

INDICADORES DE CALIDAD PARA LA EVALUACIÓN DE LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS EN LA DOCENCIA PRÁCTICA DE QUÍMICA ANALÍTICA

SÁNCHEZ-PANIAGUA LÓPEZ, Marta ⁽¹⁾; RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, Elena ⁽²⁾; HERVÁS PÉREZ, Juan Pablo ⁽³⁾; MARTÍN-FERNÁNDEZ Begoña ⁽⁴⁾; MANZANARES PALENZUELA, C. Lorena ⁽⁵⁾

Departamento de Química Analítica, Facultad de Farmacia, Universidad Complutense de Madrid
Madrid, España

⁽¹⁾ martasan@ucm.es

⁽²⁾ elerodri@ucm.es

⁽³⁾ jphervas@ucm.es

⁽⁴⁾ begonamartin@ucm.es

⁽⁵⁾ cmanzana@ucm.es

Resumen

El Espacio Europeo de Educación Superior ha producido una serie de cambios en la metodología docente y en el proceso de enseñanza-aprendizaje, encaminados a facilitar a los estudiantes la correcta adquisición de las competencias de cada asignatura. El objetivo de este trabajo es el estudio de las competencias específicas derivadas de la docencia práctica de la asignatura "Química Analítica II" de carácter obligatorio impartida en el segundo curso del Grado de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid. Considerando que el alumno debe alcanzar un determinado nivel de desarrollo de competencias, resulta necesario establecer indicadores de calidad que nos ayuden a evaluar con fiabilidad su adquisición. Con este fin, se han diseñado 6 indicadores de calidad que se agrupan en tres temas diferentes, i) calificaciones obtenidas, ii) peligros y riesgos de laboratorio, iii) control de calidad de prácticas. El análisis de los datos aportados por los indicadores dará lugar a la introducción de acciones preventivas y correctoras para conseguir la mejora continua de la docencia impartida. Este trabajo se engloba dentro del Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente "Estrategias metodológicas para la adquisición de competencias en la docencia práctica de Química Analítica. Evaluación mediante indicadores de calidad", concedido por la UCM y actualmente en vigor.

Palabras clave: Indicadores de calidad, competencias, química analítica.

Abstract

Quality indicators for assessing the acquisition of skills in practice teaching of analytical chemistry

The European Higher Education Area has resulted in changes in teaching methodology and in the teaching-learning process that were designed to facilitate the acquisition of student's competences for each subject. The aim of this work is the study of the specific competences derived from the laboratory class of the subject "Analytical Chemistry II" taught in the second year of the Pharmacy Degree in Complutense University of Madrid (UCM). Considering that student has to achieve a certain level of development of competences, it is necessary to establish quality indicators to evaluate reliability in its acquisition. With this aim, six quality indicators have been proposed that are grouped into three different topics, i) grades obtained, ii) laboratory hazards and risks, iii) quality control of laboratory classes. The analysis of data provided by the indicators will lead to the introduction of preventive and corrective actions to achieve continuous improvement of teaching given actions. This work is included within the Research Project for the Innovation and Improvement of Teaching Quality "Methodological strategies for the acquisition of competences in practical teaching of analytical chemistry. Evaluation by quality indicators", funded by the UCM and currently in progress.

Keywords: Quality indicators, competences, analytical chemistry.

1. Introducción

En los últimos años se han producido importantes cambios en el ámbito universitario, que han propiciado el desarrollo de diversos marcos jurídicos que dotan de mayor autonomía a las universidades como estrategia para aumentar la calidad en las mismas. En este contexto, las universidades deben justificar los resultados obtenidos, y por ello deben recabar datos sobre las actividades desarrolladas en el seno de las mismas [1]. Para ello, en primer lugar se deben definir el concepto de calidad universitaria [2, 3, 4, 5, 6] y los mecanismos de evaluación adecuados, ajustados a la información que se desee recopilar [7, 8, 9]. La calidad en la Universidad es un proceso de mejora continua basado en un mayor y mejor conocimiento de todo el sistema universitario. Un tema fundamental en las universidades es el mejoramiento de la calidad, que se basa en un proceso de evaluación continuado y en las propuestas de mejora que se derivan.

