in science education: the state of the art. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 8(2), pp.105-107.
2. Bennet, S.W. y O'Neale, K. (1998). Skills development and practical work in chemistry, *Univ. Chem. Educ.*, 2(2), pp. 58-62.
3. Agencia per a la Qualitat del sistema Universitari de Catalunya, AQU(2009). *Guia para la evaluación de competencias en los laboratorios en el ámbito de Ciencias y Tecnología*.
http://www.aqu.cat/publicacions/guies_competencies/guia_laboratoris.html [consulta Mayo 2010].
4. Martínez, M. Graells, M. y col. (2009). Cómo aplicar el método científico en los laboratorios de ciencias y tecnología, XVII Congreso Universitario de

- Innovación Educativa en Enseñanzas Técnicas (XVII CUIEET) Valencia, 15-18 septiembre.
5. Blanco, A. Prieto, L. Morales, P. Torre J. (2008). *La enseñanza universitaria entrada en el aprendizaje*, Barcelona: Octaedro.
 6. Graells, M.; Pérez-Moya, M. Proyecto PEEEQ-UPC, Consell Social (2007). Barcelona. Romagraf.
 7. BIGGS, J. (2006). *Calidad del aprendizaje universitario. Cómo aprenden los estudiantes*. Madrid: Narcea.
 8. Fiesel L.D. y Rosa, A.J. (2005). The role of the laboratory in undergraduate engineering education, *Journal of Engineering Education* 121-129.
 9. Llorens-Molina, J.A. (2008). Design and assessment of an online Prelab model in general chemistry a case study, *Journal of the Research Center for Educational Technology*, 4(2), 15-31.
 10. ICE UPC (2008). *L'avaluació en el marc de l'Espai Europeu d'Educació Superior (EEES), Monografico*. http://www.upc.edu/ice/portal-de-recursos/publicacions_ice/monografics-ice [consulta Mayo 2010]
 11. Villardon, L. (2006) Evaluación del aprendizaje para promover el desarrollo de competencias. *Edu. siglo XXI: Rev. de la Facultad de Educación*. 24, 57. <http://www.um.es/ojs/index.php/educatio/article/view/153> [consulta Mayo 2010]
 12. RUBISTAR,. Disponible a:< <http://rubistar.4teachers.org/index.php/> [consulta Mayo 2010].