

DESARROLLO DE UN MÉTODO PARA LA EVALUACIÓN DE LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS Y SU COMPARACIÓN CON EL SISTEMA TRADICIONAL DE EVALUACIÓN EN ASIGNATURAS DEL GRADO DE QUÍMICA

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR THE EVALUATION OF COMPETENCES ACQUISITION AND ITS COMPARISON WITH THE TRADITIONAL EVALUATION SYSTEM IN SUBJECTS OF CHEMISTRY DEGREE

Manuel Blázquez Ruiz*, Feliciano Priego Capote**,
Guadalupe Sánchez Obrero, M^a del Mar Delgado Povedano
*qflblrum@uco.es, **q72prcaf@uco.es

Received: 29/06/2018

Accepted: 30/10/2018

Resumen

Un aspecto diferencial de la enseñanza de Grado en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES), recogido en el Marco Español de Cualificaciones (MECES), es la definición de programas formativos que implican conocimientos y competencias. En este trabajo se han preparado rúbricas para evaluar las competencias a adquirir por el alumnado en dos asignaturas del Grado en Química. Las rúbricas diseñadas permiten dividir el conjunto de competencias en elementos diferenciados que se pueden evaluar diseñando y seleccionando actividades apropiadas. En esta herramienta se definen indicadores escalados para determinar el nivel alcanzado en cada competencia. Los resultados obtenidos con la aplicación de las rúbricas han sido correlacionados con los obtenidos en la evaluación habitual. Se propone así un método de trabajo flexible y dinámico para mejorar el proceso de evaluación.

Palabras clave: Competencias, evaluación, rúbricas, sistema tradicional, grado de química

Abstract

A differential aspect of the teaching of Degree in the European Higher Education Area (EHEA), included in the Spanish Qualifications Framework (MECES), is the definition of training programs that involve knowledge and skills. In this paper, rubrics have been prepared to evaluate the competences to be acquired by the students in two subjects of the Degree in Chemistry. The designed rubrics allow dividing the set of competences into differentiated elements that can be evaluated by designing and selecting appropriate activities. In this tool, scaled indicators are defined to determine the level reached in each competence. The results obtained with the application of the rubrics has been correlated with those obtained in the usual evaluation. A work method that is flexible and dynamic to improve the evaluation process is proposed.

Keywords: Competencies, evaluation, rubrics, traditional system, chemistry degree

1. INTRODUCCIÓN

Un aspecto diferencial de la enseñanza de Grado en el marco del Espacio Europeo de Enseñanza Superior (EEES) es la definición de un programa formativo que implica conocimiento y competencias frente a la definición única de conocimientos específicos como se estructuraba en el plan de estudios de Licenciatura en nuestro sistema nacional.

Por ello, en el Grado es importante tomar conciencia de la importancia que en el nuevo paradigma docente tienen las competencias, en paralelo con los conocimientos, que va a adquirir el estudiante en las diferentes asignaturas de los cursos y del propio Grado. Conocer el nivel de formación que el alumnado adquiere en el proceso formativo, y en particular, durante el desarrollo de las actividades docentes es crucial.

A esto hay que añadir que en la estructura del Grado se distinguen tres elementos importantes: el bloque de asignaturas básicas, el bloque nuclear (asignaturas troncales y obligatorias) y el bloque de asignaturas optativas. Dentro de estos bloques se configuran las materias y las asignaturas del plan de estudios con los contenidos específicos para que el estudiante adquiera una formación básica, fundamental y de carácter generalista.

La evaluación de los conocimientos adquiridos y la formación del estudiante siempre suscitan debate en relación con la tipología de materias, tipología docente, tipo de prueba, ejercicios, grado de experimentación, etc. En este sentido, los planes de estudios de Grado, y su definición a través de un documento Verifica, según establece el RD 1393/2007 de ordenación de las Enseñanzas Universitarias, introduce características novedosas que deben ser tenidas en cuenta. Entre estas características, se contempla la citada conjunción de conocimientos y competencias como elemento esencial, y otras como la movilidad, el reconocimiento y transferencia, las prácticas externas y el trabajo fin de grado, que sin duda permiten una mayor flexibilidad, portabilidad y equivalencia con estudios desarrollados en otros escenarios nacionales e internacionales, académicos y profesionales.

Para alcanzar las competencias que establece el Marco Español de Cualificaciones de Enseñanza Superior (MECES) en su nivel dos, correspondiente al Grado, es muy importante la coordinación horizontal y vertical en el desarrollo de los programas formativos y en la evaluación de estos. Todo ello tutelado por un sistema de garantía de calidad que permita una mejora continua.

Pero, sin duda, por encima de todas estas cuestiones, un problema esencial sigue siendo la evaluación de los estudiantes con un sistema lo más objetivo y transparente posible que permita su reconocimiento, contraste y transferencia. Además, es crucial que permita garantizar a los empleadores de estos futuros egresados, que además de conocimientos específicos hayan adquirido competencias con un nivel adecuado como contempla el plan de estudios. Estas competencias son esenciales para la adaptación a entornos profesionales que se desarrollan rápida y constantemente.