En el marco del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se establece un cambio de enfoque metodológico hacia un modelo de enseñanza-aprendizaje basado en sistemas de evaluación por competencias, donde el estudiante es el protagonista del nuevo escenario de educación. La adaptación al EEES requiere la sistematización y estructuración de las actividades docentes que contemple la planificación y programación docente, la realización y el seguimiento de la docencia planificada, la evaluación de la eficacia docente, la introducción de acciones correctoras y decisiones para la mejora de la formación. Es decir, se deben poner en marcha numerosas herramientas para aumentar el valor de la docencia universitaria y promover el desarrollo de nuevas estrategias aplicadas a la docencia universitaria. Resulta necesario, por tanto, el estudio, diseño y desarrollo de métodos innovadores de enseñanza-aprendizaje, esto es, estrategias docentes que faciliten a los estudiantes la adquisición correcta de las competencias específicas de la asignatura [10, 11, 12], las cuales deberán ser necesarias para poner de manifiesto las habilidades de estos para desarrollar con éxito determinadas funciones, claramente definidas en el programa docente. Además resulta indispensable el diseño de procesos de evaluación que evidencien la adquisición correcta de las mismas [13, 14, 15].

La Química Analítica es una materia a impartir dentro de la programación del Grado de Farmacia en las diferentes Universidades. Se trata de la ciencia que estudia el conjunto de principios, leyes y técnicas cuya finalidad es la determinación de la composición química de una muestra. En el Grado de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid (UCM) se imparte la asignatura de carácter obligatorio "Química Analítica II" cuyo objetivo principal es que el alumno conozca y comprenda las Técnicas Instrumentales más frecuentes en el ámbito de las ciencias de la salud. Por ello, es de vital importancia que, además de los conceptos teóricos impartidos en el aula, el curso se complemente con la realización de prácticas de laboratorio. Además de la puesta en práctica de los conocimientos adquiridos en la parte teórica de la asignatura, dada la importancia de las destrezas adquiridas en esta asignatura para el desarrollo profesional del farmacéutico, los conceptos tratados en la parte práctica son esenciales. A pesar de ello, frecuentemente se observa la falta de motivación del alumnado por esta parte de la asignatura, lo que provoca el fracaso en la adquisición de conocimientos y competencias. Por este motivo, profesores de la Sección Departamental de Química Analítica de la Facultad de Farmacia, UCM, participamos en el presente curso (2014/2015) en el Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente "Estrategias metodológicas para la adquisición de competencias en la docencia práctica de química analítica. Evaluación mediante indicadores de calidad".

2. Objetivo

La correcta adquisición de competencias prácticas por parte del alumnado y la utilización de un adecuado método de evaluación de las mismas es el eje del presente trabajo. Por ello, es fundamental contar con herramientas novedosas y que propicien la motivación de los estudiantes, y buscar alternativas al método convencional con que esta parte más práctica de la asignatura de Química Analítica ha sido tradicionalmente impartida. Para ello, se desarrollaron metodologías docentes innovadoras atractivas para mejorar el sistema de enseñanza/aprendizaje en las aulas prácticas de la asignatura de "Química Analítica II" impartida en del Grado de Farmacia y se implantaron un conjunto de indicadores de calidad como criterios de evaluación.

3. Metodología

Considerando que el alumno debe alcanzar un determinado nivel de desarrollo de competencias, resulta necesario establecer indicadores de calidad que nos ayuden a evaluar con fiabilidad su adquisición. Un indicador es una medida destinada a analizar la evolución de un determinado proceso en intervalos definidos. La finalidad de los indicadores es dar información sobre dichos procesos mediante un porcentaje, ratio o valor numérico. Las funciones y roles que los indicadores desempeñan, tienen que hacerlo con validez. Se puede definir validez, como un criterio de calidad relacionado con la adecuación de los indicadores al objetivo que suscitó su aplicación, es decir, que el instrumento que conforma los indicadores tenga utilidad para medir el concepto que pretende medir. Los indicadores de calidad de los procesos involucrados en nuestra docencia nos permiten controlar los mismos, conocer sus debilidades y fortalezas. Su evaluación nos conduce a realizar las correcciones y acciones de mejora necesarias. También nos permiten conocer si se cumplen los objetivos de calidad que nos proponemos a lo largo de cada curso académico. Se realiza un estudio de su evolución y de la eficacia para el seguimiento y cumplimiento de los objetivos. Se han establecido y evaluado una serie de indicadores de calidad para la mejora continua de la docencia práctica de la química analítica englobados en tres bloques (Figura 1).



