



Proyecto de Innovación y Mejora de la Calidad Docente

Convocatoria 2014

Nº 358

Estrategias metodológicas para la adquisición de competencias en la docencia  
práctica de química analítica. Evaluación mediante indicadores de calidad

Marta Sánchez-Paniagua López

Facultad de Farmacia

Sección Departamental de Química Analítica

## 1. Objetivos propuestos en la presentación del proyecto

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 durante su formación en cualquier ámbito laboral y en los problemas cotidianos que pudieran presentarse durante el desenvolvimiento de su actividad profesional. Por este motivo ha surgido de nuestro Grupo de Innovación Docente la iniciativa de poner en marcha experiencias para la motivación del alumnado y para la mejora en la adquisición de competencias. El proyecto de Innovación Docente desarrollado durante el curso 2014/15, ha estado centrado en el establecimiento de metodologías docentes innovadoras para mejorar el sistema de enseñanza/aprendizaje en las aulas prácticas de Química Analítica, resultando fundamental la puesta en marcha de un sistema de evaluación de las competencias adquiridas por los alumnos que nos permita corregir errores y mejorar nuestra docencia en el laboratorio.

El objetivo principal de este trabajo es diseñar, desarrollar y analizar una metodología didáctica útil para lograr una adecuada adquisición y desarrollo de competencias por parte de los estudiantes de Química Analítica, así como evaluar la efectividad de la metodología utilizada para lograr dicho objetivo. El proyecto se centra en el estudio de las competencias específicas derivadas de la docencia práctica de la asignatura obligatoria "Química Analítica II" impartida en el segundo curso dentro del Grado de Farmacia. Para el seguimiento de este objetivo resulta útil la implantación de un conjunto de indicadores de calidad como criterios de evaluación. 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 en la Sección Departamental.

A partir del objetivo principal, se derivan un conjunto de mejoras en la docencia que constituyen otro conjunto de objetivos a lograr:

- La incorporación por parte del profesorado de nuevas herramientas en la docencia práctica para la mejora del aprendizaje basado en competencias.
- El desarrollo de nuevos métodos de trabajo, además de los tradicionales cuadernos de prácticas, y el logro de que los estudiantes sean conscientes del enfoque hacia un aprendizaje basado en competencias.
- El incremento de la motivación de los estudiantes en el laboratorio de química analítica creando un "valor añadido" con un modelo de aprendizaje diferente al tradicional y más atractivo para el estudiante.
- 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.
- La innovación docente y auto-renovación permanente mediante el análisis de los indicadores de calidad que contribuyen a la mejora continua

## 2. Objetivos alcanzados

El objetivo principal de diseñar herramientas metodológicas para lograr una adecuada adquisición de competencias por parte de los estudiantes de Química Analítica, así como la evaluación de la efectividad de la metodología utilizada para lograr dicho objetivo, se ha logrado satisfactoriamente. Para ello, se elaboró una matriz que relacionó las competencias que los alumnos deben adquirir, las herramientas y/o metodologías a realizar y los criterios de evaluación. El objetivo de dicha matriz fue doble: (1) introducir metodologías innovadoras que facilitasen el aprendizaje por parte del alumno y lo convirtieran 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 diseñado mediante un conjunto de indicadores de calidad, que evaluaran la evolución de la adquisición de competencias. De esta forma, herramientas innovadoras para la mejora de la adquisición de competencias y marcadores de su evolución (apartado 3 de la memoria) se diseñaron de forma sencilla. Las actividades se han llevado a cabo en las prácticas de laboratorio de la asignatura obligatoria “Química Analítica II” dentro del Grado de Farmacia, cuyas características se especifican en el apartado 4 de esta memoria.