En la formación y en la evaluación de nuestros estudiantes actuales debemos tener presente que es posible que una gran parte de su carrera la desempeñen en profesiones que aún no existen y que se descubrirán y se desarrollarán, dentro de una década o más, posiblemente. Por tanto, a todo lo anterior hay que añadir que entre las competencias que adquieran, la principal debe ser “aprender a aprender” de forma que puedan desempeñar un trabajo profesional a lo largo de la vida. En el presente proyecto se acomete el desarrollo de un sistema de evaluación de materias de Química Analítica y de Química Física como una contribución a la innovación docente en el proceso de evaluación de competencias a través de rúbricas específicas, con definición de indicadores objetivos y la utilización de alguna herramienta programable para el desarrollo y ejecución de las pruebas. Se configura esta evaluación como un sistema integral que permita asimismo la comparación y la correlación entre elementos formativos del sistema actual y el planteado como innovación docente.

La rúbrica es una herramienta potente para evaluar cualquier tipo de actividad periódica o programada debido a su flexibilidad. Estas permiten dividir el conjunto de competencias que se desean evaluar en elementos diferenciados formando un conjunto de subcompetencias que se corresponden con actividades más simples o elementales [1]

La formulación de estas subcompetencias e indicadores es flexible porque permite su adaptación a asignaturas, materias, módulos y al propio plan de estudio en su conjunto. Además, en una misma asignatura se puede poner el foco en capacidades, habilidades o destrezas específicas para detectar puntos débiles y fuertes para una retroalimentación en el proceso formativo y en la mejora de la programación y el rendimiento.

La evaluación fundada en competencias es un aspecto esencial en el paradigma docente en el que se desarrolla el espacio europeo de enseñanza superior. Esta evaluación complementaria como base de un proceso de mejora continua debería aportar una graduación de competencias adquiridas por los alumnos, y por tanto, se configura como una herramienta importante.

No obstante, la evaluación no finaliza con la construcción de la rúbrica. Más bien al contrario, necesita del diseño de pruebas específicas que permitan ejecutar las actividades que se desean tomar como referencia para el seguimiento de los indicadores definidos en la rúbrica para cada competencia o subcompetencia. Además, debe ser algo dinámico y sistemático que necesita de un análisis preciso para ir seleccionando pruebas e indicadores que sean significativos y adaptables a la tipología de asignatura, grupo docente (gran grupo, seminario, laboratorio experimental, aula informática, etc.). El esfuerzo debe ser concentrado en el diseño, ejecución y extracción de resultados que conduzcan a la evaluación, sin sustituir el esfuerzo y el trabajo del estudiante.

2. OBJETIVOS

El objetivo general del presente proyecto ha sido aportar al Grado de Química [2] una nueva herramienta para reducir la subjetividad en la evaluación de competencias del título y facilitar la coordinación entre el profesorado que imparte una asignatura, compartiendo criterios y mejorando, en definitiva, la evaluación. Como herramienta básica se utilizará la rúbrica adaptada a las competencias del título de Química que se trabajan en asignaturas de Química Analítica [3] y de Química Física [4].

Los objetivos específicos del proyecto han sido:

- 1- Diseñar rúbricas para la evaluación de la adquisición de competencias de asignaturas de Química Analítica y de Química Física del Grado de Química.
- 2- Implantar esta herramienta en la parte práctica y teórica de asignaturas de segundo curso y tercer curso del Grado de Química.
- 3- Valorar la evaluación de la adquisición de competencias mediante las rúbricas implantadas.
- 4- Estudiar la correlación entre el sistema planteado y el sistema actual de evaluación.

3. METODOLOGÍA

3.1 ASIGNATURAS.

La primera asignatura seleccionada es Técnicas Analíticas de Separación (TAS). Esta asignatura pertenece al área de Química Analítica. TAS se imparte en el segundo curso del Grado de Química, durante el segundo cuatrimestre en la Universidad de Córdoba. La asignatura se divide en tres partes, teoría (70%), seminarios (20%) y prácticas (10%), como recoge la guía docente [3]. En este caso, se ha evaluado la parte de contenido experimental que se desarrolla en el laboratorio en grupos docentes pequeños.

En el curso académico 2017/2018 se han matriculado 109 alumnos en la asignatura TAS. La parte práctica de la asignatura consiste en la realización de 3 prácticas. Cada una de estas prácticas se lleva a cabo en 2 secciones de 3 horas (6 horas), en las cuales los alumnos deben seguir los pasos que guía un protocolo de prácticas. Sólo una de estas prácticas se ha elegido para llevar a cabo el experimento. Los alumnos fueron divididos en grupos pequeños de entre 5 y 10 personas y realizaron las prácticas por turnos en diferentes días. En cada turno trabaja uno de los grupos (5-10), el cual se dividía en dos, por lo que cada día trabajan dos grupos de entre 2 y 5 personas. De los 109 alumnos, sólo 46 debían realizar la parte práctica de la asignatura ya que el resto habían aprobado esta parte en cursos académicos anteriores.

La segunda asignatura seleccionada es Ampliación de Química Física (AQF). Esta asignatura pertenece al área de Química Física. AQF se imparte en el tercer curso del Grado de Química durante el segundo cuatrimestre en la Universidad de Córdoba. AQF se divide en tres partes: teoría (gran grupo) (60%), seminarios (20%) y prácticas (20%). En este caso, de acuerdo con la guía docente [4] de la asignatura se han evaluado las competencias en el conjunto de actividades docentes. Es decir, en la actividad docente en el gran grupo, en los grupos de seminario y en los grupos de laboratorio.