Figura 1. Indicadores a considerar para la evaluación de las competencias

Para el desarrollo de actividades adicionales motivadoras en el aula de Química Analítica II se elaboró una matriz tridimensional de enorme utilidad que relaciona las competencias a desarrollar, tareas a realizar y criterios de evaluación.

El objetivo de dicha matriz es doble: (1) introducir metodologías innovadoras que faciliten el aprendizaje por parte del alumno y lo conviertan en un proceso más atractivo, dinámico y funcional para ambos actores implicados en el proceso, profesorado y alumnado; (2) identificar los puntos débiles del sistema innovador diseñado mediante un conjunto de indicadores de calidad de la evolución de la adquisición de competencias. De esta forma, herramientas innovadoras y marcadores de su evolución son registrados de forma sencilla, y el análisis de los datos aportados por los indicadores puede propiciar la introducción de acciones preventivas y correctoras para conseguir la mejora continua de la docencia impartida en la Sección Departamental.

Las actividades anteriormente descritas se engloban en tres fases: (1) diseño y propuesta de actividades para la adquisición de competencias, (2) ejecución de las actividades y (3) evaluación de los resultados obtenidos (Figura 2).

La primera fase de diseño y propuesta de actividades fue desarrollada durante el segundo semestre del curso 2013/2014, previo al inicio del curso siguiente. Para el diseño de las actividades innovadoras, entre las competencias que debe adquirir un alumno en la asignatura de Química Analítica II que vienen recogidas en la Ficha Docente, se seleccionaron las competencias específicas que estaban más relacionadas con la parte práctica de la asignatura, esto incluye: estimar los riesgos asociados a la utilización de sustancias químicas y procesos de laboratorio (CEQ4), conocer las técnicas analíticas y los procedimientos para la determinación de compuestos para el análisis de agua, alimentos y medio ambiente (CEQ10), y adquirir la capacidad de seleccionar el método de análisis según el problema analítico (CEQ25). Como segunda parte de la planificación se preparó el material didáctico y la metodología a implementar.