El proyecto se ha desarrollado con normalidad y sin ninguna incidencia. Respecto al resto de objetivos propuestos, destacar:

- Se incorporaron, en la docencia práctica, gran variedad de herramientas centradas en la mejora del aprendizaje del estudiante (postéres con pictogramas, presentaciones power point, vídeos explicativos, etc). Estas actividades empleando incluso soportes digitales no existían previamente, y requirieron de su diseño, discusión y adaptación para el aprendizaje de los alumnos.
- El objetivo de conseguir el máximo grado de satisfacción de los alumnos se evaluó mediante una encuesta de satisfacción donde al alumnado se le proponía valorar las actividades desarrolladas. Tal y como puede observarse en los resultados de la encuesta de satisfacción, los alumnos valoraron muy positivamente las actividades novedosas que se realizaron (apartado 4). Estos resultados se considerarán en la planificación de las actividades a desarrollar en el curso académico posterior.
- El establecimiento de un sistema de evaluación de las competencias adquiridas mediante el análisis de los indicadores de calidad propuestos (resultados mostrados en el apartado 4) dieron lugar a una auto-renovación permanente en la impartición de las prácticas de laboratorio.

Se consiguieron resultados muy satisfactorios en la evaluación de los indicadores de calidad (apartado 5.4), observándose en todos los casos resultados dentro de los límites, máximos y mínimos, establecidos para cada indicador. En relación a la distribución de los resultados obtenidos en las cinco categorías posibles de la encuesta de satisfacción realizada al alumnado, cabe destacar que los estudiantes se han manifestado generalmente en las categorías superiores (apartado 5.5). La categoría central se ha interpretado de forma neutra, sin considerar que este fuese un resultado que debiese entenderse de forma negativa.

### 3. Metodología empleada en el proyecto

La realización de este proyecto se ha llevado a cabo conforme al siguiente plan de trabajo:

*3.1. Competencias específicas a adquirir por los estudiantes.* Se han seleccionado aquellas competencias 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).

*3.2. Diseño y desarrollo de estrategias metodológicas.* Se han incorporado diversas metodologías para que el aprendizaje sea más motivador para el alumnado, y que a la vez incentive su participación, el interés por el desarrollo de nuevos temas y conocimientos, así como el intercambio de experiencias y la interacción profesor-estudiante.

Entre el material diseñado se encuentran:

- Material audiovisual (presentaciones y videos explicativos) de los procesos analíticos explicados en prácticas, haciendo especial énfasis en cuáles son las aplicaciones de los mismos (industria, control de calidad, investigación).
- Pósteres con pictogramas para que los estudiantes visualicen de forma rápida y clara las fases más importantes de la práctica a desarrollar
- Pósteres orientados a la explicación de las medidas de seguridad en el laboratorio
- Instrucciones técnicas de manejo de los equipos instrumentales utilizados
- Instrucciones técnicas de mantenimiento y calibración de los equipos instrumentales

*3.3. Definición de indicadores de calidad,* seguimiento y evaluación de los mismos. Se han establecido una serie de indicadores de calidad que nos ayuden a evaluar con fiabilidad la adquisición de competencias por parte de los estudiantes. Se ha diseñado un registro, mediante una hoja de Excel, donde se incluyen puntos esenciales que permitirán conocer el seguimiento correcto de los mismos (Tabla 1, anexo).

*3.4. Seguimiento del proceso desarrollado.* Seguimiento de los indicadores de calidad propuestos.

*3.5. Propuesta de acciones de mejora.* Al finalizar el curso, se han planteado acciones de mejora susceptibles de ser implantadas en el curso académico posterior.

#### **4. Recursos humanos**

El equipo del proyecto está conformado por 5 miembros, 3 profesores y 2 becarios predoctorales, a cada uno de las cuales se les ha asignado roles y responsabilidades específicas para llevar a cabo con éxito el proyecto. En todo caso, en la toma de decisiones y la propuesta de acciones de mejora han participado todos los miembros del proyecto. Los profesores participantes del proyecto son responsables de la impartición de parte de las prácticas de laboratorio de la asignatura Química Analítica II, con experiencia docente en este tipo de docencia de más de 5 años. Los becarios también han colaborado activamente en las prácticas de laboratorio.

El responsable del proyecto ha sido el encargado de planificar las fases del proyecto y de la gestión en general. El diseño de las estrategias metodológicas y la definición de los indicadores de calidad se han realizado entre todos los miembros del grupo. El profesor encargado de un grupo de prácticas ha registrado los resultados obtenidos para los indicadores propuestos. El coordinador de prácticas, quincenalmente, ha estudiado la evolución del indicador y ha analizado los resultados obtenidos para verificar si se cumplen los objetivos propuestos. El responsable del proyecto, mensualmente ha estudiado los datos aportados por el coordinador de prácticas. Además, ha convocado las reuniones necesarias para la toma de las decisiones oportunas. Todos los miembros del proyecto han propuesto las acciones correctoras y de mejora, necesarias que serán consideradas para lograr una mejora continua de la práctica docente.

