

Originales

- » **Tráfico inverso: una actividad ilícita emergente en la cadena de suministro de medicamentos en España.**
Vázquez Mourelle R, Cadórniga Valiño L, Torres Martín L, Rodríguez Costa E, Pose Reino JM, Álvaro Esteban P.
- » **Aprendizaje significativo del alumnado de física aplicada del grado en farmacia: evaluación basada en el empleo de cuestionarios.**
Gruoso E, Pérez-Tejeda P, Prado-Gotor R.
- » **Desarrollo gradual de las competencias transversales en el Grado de Farmacia. Metodologías y herramientas de evaluación para el “profesional en formación”**
Fernández de Aránguiz MY, Berraondo MR, Fernández de Aránguiz A, Lecea B, Ayerbe M, Ruiz-Ortega JA, Zárate J, Salvador A, Esquisabel A, Igartua M, Hernández RM.
- » **El Museo de Historia de la Farmacia como instrumento de investigación y educación superior: contribuciones respecto al Laboratorio Municipal de Sevilla.**
Ramos Carrillo A, Ruiz Altaba R.
- » **Impacto de la evaluación formativa en el aprendizaje de la Farmacología: un seguimiento de tres años**
Fernández Alfonso M.
- » **Ventajas e inconvenientes de la asistencia obligatoria a “Fisiología de la Digestión”, una asignatura de posgrado.**
Nogales F, Ojeda ML, Carreras O.

Artículos Especiales

- » **Formulation and evaluation of osmotic drug delivery system of ibuprofen.**
Anju CL, Palanichamy S, Rajesh M, Ramasubramanian P, Solairaj P.

Aprendizaje significativo del alumnado de física aplicada del grado en farmacia: evaluación basada en el empleo de cuestionarios.

Elia Grueso, Pilar Pérez-Tejeda, Rafael Prado-Gotor.

Dpto. de Química Física, Facultad de Química, Universidad de Sevilla (España).

Original Article Artículo Original

Correspondence/Correspondencia:

Elia Grueso.
Dpto de Química Física, Facultad de Química,
Universidad de Sevilla.
C/Profesor García González, s/n, 4
1012. Sevilla (España).
E-mail: elia@us.es

Competing interest / Conflicto de intereses:

The authors state no conflict of interest

Fundings / Financiación:

The authors have received no payment in the preparation of this manuscript.

Received: 15-05-2014

Accepted: 20.10.2014

RESUMEN

Objetivos: Se han detectado claras deficiencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje en las prácticas de la asignatura de “Física Aplicada a Ciencias de la Salud” del primer curso del Grado en Farmacia. Por tanto, el objetivo de este trabajo es desarrollar un sencillo programa de evaluación que permita extraer información inmediata sobre la práctica docente, permitiendo modificar la secuencia de actividades y la metodología.

Material y Métodos: Se emplearon idénticos cuestionarios iniciales y finales a la práctica docente que fueron diseñados en base a problemas y/o preguntas clave, trabajadas en clase. Los resultados fueron clasificados en distintos modelos y representados, de acuerdo con su complejidad, en escaleras de aprendizaje.

Resultados: La clasificación de los resultados de los cuestionarios inicial y final en modelos de pensamiento mostró una evolución positiva del aprendizaje del alumnado. En concreto, el 57% de los alumnos evolucionó hacia esquemas de pensamientos más complejos en el caso de la práctica del Calor Específico, mientras que un 60% de los alumnos lo hicieron en el caso de la Práctica de Arquímedes.

Conclusiones: Profesores y alumnos coinciden en que el proceso de enseñanza-aprendizaje resulta mucho más completo y atractivo cuando se fomenta la participación del alumno y la reflexión. Un objetivo en un futuro próximo es tratar de repetir esta experiencia en diferentes grupos de alumnos para comparar resultados, analizar con más profundidad las dificultades en la asimilación de conceptos y diseñar nuevas estrategias docentes.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje significativo, Cuestionarios, Evaluación, Física Aplicada.