En el curso académico 2017/18 se han matriculado 63 alumnos en AQF, de los que 57 son alumnos propios de la asignatura, y el resto, participan en programas de intercambio. Las clases teóricas se desarrollan a lo largo del cuatrimestre en aula con el gran grupo. Con la asignatura se pretende que el alumno adquiera conocimientos y competencias de la materia de Química Física, en los bloques de espectroscopía molecular, fenómenos de transporte, fotoquímica, electrolitos e interfases electrificadas, macromoléculas y coloides. Los seminarios se imparten a lo largo del cuatrimestre en 9 semanas en sesiones semanales de 2 horas. Para esta actividad se subdivide el gran grupo en tres subgrupos o grupos de seminario para abordar de forma interactiva diversas cuestiones teóricas y prácticas potenciando el estudio, la reflexión y el análisis de modelos y sus fundamentos teóricos para la aplicación a sistemas moleculares. Se hace especial énfasis en la relación entre lo macroscópico y lo molecular. Las prácticas de laboratorio se llevan a cabo en tres sesiones de tres horas cada una. Cada alumno hace una práctica experimental en el laboratorio de forma individual y una práctica en el aula de informática utilizando un programa de cálculo para aplicar los modelos estudiados a los sistemas moleculares. Los alumnos de un curso anterior no están obligados a repetir las actividades de seminario o de prácticas si las tienen superadas en un curso anterior. En estos casos la actividad es voluntaria si desean mejorar los conocimientos y la calificación. De los 57 alumnos matriculados, 29 han realizado todas las actividades de la asignatura en el presente curso. El resto por razones diversas han realizado solo algunas de las actividades por lo que la población estadística se ha limitado a los primeros.

3.2 SISTEMA DE EVALUACIÓN ACTUAL.

El sistema de evaluación actual de la parte práctica de la asignatura TAS se subdivide en tres partes. La primera parte supone un 50% de la nota, y las otras dos partes suponen un 25% cada una, sobre un total de 10 puntos. La primera parte se refiere a la asistencia a la parte práctica más la entrega del informe de resultados, con un valor de 5 sobre 10 (50%). La segunda es la nota del informe individual que tiene un peso del 25%, lo que supone un 2,5 sobre 10 en el caso de tener la máxima puntuación en esta parte. Por último, la tercera parte es un examen corto que también tiene un peso de un 25% en la nota final. Asimismo, la nota del informe se divide en 4 partes, condiciones experimentales (15%), estándares de identificación (25%), estándares de cuantificación (30%) y concentración de aditivos en la muestra (30%). Por otra parte, hay que indicar que el examen de prácticas, que se hace de forma conjunta con el de teoría, consiste en seis preguntas (dos preguntas de cada práctica). Como nos hemos centrado en una de las prácticas, sólo sus preguntas han sido tenidas en cuenta. Las dos preguntas tienen el mismo valor.

El sistema de evaluación actual de la asignatura AQF se divide en tres partes: contenidos teóricos, seminarios y prácticas de laboratorio. La calificación de la primera parte supone un 60% de la nota en la evaluación global, y las otras dos partes suponen un 20% cada una. La evaluación global implica que para poder superar la asignatura se deben alcanzar al menos 3.5 puntos sobre 10 en la calificación de cada una de las partes. La calificación de cada parte puede contener uno o varios elementos, en sí mismo. Para superar la asignatura se debe alcanzar un 5.0 o valor superior sobre 10 al hacer la media ponderada teniendo en cuenta el peso relativo de cada apartado. Si no es así, se indica al alumno qué parte debe superar en una próxima convocatoria o matrícula. La calificación de la parte teórica se obtiene mediante examen escrito que consta de teoría (cuestiones breves) y problemas (ejercicios numéricos) con un peso del 50% cada parte. La calificación de seminario se basa en el trabajo que se desarrolla a lo largo del curso en el grupo reducido y en particular con los ejercicios escritos individuales programados, o en la participación, en el seminario. Por otra parte, como la asistencia a los seminarios es de carácter obligatorio esta tiene un peso del 50% en la calificación. La calificación de las prácticas de laboratorio se hace con base en el trabajo individual del alumno. La práctica consta de un trabajo experimental individual y de la preparación de una memoria describiendo experimentos, observaciones, medidas, cálculos, resultados y conclusiones. La calificación de cada práctica tiene dos partes, el trabajo de laboratorio y la memoria de prácticas siendo su peso relativo del 50%. El grupo de laboratorio se subdivide en dos grupos pequeños uno de los cuales desarrolla la práctica experimental en el laboratorio y el otro la desarrolla en un aula de informática simulando propiedades de sistemas moleculares con modelos teóricos. De esta forma se complementan las tres partes de la asignatura. La calificación global de las prácticas consta por tanto de tres elementos (25% trabajo experimental, 25% memoria de la práctica, 50% cálculos de propiedades moleculares).

3.3 SISTEMA DE EVALUACION POR COMPETENCIAS.

La evaluación de adquisición de competencias de la parte práctica de TAS consiste en el diseño de una rúbrica para evaluar las seis competencias incluidas en el plan docente de la asignatura [3] y que se identifican de forma directa con la parte práctica. Estas son: CB5, capacidad para la gestión de datos y la generación de información/conocimiento; CE3, principios y procedimientos usados en el análisis químico y en la caracterización de los compuestos químicos; CE23, competencia para evaluar, interpretar y sintetizar datos e información química; CE28, habilidad para llevar a cabo procedimientos estándares de laboratorio implicados en trabajos analíticos y sintéticos, en relación con sistemas orgánicos e inorgánicos; CE30, habilidad para manejar instrumentación química estándar, como la que se utiliza para investigaciones estructurales y separaciones; y CE31, interpretación de datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio en términos de su significación y de las teorías que la sustentan. Todas estas competencias, recogidas en la Tabla 1, fueron divididas en dos apartados de evaluación a excepción de la CE30. La división quedó de la siguiente forma: CB5-1, capacidad para la gestión de datos; CB5-2, capacidad para la generación de información/conocimiento; CE3-1, principios y procedimientos usados en el análisis químico; CE3-2, principios y procedimientos usados en la caracterización de los compuestos químicos; CE23-1, competencia para evaluar datos e información química; CE23-2, competencia para interpretar y sintetizar datos e información química; CE28-1, habilidad para llevar a cabo procedimientos estándares de laboratorio; CE28-2, implicación en trabajos analíticos y sintéticos; CE31-1, interpretación de datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio; y CE31-2, justificación de datos anómalos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio.