## **5. Desarrollo de las actividades**

### **5.1. Muestra de estudio**

El trabajo se ha realizado durante el curso 2014/2015, a 99 alumnos matriculados de la asignatura de Química Analítica II del Grado de Farmacia de la Universidad Complutense de Madrid (UCM).

### **5.2. Características de la asignatura**

La asignatura de Química Analítica II, comprende 6 créditos ECTS y se imparte en el segundo curso de Grado de Farmacia. Las clases prácticas de laboratorio engloban 0,6 créditos ECTS. Las prácticas se desarrollan en el laboratorio y están dirigidas a grupos reducidos de alumnos. Tal cual se especifica en la ficha docente de la asignatura, la realización y superación de la evaluación de las prácticas es condición necesaria para superar la asignatura. Las clases prácticas se evalúan de forma continuada en el laboratorio donde se controla el desarrollo de las mismas. Al finalizar las prácticas se realiza un examen sobre el contenido de las mismas. También se evalúa el contenido de un Cuaderno de Prácticas que los estudiantes elaboran durante su realización. Todo ello contribuye en un 15% sobre la nota final.

### **5.3. Fases del proyecto**

La ejecución del proyecto conlleva 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.

La primera fase de diseño y propuesta de actividades así como diseño de indicadores de calidad fue desarrollada durante el segundo semestre del curso 2013/2014, previo al inicio del curso siguiente. Como segunda parte de la planificación se preparó el material didáctico y la metodología a implementar.

La segunda fase del trabajo, realizada durante el mes de noviembre de 2014, consistió en la puesta en marcha de las actividades previamente diseñadas y ejecución de las herramientas metodológicas. Durante el desarrollo de esta fase se recopiló la información para el seguimiento de los indicadores.

En cuanto a la disponibilidad de los materiales docentes en los diferentes soportes empleados, los pósteres han estado a disposición de los estudiantes durante toda la jornada de prácticas, pudiéndose visualizar cuando lo consideraban oportuno. Asimismo, se disponía de todas las instrucciones técnicas junto con los equipos instrumentales durante toda la semana de prácticas. Por su parte, el acceso al material audiovisual se realizó a través del campus virtual, y disponían del mismo una semana antes del comienzo de prácticas.

La última fase, incluyó la evaluación de los indicadores propuestos. 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 desarrollaron una serie de indicadores. En la Tabla 1 del anexo se muestran los indicadores propuestos, e información importante de los mismos

como objeto, límite propuesto para comprobar si las estrategias utilizadas fueron eficaces, acción prevista en caso de no alcanzar dicho límite y resultado obtenido.

#### **5.4. Resultados relativos a la evaluación de los indicadores de calidad**

Inicialmente se incluyeron 104 alumnos en el estudio, de los cuales 99 alumnos realizaron el examen final de las prácticas (IND01), 99 completaron el cuestionario de peligros y riesgos en el laboratorio (IND02) y 96 alumnos el cuestionario para valorar el control de calidad de las prácticas (IND05).

Para la realización del análisis estadístico se utilizó el programa estadístico SPSS versión 19.0 en español. Para cada uno de los parámetros cuantificados se han utilizado medidas de tendencia central y de dispersión (media aritmética y desviación estándar). Las variables categóricas se representan mediante recuentos de frecuencia y porcentajes de todas las respuestas evaluadas. Se compararon las proporciones utilizando la prueba Z. Se empleó el test de la t de Student, para muestras independientes o pareadas, con el fin de analizar la existencia de diferencias entre medias de dos muestras. Para establecer la asociación entre dos variables continuas se estimó con el coeficiente de correlación de Pearson. Se consideraron diferencias significativas cuando  $p < 0,05$ .

El primer indicador, IND 01, es relativo al 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. Como resultados a destacar, la calificación final obtenida en el examen de las prácticas fue de  $8,15 \pm 1,70$ ; aprobando el examen (con una nota igual o superior a 5) el 94,4% de los alumnos, porcentaje superior al límite inicialmente propuesto para este indicador (Tabla 1) Cabe destacar que un 65,7 % de los estudiantes obtuvieron una calificación igual o superior a 8.