ABSTRACT

Aim: It has been detected clearly deficiencies in the teaching-learning process for the practice subject of “Physics Applied Health Sciences” which is taught in the first course of the Degree in Pharmacy. Therefore, the motivation of this work is the development of a simple evaluation program that permits to gain prompt information about the teaching process which allows the modification of the activities sequence and methodology.

Materials and Methods: Identical initial and final questionnaires were employed in the teaching practice based on problems and/or key questions worked in class. The results were classified in different models and represented, according to their complexity, in stairs of learning.

Results: The classification of the questionnaires results in model thinking denoted a positive evolution of the student learning. In particular, in the case of the Determination of the Specific Heat around a 57 % of the students evolved into more complex thoughts schemes, while a 60% of the students did the same for the Archimedes practice.

Conclusion: Teachers and students concur that the teaching-learning process is much more complete and attractive when student participation and reflection was encouraged. A goal in the near future could be try to repeat this experience with students of different groups to compare results, analyze in depth the difficulties in the assimilation of concepts and the design of new teaching strategies.

KEY WORDS: Applied Physics, Evaluation, Meaningful learning, Questionnaires.

INTRODUCCIÓN.

La adaptación de la universidad española al entorno educativo desarrollado en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) supone un cambio y reformulación de la metodología docente¹, basada casi exclusivamente en las clases magistrales, para enfocarse en un sistema que evalúa el trabajo del alumno y requiere que el alumno participe activamente en el proceso de enseñanza-aprendizaje, convirtiéndose en el eje del mismo.

En el momento de adoptar una metodología docente, hay que plantearse cuáles son los objetivos generales de la enseñanza universitaria. Entre los que destacaba Ortega y Gasset, puede señalarse: "La Investigación científica y la educación de nuevos hombres de la ciencia"². La idea de la educación de nuevos hombres de la ciencia conecta con el concepto de aprendizaje duradero en el alumno. Según Ken Bain, para encontrar evidencias de ello debemos prestar atención a lo que hablan nuestros alumnos y buscar determinados signos.³ Una forma sencilla de buscarlos consiste en emplear ejercicios breves tipo cuestionario antes y después de trabajar una lección, lo cual refleja en gran medida la forma de pensar de los alumnos y los conocimientos y conclusiones que han quedado fijadas de forma duradera. Una práctica habitual para fomentar el aprendizaje es el empleo del método ABP (Aprendizaje Basado en Problemas), en el cuál los estudiantes se enfrentan a problemas de diversa índole.⁴

Por otra parte, la relación entre la teoría y la práctica constituye un eterno problema, y en ocasiones, un reto en casi todos los ámbitos de la vida. En el ámbito docente, la práctica, según Clemente, es el saber hacer, tanto si lo realizamos materialmente como si no.⁵ En la docencia universitaria los problemas en la relación teoría-práctica son especialmente significativos, en particular, para las asignaturas del área de ciencias. Así, las fuertes deficiencias en la asimilación y puesta en práctica de los contenidos de la asignatura teórico-práctica de Física Aplicada del Grado en Farmacia, constituyen un claro ejemplo de esta problemática. En este trabajo se ha desarrollado y puesto a punto un procedimiento de evaluación de los conocimientos asimilados por los alumnos en la asignatura de Física Aplicada basada en empleo de cuestionarios iniciales y finales a la práctica docente.

MATERIAL Y MÉTODOS.

Este estudio fue dirigido a alumnos de primer curso del Grado en Farmacia de la Universidad de Sevilla durante el curso 2013/2014. En concreto, a los alumnos de prácticas de la asignatura de Física Aplicada. Se llevó a cabo una reflexión crítica y profunda sobre cuáles eran los conceptos

más importantes a trabajar, su jerarquía, clasificación y relación entre ellos, con la elaboración de mapas conceptuales. Se diseñaron posteriormente las actividades y preguntas clave necesarias para trabajarlos. La práctica docente se fundamentó en los siguientes métodos: (1) aprendizaje basado en problemas (ABP), cuyo punto de partida es un problema que el alumnado debe resolver para adquirir una serie de competencias⁶, (2) aprendizaje basado en la práctica, que supone cambiar el eje de acción del docente⁷, y (3) aprendizaje colaborativo e interactivo, en el que el éxito del alumno no sólo es personal sino grupal.⁸ Por tanto, el tipo de aprendizaje fue individual, en pequeños grupos y en gran grupo.