Los indicadores para estimar si cada apartado o subcompetencia había sido adquirido fueron también desarrollados, los cuales tomaron valores entre 1 y 4, siendo 1 poco adquirida, 2 bien adquirida, 3 muy bien adquirida y 4 excelente. Esto se traduce en que una puntuación de 1 es indicadora de que el alumno no ha asimilado de forma adecuada dicha subcompetencia, mientras que un valor de 4 permite identificar que el alumno está totalmente capacitado para su desarrollo. Cada subcompetencia suponía un 9% de la nota final de la rúbrica, excepto para la CE30 que suponía un 10%. La nota final oscila entre 1 y 4 dependiendo de las competencias adquiridas.

En la asignatura AQF se diseña también una rúbrica para evaluar las competencias del título adscritas a la asignatura [4] como recoge la guía docente y el verificación del Grado de Química [2]. Se propone la evaluación de las competencias en las tres partes de la asignatura: teoría, seminario y prácticas de laboratorio. Para este proyecto se han seleccionado dos competencias básicas y se ha hecho una distribución de las competencias específicas por su mayor significado, a priori, con las partes diferenciadas de la asignatura. Las competencias propuestas son: básicas (CB6, CB10) y específicas (CE4, CE14, CE21, CE22, CE23, CE24, CE30, CE31) que se recogen en la Tabla 2. En este caso, se ha optado por formular un solo indicador por competencia limitado a aspectos concretos de la asignatura. En la práctica habitual se podría proceder con mayor detalle en la formulación. Para cada competencia se podrían formular varias subcompetencias e indicadores para un análisis más preciso [1]. La sistemática en el diseño, formulación, análisis, y reformulación de indicadores puede conducir al desarrollo de criterios para la definición de rúbricas con estructuras robustas o flexibles según los objetivos y el contexto.

En este caso, cada competencia tiene un mismo peso en la evaluación y los indicadores correspondientes tienen cuatro niveles (1, 2, 3 y 4) con el significado ya descrito para la otra asignatura. Las competencias evaluadas son las siguientes: contenidos teóricos (CB6, CB10, CE4, CE14, CE21, CE22, CE23, CE31), seminarios (CB6, CB10, CE4, CE14, CE21, CE22, CE23, CE24), prácticas de laboratorio (CE22, CE24, CE30, CE31). El peso de cada competencia resulta así del 12.5%, 12.5% y 25% para teoría, seminarios y prácticas de laboratorio, respectivamente. La nota global oscila entre 1 y 4 según el grado de competencia adquirido.

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.

En ambas asignaturas se ha usado el análisis de correlación de Pearson (R) para medir el grado de relación entre el sistema de evaluación actual y sus diferentes bloques, y el sistema de evaluación de adquisición de competencias propuesto, tanto de forma general, como con las competencias de forma individual. Además, en la asignatura TAS, se usó el diagrama de cajas para visualizar el grado de adquisición de competencias en función del tamaño de los grupos de trabajo. En la asignatura AQF se ha procedido a la evaluación de competencias sobre actividades realizadas por los alumnos de forma individual. No obstante, en otros cursos académicos, y dependiendo de la población, si han sido necesarias diferentes agrupaciones de laboratorio o de seminarios, lo que podría requerir en su caso un análisis para discriminar el efecto del tamaño de grupo como se ha citado.