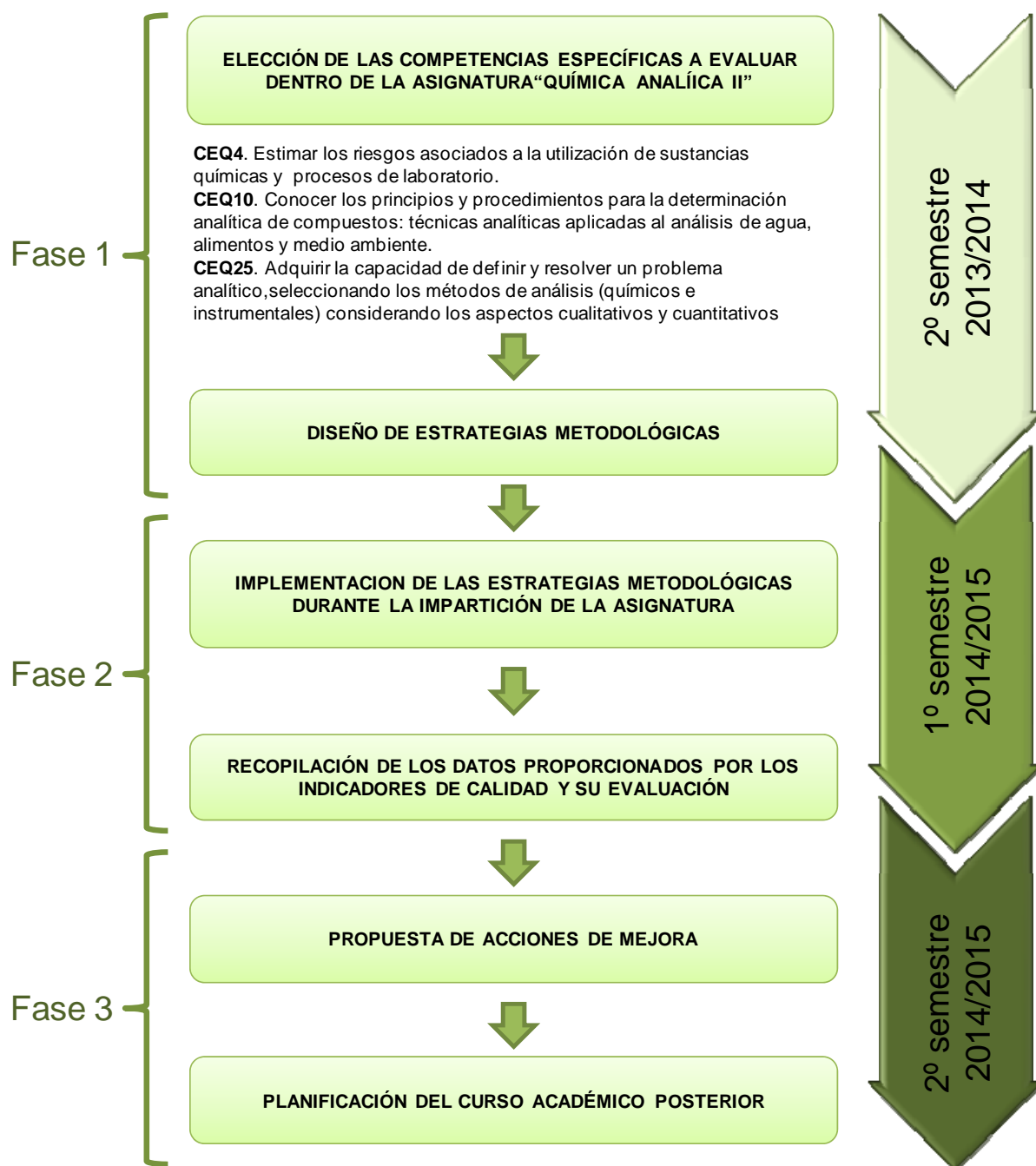


Figura 2.- Plan de trabajo a desarrollar indicando la cronología y las fases

La segunda fase de puesta en marcha de las actividades previamente diseñadas y ejecución de las metodologías innovadoras se llevó a cabo durante la impartición de la docencia práctica de la asignatura "Química Analítica II" correspondiente al segundo curso del Grado en Farmacia, enmarcado en el primer trimestre del curso 2014/2015. Durante el desarrollo de esta fase se recopiló la información para el seguimiento de los indicadores. Para ello, el profesor encargado de un grupo de prácticas registra los resultados obtenidos en un formulario específico para cada indicador, utilizando el procesador de datos Excel.

La última fase, que se está realizando en la actualidad, incluye la evaluación de los indicadores propuestos. El coordinador de prácticas, quincenalmente, se encarga de estudiar la evolución del indicador y analizar los resultados obtenidos para verificar que se cumplen los objetivos propuestos. Una vez se realice el seguimiento y evaluación de los indicadores, se llevarán a cabo la propuesta de acciones de mejora. El responsable del proyecto, mensualmente estudiará los datos aportados por el coordinador de prácticas y convocará las reuniones necesarias para la toma de las decisiones oportunas, que conduzcan, a acciones preventivas, correctoras o de mejora que se considerarán para

lograr una mejora continua de la práctica docente. Al finalizar el curso, se plantearán acciones de mejora para el curso académico posterior.

4. Resultados

La ejecución del proyecto conlleva tres fases, explicadas anteriormente, que se desarrollan a lo largo del curso 2014/2015, excepto la fase de preparación y diseño de actividades que se desarrolló en el último semestre del curso anterior. Actualmente el trabajo se encuentra en la segunda fase de ejecución de las acciones innovadoras en la impartición de las prácticas de laboratorio.