IND 02 hace referencia a las normas de seguridad en el laboratorio, que los alumnos deben conocer. Es fundamental que el alumno aprenda las medidas preventivas para asegurar la correcta manipulación de los productos químicos y así prevenir los riesgos derivados del empleo de dichas sustancias tóxicas y peligrosas. Este indicador se evalúa mediante un cuestionario tipo test que se realiza a los estudiantes el primer y último día de prácticas, sobre las medidas de seguridad de laboratorio, las frases de riesgo y seguridad, y de los códigos y etiquetado de los productos químicos. Al comparar la nota de cada alumno, obtenida al iniciar y al finalizar las prácticas, se observaron diferencias estadísticamente significativas en dicha calificación, siendo superior la nota obtenida al finalizar las prácticas ( $8,82 \pm 1,37$  vs.  $9,55 \pm 0,84$ ;  $p < 0,001$ ). Además, al inicio de las prácticas un 78,8% del alumnado obtuvo una nota superior a 8,5 en dicho cuestionario, frente al 90,9% que superó dicha calificación al finalizar las mismas ( $p < 0,05$ ) (Figura 1).

Resulta fundamental en el control de la calidad de las prácticas, estudiar dos parámetros de capital importancia en química analítica, exactitud y precisión. Para ello se diseñaron los IND 03 y IND 04 que versan sobre la verificación de la exactitud y reproducibilidad de los resultados obtenidos en prácticas por los alumnos, respectivamente. Dichos indicadores se evaluaron con los datos obtenidos en las prácticas de Fluorimetría y Espectrometría de Absorción UV-Vis. En el caso del IND03, se obtuvo un porcentaje de error relativo comprendido entre 1-4,5 % y siempre menor al valor máximo considerado (5 %). Para el indicador 04, se obtuvo un coeficiente de

variación dentro del intervalo de 4,5 – 7 %, menor que el máximo permitido (Coeficiente de Variación <10 %).

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. 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. La nota media obtenida en la pregunta escrita relativa a este tema fue de  $7,71 \pm 2,11$ ; aprobando dicha prueba (con una nota igual o superior a 5) el 88,5% de los alumnos y obteniendo una calificación igual o superior a 8 el 66,67% de los mismos. Por otra parte, se encontró una relación positiva y significativa entre la nota obtenida en el problema analítico propuesto y la calificación final obtenida en el examen de las prácticas ( $r=0,691$ ;  $p<0,001$ ) (Figura 2).

### **5.5. Encuesta de satisfacción del alumnado**

Con el fin de conocer la opinión de los estudiantes respecto a las herramientas metodológicas implantadas y de algunas cuestiones generales de prácticas, al finalizar las mismas se realizó una encuesta de satisfacción anónima. En las encuestas, los estudiantes tendrán que atribuir una puntuación a cada uno de los ítems dados, de acuerdo con la siguiente escala tipo Likert; 1 =Nada de acuerdo, 2 = Poco de acuerdo, 3 = Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4=Bastante de acuerdo y 5=Totalmente de acuerdo. En la Tabla 2 del anexo se recoge la puntuación media dada por los alumnos a los diferentes ítems. A continuación se exponen algunas de los resultados obtenidos.

La mejor puntuación fue dada al ítem 3 ( $4,76 \pm 0,43$ ) relativa a los póster con pictogramas relacionados con la parte experimental de la práctica ya que consideran que facilitan la realización de la práctica. Los posters estaban disponibles en el laboratorio y que los profesores utilizaban en parte de su explicación. Para el curso académico posterior se planteará la posibilidad de crear pósteres para todas las prácticas impartidas en el laboratorio.

Consideraron importante disponer de los vídeos explicativos relativos al equipo instrumental y de los archivos power-point en el campus virtual previo a la realización de la práctica ( $4,41 \pm 0,73$ ), pero el ítem de si pensaban que los vídeos facilitasen la realización de la práctica obtuvo una calificación inferior a 4. Como acción de mejora propuesta para este punto, en el curso académico posterior se considerará que dichos vídeos estén disponibles en el laboratorio para que puedan ser visualizados a la vez que realizan la práctica en cuestión.