Tabla 1. Rúbrica TAS

Categoría (competencia)	Indicador	Escala de calificación				CP*
		1 (poco)	2 (bueno)	3 (muy bueno)	4 (excelente)	
CB5 (18%)	Capacidad para la gestión de datos (9%)	No es capaz de gestionar los datos, se limita a recopilarlos.	Es capaz de gestionar los datos, pero de forma incompleta y/o comete errores.	Es capaz de gestionar los datos, pero lo hace con algún error.	Es capaz de mostrar originalidad al gestionar los datos y lo hace adecuadamente, por ejemplo, estructurándolos en esquemas.	
	Capacidad para la generación de información/conocimiento (9%)	No es capaz de generar información, se limita a visualizar los datos.	Es capaz de generar información, aunque comete errores sustanciales.	Es capaz de generar información, pero comete algún error.	Es capaz de generar información correctamente y asimilarla, lo que le permite adquirir un conocimiento que le habilita para tomar decisiones	
CE3 (18%)	Principios y procedimientos usados en el análisis químico (9%)	No usa principios ni procedimientos en el análisis cuantitativo de los compuestos químicos.	Usa algún principio y/o procedimiento en el análisis cuantitativo de los compuestos, pero no usa el correcto o no lo hace de forma idónea.	Usa principios y/o procedimientos en el análisis cuantitativo de los compuestos, pero comete algún error.	Usa principios y procedimientos adecuados en el análisis cuantitativo de los compuestos y los ejecuta convenientemente.	
	Principios y procedimientos usados en la caracterización de los compuestos químicos (9%)	No usa principios ni procedimientos en el análisis cualitativo de los compuestos químicos.	Usa algún principio y/o procedimiento en el análisis cuantitativo de los compuestos, pero no usa el correcto o no lo hace de forma idónea.	Usa principios y/o procedimientos en el análisis cualitativo de los compuestos, pero comete algún error.	Usa principios y procedimientos adecuados en la caracterización de los compuestos químicos y los ejecuta convenientemente.	
CE23 (18%)	Competencia para evaluar datos e información química (9%)	No es capaz de evaluar los datos.	Evalúa los datos, aunque los valora de forma errónea.	Evalúa los datos, aunque la información que genera la valora de forma errónea.	Evalúa adecuadamente los datos y la información que previamente ha generado de los mismos.	
	Competencia para interpretar y sintetizar datos e información química (9%)	No es capaz de interpretar los datos, se limita a recopilarlos.	Es capaz de interpretar los datos, pero comete errores.	Es capaz de interpretar los datos, pero no de sintetizar la información generada.	Es capaz de interpretar los datos y sintetizar la información generada de esta interpretación de forma correcta.	
CE28 (18%)	Habilidad para llevar a cabo procedimientos estándares de laboratorio (9%)	No lleva a cabo los procedimientos estándares de laboratorio.	Lleva a cabo los procedimientos estándares, pero lo hace con dificultad y comete errores.	Lleva a cabo los procedimientos estándares fácilmente, pero comete algún error.	Lleva a cabo los procedimientos estándares de laboratorio correctamente y con facilidad, es decir, lo hace hábilmente.	
	Implicación en trabajos analíticos y sintéticos (9%)	No se compromete con el trabajo.	Le cuesta implicarse en el trabajo analítico.	Gestiona completamente el trabajo analítico, aunque comete algún error.	Muestra compromiso personal en todos los aspectos vinculados al trabajo analítico y lo gestiona correctamente.	
CE30 (10%)	Habilidad para manejar instrumentación química estándar (10%)	No maneja ninguna instrumentación química estándar.	Maneja instrumentación química, pero lo hace con dificultad y comete errores al usarlo.	Maneja instrumentación química fácilmente, pero comete algún error al hacerlo.	Maneja instrumentación química correctamente y con facilidad, es decir, lo hace hábilmente.	
CE31 (18%)	Interpretación de datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio (9%)	No interpreta los datos procedentes de medidas en el laboratorio.	Interpreta algunos datos procedentes de medidas en el laboratorio, pero comete errores.	Interpreta los datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio, aunque comete algún error.	Interpreta los datos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio de forma idónea.	
	Justificación de datos anómalos procedentes de observaciones y medidas en el laboratorio (9%)	No es capaz de reconocer ni justificar datos anómalos obtenidos en el laboratorio.	Es capaz de reconocer los datos anómalos obtenidos, pero comete errores sustanciales al justificarlos.	Es capaz de justificar los datos anómalos, pero comete algún error al hacerlo.	Es capaz de justificar adecuadamente los datos anómalos obtenidos en el laboratorio.	
Calificación total:						

Categoría (competencia)	Indicador	Escala de calificación			
		1 (Poco)	2 (Bueno)	3 (Muy bueno)	4 (Excelente)
CB6	Capacidad de resolución de ejercicios y problemas.	No demuestra capacidad para resolver problemas.	Demuestra capacidad para la resolución de problemas, pero no de forma idónea o con errores.	Demuestra capacidad de resolución de problemas con algún error.	Demuestra capacidad de resolución de problemas de forma adecuada.
CB10	Aprendizaje autónomo y formulación de preguntas.	No demuestra capacidad de autoaprendizaje. Tiene dificultades serias.	Demuestra capacidad de autoaprendizaje, pero tiene errores conceptuales.	Demuestra capacidad de autoaprendizaje con algún error.	Demuestra capacidad de autoaprendizaje de forma adecuada.
CE4	Demostrar conocimiento en las técnicas de investigación estructural (espectroscopia).	No demuestra conocimiento en las técnicas de investigación estructural.	Demuestra conocimiento en las técnicas, pero no de forma idónea o con errores.	Demuestra conocimiento de las técnicas de investigación estructural, pero con algún error.	Demuestra capacidad para usar adecuadamente las técnicas de investigación estructural.
CE14	Capacidad para relacionar propiedades macroscópicas y propiedades moleculares.	No demuestra capacidad para relacionar propiedades macroscópicas y propiedades moleculares.	Demuestra capacidad para relacionar propiedades macroscópicas y moleculares con errores.	Demuestra capacidad para relacionar propiedades macroscópicas y moleculares con algún error.	Demuestra capacidades para relacionar propiedades macroscópicas y moleculares adecuadamente.
CE21	Principios y teorías para comprender los procesos químicos.	No demuestra conocimientos ni comprensión de hechos esenciales en química.	Demuestra conocimientos y comprensión de hechos esenciales en química con errores conceptuales.	Demuestra conocimientos y comprensión de hechos esenciales en química con algún error.	Es capaz de demostrar conocimientos y comprensión de hechos esenciales en química adecuadamente.
CE22	Habilidad para resolver cualitativamente o cuantitativamente problemas químicos utilizando conocimientos y modelos.	No demuestra capacidad para aplicar conocimientos y modelos en la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos	Demuestra capacidad para aplicar conocimientos y modelos en la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos, pero comete errores.	Demuestra capacidad para aplicar conocimientos y modelos en la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos, pero comete algún error.	Demuestra capacidad para aplicar conocimientos y modelos en la resolución de problemas cualitativos y cuantitativos de forma adecuada.
CE23	Capacidad para sintetizar, valorar e interpretar la información química.	No demuestra capacidad para valorar, interpretar y sintetizar datos e información química.	Demuestra capacidad para valorar, interpretar y sintetizar datos e información química, pero con errores.	Demuestra capacidad para valorar, interpretar y sintetizar datos e información química, pero con algún error.	Demuestra capacidad para valorar, interpretar y sintetizar datos e información química de forma adecuada.
CE24	Habilidad para reconocer y aplicar buenas prácticas en el trabajo científico	No demuestra capacidad para reconocer y llevar a cabo buenas prácticas en el trabajo científico.	Demuestra capacidad para reconocer y llevar a cabo buenas prácticas en el trabajo científico, pero a veces con errores	Demuestra capacidad para valorar, interpretar y sintetizar datos e información química con algún error.	Demuestra capacidad para valorar, interpretar y sintetizar datos e información química de forma adecuada.
CE30	Habilidad para manejar instrumentación científica relacionada con estructura y propiedades moleculares.	No demuestra habilidad para manejar instrumentación química estándar.	Demuestra habilidad para manejar instrumentación química estándar, pero a veces no de forma adecuada.	Demuestra habilidad para manejar instrumentación química estándar, pero con algún error	Demuestra habilidad para manejar instrumentación química estándar de forma adecuada
CE31	Interpretación de observaciones y medidas de laboratorio con base en su significado y las teorías que los sustentan.	No demuestra capacidad para interpretar observaciones y datos experimentales con base en su significado y las teorías que lo sustentan.	Demuestra capacidad para interpretar observaciones y datos experimentales con base en su significado y las teorías que lo sustentan con errores.	Demuestra capacidad para interpretar observaciones y datos experimentales con base en su significado y las teorías que lo sustentan con algún error.	Demuestra capacidad para interpretar observaciones y datos experimentales con base en su significado y las teorías que lo sustentan de forma adecuada.