El eje principal del proyecto pretende motivar al alumnado. Derivado de ello, se desarrollaron actividades en diferentes soportes audiovisuales (pósteres, presentaciones, videos, etc.), para atraer su atención y facilitar el aprendizaje. Se plantearon actividades en el aula, como ejercicios prácticos de desarrollo grupal para integrar los conocimientos prácticos adquiridos.

En la metodología convencional o clásica, la evaluación del impacto de estas actividades consiste en un examen final. Dado que es necesario controlar en tiempo real la adquisición de competencias, se desarrolló un amplio abanico de indicadores (Tabla 1).

Código indicador	Competencia	Nombre del indicador	Descripción Indicador
IND 01	CEQ10, CEQ25	Calificación final	Calificación en examen final
IND 02	CEQ4	Peligros y riesgos en laboratorio	Conocimiento de las normas de seguridad en laboratorios
IND 03	CEQ10, CEQ25	Control de calidad de prácticas - exactitud	Verificación de la exactitud de resultados en prácticas
IND 04	CEQ10, CEQ25	Control de calidad de prácticas - reproducibilidad	Verificación de la reproducibilidad de resultados en prácticas
IND 05	CEQ25	Control de calidad de prácticas - problema analítico	Resolución de un problema analítico aplicando las técnicas aprendidas

Tabla 1.- Tipos de indicadores

El primer indicador IND 01 es el seguimiento del número de aprobados en prácticas. Este indicador pone de manifiesto la integración de los conocimientos relacionados con las competencias seleccionadas por parte del alumnado. Utilizando la calificación en el examen final se calculará una relación de alumnos aprobados y no aprobados, y se establecerá un límite para comprobar si las estrategias utilizadas fueron eficaces.

IND 02 hace referencia a las normas de seguridad en el laboratorio, que los alumnos deben conocer. Debido a que existen múltiples sustancias tóxicas y peligrosas que se manejan en un laboratorio, ya sea docente o investigador, es necesario un adecuado conocimiento de las propiedades de dichas sustancias y preparados peligrosos, y actuación en casos de accidentes. Esto previene los riesgos derivados del empleo de dichas sustancias tóxicas y peligrosas, por lo tanto, es fundamental que el alumno aprenda las medidas preventivas para asegurar su correcta manipulación [16]. Este indicador se evalúa mediante un cuestionario tipo test donde los alumnos deben contestar preguntas sencillas sobre las medidas de seguridad de laboratorio, las frases de riesgo y seguridad, y de los códigos y etiquetado de los productos peligrosos.

Debido a que un análisis no aporta información sobre la variabilidad e los resultados, en el laboratorio es necesario analizar múltiples réplicas de una muestra para obtener una estimación estadística del valor real de la sustancia que se quiere analizar. Estos datos también permiten estimar la incertidumbre relacionada con el resultado central. Dos parámetros de capital importancia en química analítica son: precisión y exactitud (Figura 3). La primera indica la cercanía entre los resultados obtenidos, lo que refleja la reproducibilidad de las medidas. La exactitud indica la cercanía de la medida al valor aceptado o verdadero, y se expresa mediante el error [17]. En la figura 3 se observa que es posible obtener resultados muy precisos (arriba a la izquierda) con gran inexactitud, y un resultado exacto con datos imprecisos (abajo derecha). Los indicadores IND 03 y IND 04 hacen

referencia a estos parámetros. De esta forma se puede evaluar cómo los alumnos realizaron la práctica.