Aunque valoraron positivamente el disponer de las hojas de seguridad de los reactivos químicos utilizados en práctics ( $4,41 \pm 0,74$ ), no consideraron necesaria la consulta de los códigos R y S de los reactivos (ítem peor valorado,  $2,59 \pm 1,24$ ). Se debe dar más importancia al conocimiento de las frases de riesgo y seguridad a la hora de manipular las sustancias del laboratorio.

## 6. Anexos

Tabla 1.- Indicadores propuestos

Indicador	Competencias	Nombre	Objeto	Método obtención	Unidad de medida	Periodicidad	Límite	Acción prevista	Responsable toma de datos	Fuente datos
IND 01	CEQ10, CEQ25	Aptos	Seguimiento del nº de aprobados en prácticas	Examen escrito al final de las prácticas	(nº aptos/ nºpresentados)/100	Al finalizar cada grupo de prácticas	> 85%	Examen de recuperación	Responsable del proyecto	Listas de notas
IND 02	CEQ4	Peligros y riesgos en laboratorio	Verificar el conocimiento de los estudiantes respecto a las normas de seguridad	Cuestionario test	p-valor	Inicio y fin de grupo de prácticas	$p < 0,05$	mayor énfasis en su importancia	Responsables del grupo de prácticas	Archivo excel seguimiento de prácticas
IND 03	CEQ10, CEQ25	Control de calidad de prácticas (a)	Verificar la exactitud de resultados en prácticas	Resultados obtenidos por los alumnos, escritos en guía de prácticas	valor porcentual (% Error relativo)	Al finalizar cada grupo de prácticas	< 5%	Mayor apoyo a los alumnos en la realización de la práctica	Responsables del grupo de prácticas	Archivo excel seguimiento de prácticas
IND 04	CEQ10, CEQ25	Control de calidad de prácticas (b)	Verificar la reproducibilidad de resultados en prácticas	Resultados obtenidos por los alumnos, escritos en guía de prácticas	valor porcentual (Coeficiente de variación)	Al finalizar cada grupo de prácticas	< 10%	Mayor apoyo a los estudiantes en la realización de la práctica	Responsables del grupo de prácticas	Archivo excel seguimiento de prácticas
IND 05	CEQ25	Control de calidad de prácticas (c)	Evaluación de resolución de un problema analítico	Pregunta escrita en el examen final de prácticas	% alumnos que resuelven correctamente el problema	Al finalizar cada grupo de prácticas	> 85%	Poner ejemplos prácticos de problemas analíticos concretos	Responsables del grupo de prácticas	Archivo excel seguimiento de prácticas

Tabla 2.- Puntuación media dada por los alumnos a los diferentes ítems recogidos en la encuesta de motivación del alumnado

En general, los materiales didácticos facilitados por el profesor son útiles para la preparación de la asignatura	4,44±0,66
Los vídeos explicativos relativos al equipo instrumental facilitan la realización de la práctica	3,84±0,96
Los pósteres con pictogramas relativos a la parte experimental de la práctica facilitan la realización correcta de la misma	4,76±0,43
Las presentaciones power-point con contenidos teóricos y experimentales de la práctica ayudan a la comprensión y realización de la misma	4,33±0,73
El disponer de los vídeos y archivos power-point en el campus virtual previo a la realización de la práctica me parece de utilidad	4,41±0,73
Me parece interesante la incorporación de este tipo de herramientas en las prácticas	4,55±0,66
Las herramientas incorporadas en prácticas resultan complementarias de la guía de prácticas	4,26±0,74
Me parece adecuado la introducción de este tipo de metodologías en las prácticas de asignaturas similares	4,51±0,61
Las metodologías analíticas redactadas como instrucciones técnicas facilitan la comprensión de la práctica	4,25±0,81
Es conveniente disponer de las instrucciones de manejo de los instrumentos	4,47±0,71
He utilizado las instrucciones de manejo de los instrumentos	3,53±1,209
Es conveniente disponer de las instrucciones de calibración y mantenimiento de los instrumentos	3,94±0,91
Me ha resultado interesante conocer el estado de calibración y mantenimiento de los instrumentos	3,50±0,96
Es conveniente disponer de las hojas de seguridad de los distintos reactivos utilizados en prácticas	4,41±0,74
Las normas de seguridad del laboratorio y las hojas de seguridad de los reactivos se comprenden con facilidad.	4,38±0,77
He consultado los códigos R y S de algunos reactivos utilizados en prácticas	2,59±1,24
En las prácticas he tenido información suficiente sobre la seguridad en el laboratorio	4,24±0,77
La ayuda de los profesores en prácticas ha sido correcta, estando accesible ante cualquier problema o duda	4,64±0,61
Los laboratorios y su equipamiento son adecuados para las actividades a desarrollar	4,28±0,79
Considero que el sistema de gestión de calidad me ha proporcionado una visión más cercana del modo de gestionar hoy día los laboratorios	3,78±0,81
A partir de las informaciones previas a las prácticas, he comprendido el significado y la importancia del sistema de gestión de calidad implantado	3,65±0,82
El sistema de gestión de calidad me ha proporcionado una información que he podido asimilar en el transcurso de las prácticas.	3,55±0,85
La implantación de un sistema de gestión de calidad es un elemento diferenciador de las prácticas de esta asignatura respecto a otras prácticas del Grado	3,89±0,90