Tabla 2. Rúbrica AQF

4. RESULTADOS OBTENIDOS

4.1 SISTEMAS DE EVALUACIÓN.

Para la asignatura TAS se muestra en la tabla 3 un resumen de las calificaciones obtenidas con el sistema de rúbrica (marcado en color verde), en los diferentes bloques del sistema actual, y la nota final. Se llevó a cabo un análisis estadístico

para encontrar relaciones entre ambos tipos de evaluación. Sin embargo, no se encontró ninguna relación entre el sistema de evaluación propuesto y la evaluación actual.

Tabla 3. Descriptivos de los diferentes tipos de evaluación y sus partes (TAS)

Evaluación	Mín	Máx	Media	Desviación	N	% Nota final
Rúbrica Prácticas Lab	1.00	4.00	2.55	0.88	44	-
Asistencia + entrega informe Prácticas Lab	10.00	10	10.00	0.00	44	50
Examen Prácticas Lab	0.00	10	7.31	3.00	39	25
Informe Prácticas Lab	8.00	10	8.73	0.58	44	25
Calificación Final Prácticas Lab	7.25	10	8.86	0.93	44	100

Sí se encontró una fuerte correlación positiva ($p < 0.001$, $R > 0.97$) entre la nota del examen y la nota final, lo que quiere decir que esta prueba tiene una incidencia claramente significativa en la calificación final, lo que no ocurre con la nota del informe. Este hecho podría ser debido a la actual distribución de las partes que conforman la nota final y a la variabilidad en las puntuaciones asignadas. Actualmente, la calificación de mayor peso la tiene la asistencia y entrega del informe (5), la cual es invariable, porque todos los alumnos asistieron y entregaron el informe. La nota del informe tuvo un valor de 8.73 ± 0.58 lo que indica que hay poca variabilidad. Esta variabilidad se asocia al tipo de tarea puesto que el informe generalmente se rellena de forma conjunta entre todos los miembros de cada subgrupo de prácticas. Por tanto, hay poca diferenciación entre los alumnos y no se reconoce la implicación entre ellos. Sin embargo, la nota del examen tuvo un valor de 7.31 ± 3.00 lo que supone una variabilidad bastante notable. Esta variabilidad viene marcada porque se trata de una prueba individual donde el alumno tiene que demostrar que ha asimilado los conceptos implicados en la sesión práctica. Por tanto, es la nota del examen la que marca en mayor medida la calificación final de la práctica.

Para la asignatura AQF se muestra en la Tabla 4 un resumen de las calificaciones obtenidas con el sistema de rúbrica (marcada en color verde) en cada parte de la asignatura, y las calificaciones correspondientes con el sistema actual. El resultado del análisis estadístico para encontrar correlaciones entre ambos tipos de evaluación resulta variado. En el sistema actual se observa correlación positiva entre las tres partes citadas: seminarios (AD), prácticas (PL) y examen final (EF). Se obtiene correlación moderada para PL vs AD ($R=0.52$), PL vs EF ($R=0.53$) y AD vs EF ($R=0.60$). Por otra parte, se observa correlación positiva más alta entre estas partes y la calificación del curso (CC). Así se obtienen las correlaciones PL vs CC ($R=0.68$), AD vs CC ($R=0.74$), EF vs CC ($R=0.96$) que muestran correlación positiva en todos los casos y claramente significativa entre la nota del examen final y la calificación de curso. A esta calificación de curso, si el alumno ha superado la asignatura con 5.0 o superior, se le adiciona hasta un punto según asistencia y participación en el programa "Complementa" de la Facultad de Ciencias, para obtener la calificación final (CF). Esta correlación que se mantiene aproximadamente en el mismo valor (EF vs CF, $R=0.94$) apunta a que los alumnos que superan la asignatura con las pruebas establecidas asisten en gran medida a clase y participan en programas formativos de carácter científico programados por el Centro para su formación.