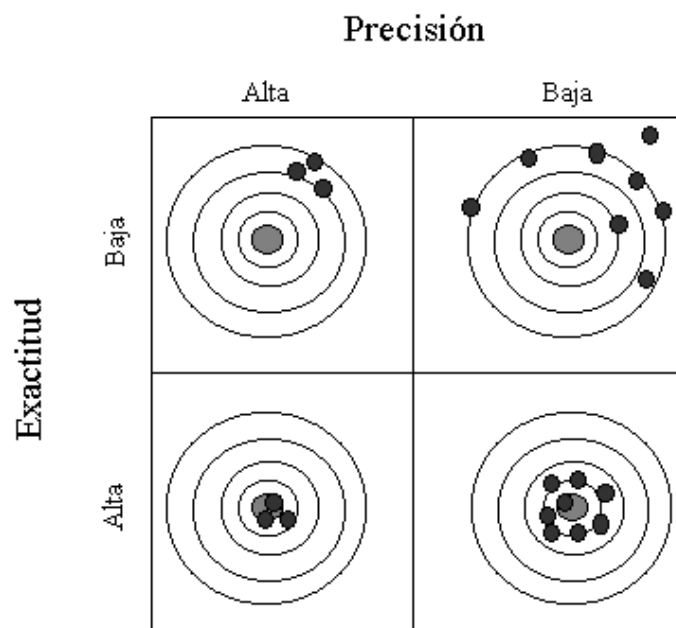


Figura 3. Ilustración de la precisión y exactitud por medio del ejemplo de los dardos en una diana

El último indicador, IND 05, valora una de las competencias más importantes debido a que integra todos los conocimientos obtenidos derivados de la aplicación de los diferentes equipos instrumentales utilizados en prácticas. Los alumnos han de resolver de un problema analítico de relativa complejidad. Según la sustancia a analizar y el equipo instrumental, ellos deben saber cómo afrontar el análisis de una muestra dada. Esta competencia está estrechamente relacionada con el desarrollo profesional del farmacéutico, que debe poner en práctica los conocimientos obtenidos durante su formación académica, para la resolución de problemas analíticos reales.

A modo de ejemplo, en la tabla siguiente (Tabla 2) se muestran todos los datos considerados para dos de los indicadores propuestos (IND 03 y IND 05). Como se observa en la Tabla, deben incluirse todos los puntos que permitan obtener la correcta definición, seguimiento y evaluación de los distintos indicadores.

Código indicador	IND 03	IND 05
Competencia	CEQ10, CEQ25	CEQ25
Nombre del indicador	CONTROL DE CALIDAD DE PRÁCTICAS (A)	CONTROL DE CALIDAD DE PRÁCTICAS (D)
Descripción del indicador	Verificar la exactitud de resultados en prácticas	Evaluación de resolución de un problema analítico
Parámetros de evaluación	$(\text{Valor experimental} - \text{Valor real}) / \text{Valor real} \times 100$	Identificación del problema, reconocimiento del tipo de sustancia y aplicación correcta de

		la técnica instrumental
Criterio de evaluación	Resultado de la exactitud expresado en forma de error %	Calificación obtenida (0 a 10)
Periodicidad	al finalizar cada grupo de prácticas	
Límite	< 5%	8
Acción prevista	Mayor apoyo a los estudiantes en la realización de la práctica. Enfatizar en la correcta preparación de las disoluciones	Introducir ejemplos prácticos de problemas analíticos concretos. Enfatizar en la aplicación práctica de cada instrumento analítico
Responsable de la toma de datos	Responsables del grupo de prácticas	
Fuente de los datos	Cuaderno de prácticas	Examen del problema analítico

Tabla 3.- Ejemplo de los indicadores IND 03 y IND05

5. Conclusiones

La importancia de adquirir competencias en el laboratorio de Química Analítica tiene especial interés para el desarrollo de destrezas que permitan al futuro profesional farmacéutico, aplicar los conocimientos adquiridos en cualquier ámbito laboral y en los problemas cotidianos. Por este motivo ha surgido de nuestro Grupo de Innovación Docente la iniciativa de poner en marcha experiencias novedosas para la motivación del alumnado y resaltar la aplicabilidad de lo aprendido durante su formación académica a la vida real. De esta forma, es fundamental el establecimiento de un sistema de evaluación de las competencias adquiridas por los alumnos que nos permita corregir errores y mejorar nuestra docencia en el laboratorio. Mediante el análisis de los indicadores de calidad se realiza una auto-renovación permanente que contribuye a la mejora continua de la docencia impartida.