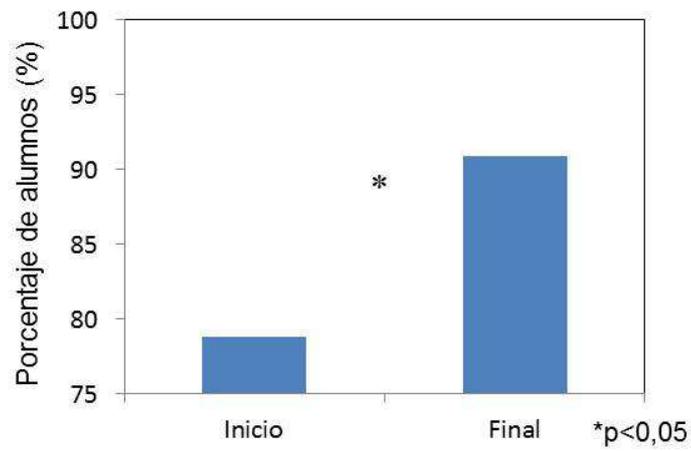


Figura 1.- Porcentaje de alumnos que obtuvieron una nota superior a 8,5 al iniciar y finalizar las prácticas

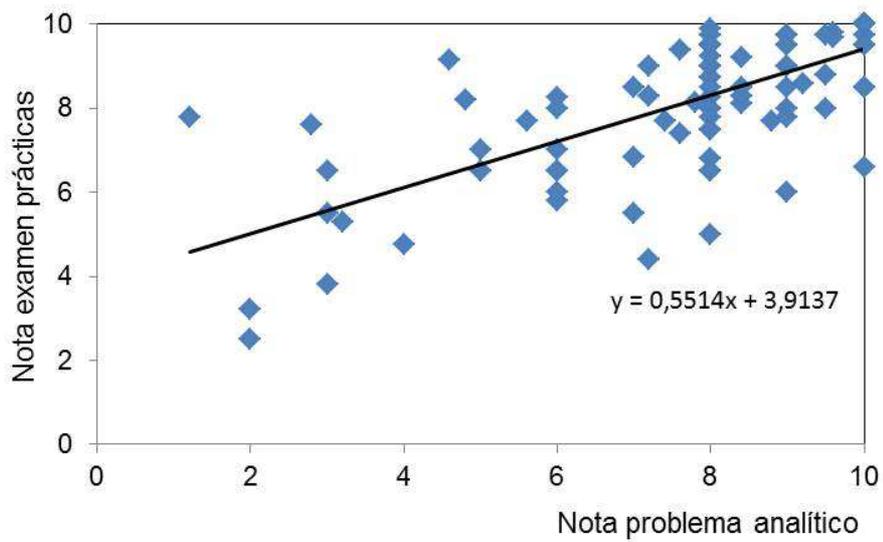


Figura 2.- Relación entre la nota obtenida en el problema analítico propuesto y la calificación final obtenida en el examen de las prácticas