Tabla 4. Resultados de la evaluación por competencias y por el sistema actual (AQF)

Evaluación	Mín	Máx	Media	Desviación	N	% Nota final
Rúbrica Teoría	1.00	4.00	2.02	0.82	29	-
Rúbrica Seminarios	1.00	4.00	1.62	0.98	27	-
Rúbrica Prácticas Lab	1.00	4.00	3.52	0.64	29	-
Examen	1.20	6.40	3.54	1.48	29	60
Seminario	1.80	8.00	5.53	1.32	29	20
Laboratorio	5.00	9.80	8.08	1.21	29	20
Calificación Curso	2.10	6.80	4.80	1.24	29	100
Calificación Final	2.10	7.70	5.10	1.52	29	Acta

4.2 RELACIÓN ENTRE EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS Y EVALUACIÓN ACTUAL.

Para la asignatura TAS se llevó a cabo un análisis estadístico para encontrar relaciones entre las competencias de forma individual y el sistema de evaluación actual para ver si alguna de ellas queda reflejada en la calificación final. Sin embargo, no se encontró relación. Ninguna de las competencias estudiadas (CB5, CE3, CE23, CE28, CE30 y CE 31) se asocia a la nota final obtenida mediante el sistema de evaluación actual. Sin embargo, como cabías esperar, cada una de estas competencias sí se asocian ($p < 0.001$) a la nota obtenida mediante rúbrica. Además, existe una fuerte relación ($R > 0.6$) entre cada una de ellas y

la evaluación propuesta, lo que quiere decir que cuanto mejor adquiriera las competencias el alumno, mayor nota va a obtener en el sistema de evaluación propuesto.

Para la asignatura AQF se llevó a cabo un análisis estadístico para explorar las posibles relaciones entre las competencias formuladas, su reflejo en la calificación final por competencias, y su relación con el sistema actual de evaluación. Para cada una de las partes de la asignatura se estudió la correlación entre las competencias individuales evaluadas y la evaluación por competencias de la parte en cuestión. En este sentido para los contenidos teóricos se encontraron correlaciones en un intervalo de 0.5 a 0.9, siendo las más significativas la correlación CB6 ($R=0.9$), CE14 ($R=0.7$) y CE22 ($R=0.7$), CE31 ($R=0.7$). Por su parte, para las actividades dirigidas en seminario, se encontró una correlación significativa entre cuatro de las competencias formuladas y la evaluación del citado bloque. Para CB6, CB10, CB23 y CB24 ($R=0.9$). El resto de las competencias muestra una correlación $R=0.6$. Una situación similar se encontró para las prácticas de laboratorio. Las competencias CE24 y CE32 muestran una correlación alta ($R=0.9$) y CE22 ($R=0.8$). Por último, se aprecia una correlación significativa entre la evaluación por competencias de la asignatura y las calificaciones de curso y finales obtenidas por el método actual ($R=0.86$), en ambos casos. Estos resultados muestran, por tanto, que en el sistema actual se recogen implícitamente las competencias adquiridas por los estudiantes. No obstante, este análisis apunta hacia la necesidad de trabajar en el diseño y aplicación de rúbricas específicas [5] para adaptar la evaluación del alumno al nuevo paradigma docente y al mismo tiempo, disponer de herramientas para rediseñar las actividades docentes en los programas formativos mejorando así los conocimientos y competencias de los alumnos.

4.3. INFLUENCIA DEL TAMAÑO DE GRUPO DE TRABAJO EN LA EVALUACIÓN POR COMPETENCIAS:

En la asignatura TAS, los 44 alumnos que asistieron a las prácticas fueron divididos en grupos de trabajo de 2, 3, 4 ó 5 alumnos, y se comparó la nota que obtuvieron tras el sistema de evaluación de competencias adquiridas mediante rúbricas con el número de alumnos que componía cada grupo de trabajo. Estos alumnos fueron divididos de la siguiente forma: 4 alumnos trabajaron en grupos de 2, 9 alumnos trabajaron en grupos de 3, 16 alumnos trabajaron en grupos de 4, y 15 trabajaron en grupos de 5. Esta división viene impuesta por el número de alumnos que asisten a cada sesión práctica.

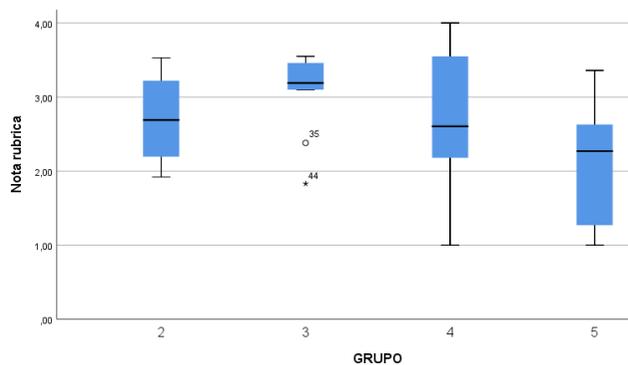


Figura 1. Diagrama de caja y bigote de los 4 grupos de trabajo. El eje “y” representa la nota obtenida mediante la evaluación de competencias usando una rúbrica.