6. Referencias bibliográficas

- [1] Consejo de Universidades *Plan nacional de evaluación de la calidad de las universidades, guía de evaluación*. 2008. Madrid: MEC.
- [2] OAKES, J. *Educational indicators: A guide for policymakers*. 1986. Wisconsin: Center for Policy Research in Education.
- [3] MATEO, M.A, FERNÁNDEZ, J. (Dimensiones de la calidad de la enseñanza universitaria. *Psicothema*, 1996. Nº 5 (2), pp.265-275.
- [4] SEGERS, M., DOCHY, F. Quality assurance in higher education: Theoretical considerations and empirical evidence. *Studies in Educational Evaluation*, 1996. Nº 22, pp. 115-137.
- [5] GAZIEL, H. WARNET, M., CANTON, I. La calidad en los centros docentes del Siglo XXI. *Propuestas y experiencias prácticas*. 2000. Madrid: La Muralla.
- [6] CANTON, I. Planes de Mejora en los Centros Educativos. 2004. Málaga: Aljibe. ISBN: 84-9700-193-1.
- [7] LUXAN, J.M. La evaluación de la universidad en España. *Revista de Educación*, 1998, Nº 315, 11-28.

- [8] GINES, J. Indicadores y decisiones en las universidades. En Consejo de Universidades (comp.), *Indicadores en la universidad: Información y decisiones*. 1999, pp. 19-30. Madrid: MEC.
- [9] CANTON, I. Intervención organizativa en la sociedad del conocimiento. 2004. Granada: GEU. pp 439 ISBN: 84-8491-401-1.
- [10] DOMÍNGUEZ GARRIDO, MC, MEDINA RIVILLA, A., CACHEIRO GONZALEZ, ML Investigación e innovación de la docencia universitaria en el espacio europeo de educación superior. Editorial Universitaria Ramón Areces. 2006. Madrid. ISBN 84-7991-191-3.
- [11] MEDINA RIVILLA, A. *Formación y Desarrollo de las competencias básicas*. Editorial Universitas. 2009. Madrid. ISBN 978-84-7991-244-4.
- [12] HERVÁS PÉREZ, J.P., RODRIGUEZ-RODRIGUEZ, E., SANCHEZ-PANIAGUA LOPEZ, M. Nuevas estrategias metodológicas para la adquisición de competencias en la docencia práctica de la Química Analítica mediante enseñanza b-learning. *1^{er} jornadas internacionales de innovación docente universitaria en entornos de aprendizaje enriquecidos*. UNED, 2013. ISBN: 84-695-8245-3.
- [13] SANCHEZ-PANIAGUA LOPEZ, M. HERVÁS PEREZ, J.P., MARTÍN, M.C., RODENAS, S. Indicators in a quality management system for higher education of analytical chemistry. Conference Proceedings ICERI. International conference of education, research and innovation. *Ed. Inter. Association Technology, Education and Development*. 2009. ISBN 978-84-613-2955-7.
- [14] SANCHEZ-PANIAGUA LOPEZ, M. HERVAS PÉREZ, J.P., MARTÍN, M.C., RODENAS, S. Evaluación del desarrollo de competencias en química analítica dentro del Grado de Farmacia impartido en la Universidad Complutense de Madrid. *VIII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria*, UEM, 2011, ISBN 978-84-95433-46-6.
- [15] VALVERDE BERROCOSO, J., REVUELTA DOMÍNGUEZ, F.I., FERNÁNDEZ SÁNCHEZ, M.R. Modelos de evaluación por competencias a través de un sistema de gestión de aprendizaje.experiencias en la formación inicial del profesorado. *Revista Iberoamericana de Educación* 2012, N° 60, pp. 51-62.
- [16] CAMEAN FERNÁNDEZ, A.M., JOS GALLEG0, A., MORENO NAVARRO, I.M., PICHARDO SANCHEZ, S., PRIETO ORTEGA, A.I., REPETTO KUHN, G. Interés de la elaboración de videos didácticos como material de prácticas en la asignatura de "Seguridad Química". *Revista de Enseñanza Universitaria*, 2005, N° 26, pp 45-54.
- [17] SKOOG,D.A.; WEST, D.M.; HOLLER, F.J.; CROUCH, S.R. *Fundamentos de Química Analítica* 8 ed. Editorial: Thomsom Learning. 2005. Madrid. ISBN: 84-9732-333-5