Se contempla la hipótesis de que la nota de la evaluación obtenida mediante rúbrica está marcada por la distribución de los grupos de trabajo (Figura 1). El número de alumnos por grupo de trabajo influye ($p<0.05$) en la nota obtenida mediante rúbrica, ya que para grupos formados por mayor número de alumnos se dio la situación de que estos obtuvieron peor calificación ($R=-0.33$) aunque no se detectó una fuerte correlación. Sin embargo, la Figura 1 sí muestra esta tendencia. Esto puede deberse a que no todos los alumnos se involucran de igual manera en grupos de trabajo más numerosos, lo que disminuye la nota media del grupo. Los alumnos que trabajan en grupos de 3 (3.04 de 4.00) obtienen normalmente mejores notas que los alumnos que trabajan en grupos de 2 (2.71 de 4.00) ó 4 (2.66 de 4.00), mientras que los que trabajan en grupos de 5 (2.12 de 4.00) obtienen peores notas que los anteriores con el sistema de evaluación de rúbrica. Estos resultados están de acuerdo con los obtenidos en ingeniería, donde recomiendan trabajar con grupos formados por 3 ó 4 alumnos por la experiencia previamente adquirida [5]. Evidentemente, el tamaño del grupo debe adaptarse al tipo de actividad a desarrollar. Sin embargo, según esta hipótesis, los grupos de trabajo formados por dos alumnos deberían obtener mejores notas que el resto; pero esto no se cumple. Esto puede ser debido a que el número de alumnos que pertenecen al grupo 2 es muy pequeño, por lo que en este caso sería necesario aumentar la cohorte para poder comprobar la hipótesis con un mayor número de alumnos que trabajen en grupos de 2.

Es importante resaltar que el número de alumnos por grupo no ha influido en las notas que han obtenido los alumnos después de aplicar el sistema de evaluación actual.

En lo que respecta a la asignatura AQF en el curso actual la evaluación en todos sus elementos ha sido individual. Sin embargo, en otros cursos las prácticas de laboratorio se han realizado en grupos de dos o más alumnos. En la tipología actual de grupos con coordinación espacio temporal se disponen grupos reducidos para el laboratorio experimental y para el aula de informática. De esta forma, en la evaluación no ha sido necesario considerar factores grupales en las actividades programadas. En los seminarios de otros cursos académicos también se ha programado trabajo o tarea en modalidad no presencial usando la plataforma digital. La experiencia de varios cursos sobre estas actividades ha llevado a su supresión en este curso al no obtener discriminación en el rendimiento individual. Esto no significa que no sea de utilidad el trabajo no presencial, sino que para estas actividades se necesita una rúbrica específica cuya estructura y graduación no se aborda en el proyecto actual.

5. CONCLUSIONES

Para mejorar la evaluación de la adquisición de competencias en la parte práctica de la asignatura TAS y en el conjunto de la asignatura AQF se han diseñado rúbricas específicas. En la asignatura TAS se ha probado este sistema de evaluación alternativo y se ha comprobado que está directamente relacionado con la adquisición de competencias en las prácticas. El sistema de evaluación mediante rúbrica propuesto recoge de forma fiable el trabajo desarrollado en el laboratorio, el cual no ha quedado recogido en el sistema de evaluación actual. Esto se debe a la poca adecuación de los pesos y elementos considerados en la evaluación y a la nula o baja discriminación en la evaluación de los alumnos de un mismo grupo. Se propone un sistema de evaluación alternativo en el que se incluya la rúbrica. Por ejemplo, la evaluación podría consistir en un 25% de nota de examen más un 75% de la nota de la rúbrica, que sustituiría el informe y la asistencia, ya que la rúbrica incluiría la asistencia a clase.

En la asignatura AQF la rúbrica propuesta se ha aplicado a la asignatura completa y se comprueba que existe correlación significativa entre las partes y el todo en ambos sistemas de evaluación. Los resultados parecen indicar que el sistema actual ya contempla implícitamente una evaluación en conocimientos y competencias. No obstante, en el marco docente actual sería conveniente una discriminación de los distintos elementos para obtener puntos fuertes y débiles en la formación de los alumnos. Esto es esencial para una revisión dinámica de la metodología y actividades propias de los programas formativos. De esta forma, se podría hacer un seguimiento de la asignatura y su contextualización dentro de la materia, en este caso, Química Física, e incluso en los módulos de asignaturas troncales del plan de estudio. Se potenciaría así una coordinación horizontal y vertical para obtener datos integrados del título en relación con los conocimientos y competencias, objetivo principal en la formación de los estudiantes orientada hacia el ejercicio profesional.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a la Universidad de Córdoba por la financiación recibida, proyecto PID 2017-2-2002.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Craig A. Mertler, Practical Assessment, Research and Evaluation, (2001) vol 7, 25, 1-8
- [2] [HTTP://WWW.UCO.ES/GRADOS/INDEX.PHP?OPTION=COM_CONTENT&VIEW=ARTICLE&ID=76:MEMORIA-DE-QUIMICA&CATID=9](http://www.uco.es/grados/index.php?option=com_content&view=article&id=76:memoria-de-quimica&catid=9)
- [3] https://www.uco.es/eguiado/guias/2017-18/100450es_2017-18.pdf
- [4] https://www.uco.es/eguiado/guias/2017-18/100454es_2017-18.pdf
- [5] RODRÍGUEZ, C.A., FERNÁNDEZ-BATANERO, J.M. "A review of problem-based learning applied to Engineering", *International Journal on Advances in Education Research* 2016/3, p. 14-31.