Para evaluar el grado de aprendizaje del alumnado, se emplearon idénticos cuestionarios iniciales y finales a la práctica docente. Los cuestionarios pretenden evaluar el grado de aprendizaje de los conceptos trabajados a través de la secuencia de actividades y preguntas clave. Algunas de las preguntas realizadas en los cuestionarios se incluyen en la Tabla 1. Posteriormente, los resultados fueron clasificados en modelos de pensamiento y representados atendiendo a su complejidad en escaleras de aprendizaje.

RESULTADOS.

Los resultados de las preguntas realizadas en los cuestionarios (véase Tabla 1) fueron clasificados en modelos de pensamiento de acuerdo con su complejidad. La Figura 1 muestra la clasificación en modelos correspondientes a la pregunta 2 del cuestionario realizado en la práctica de la determinación del calor específico de un sólido. Como puede verse en la figura se detectaron 4 niveles de aprendizaje diferentes (A, B, C y D) cuya complejidad se incrementa al aumentar la altura que ocupa el nivel en la escalera. Así, el modelo D es el más simple y el A el más complejo y cercano a la realidad física. Además, la altura de cada escalón también da cuenta de las dificultades que debe superar el alumno para pasar de un modelo a otro. Por ejemplo, en la Figura 1 puede verse como para pasar del nivel C al B, el alumno debe relacionar el aumento de temperatura con la absorción de calor en el sistema. Una comparación de los resultados obtenidos en los cuestionarios inicial y final, en forma de porcentajes, se recogen en la Figura 2. Como puede verse en esta figura el aprendizaje global de la clase fue positivo ya que en el cuestionario inicial el 100% de la clase se encuentra distribuida entre los modelos D, C y B, mientras que en el cuestionario final la clase se encuentra distribuida, fundamentalmente, entre los modelos B y A. Por otra parte, es importante destacar que a pesar de que el tema del calor específico ya había sido abordado en las clases de teoría, no se encuentra inicialmente ningún alumno en el modelo A. Resultados similares se obtuvieron

Tabla 1. Algunas preguntas realizadas en los cuestionarios correspondientes a la Práctica de Calor Específico y de Principio de Arquímedes. .

Nº PREGUNTA	PRÁCTICA DEL CALOR ESPECÍFICO	PRÁCTICA DEL PRINCIPIO DE ARQUÍMEDES
1	Ordene de forma secuencial la respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los procesos fisicoquímicos implicados en el proceso de calentar agua destilada desde 20°C a 110 °C?	Para que un cuerpo flote, ¿será mejor que el cuerpo sea más o menos denso que el fluido donde se sumerge?
2	¿Cuáles serían las transferencias de calor existentes en el proceso de calentar agua desde 20°C hasta 110°C? ¿El calor es absorbido o cedido por el agua?	Imagine que tiene que sumergir dos cilindros del mismo volumen en agua, uno de hierro y otro de cobre. ¿Cómo piensa que serán los empujes que experimenten ambos cilindros, iguales o distintos?.
3	Verdadero o falso. Razone su respuesta. a) El calor específico de 1 kg de madera es mayor que el de 0,2 kg del mismo material. b) La capacidad calorífica del agua es de 4,18 kJ. c) Para mantener la temperatura de una habitación constante es mejor rodearla de agua que de madera. Datos: $ce = Q/m \cdot \Delta T$; ce (agua) = 4,18 kJ/kg.°C; ce (madera) = 1,40 kJ/kg.°C.	Seleccione la opción correcta. Razone su respuesta. a) Cuanto mayor es el volumen de un cuerpo sumergido ($V_{sumergido}$) parcialmente en un fluido mayor es el empuje (B). b) El empuje (B) que experimenta un cuerpo depende únicamente del volumen del cuerpo que se sumerge. c) El empuje (B) que experimenta un cuerpo depende del volumen y de la densidad del cuerpo que se sumerge dentro del fluido. d) El empuje que experimenta un cuerpo depende del volumen del cuerpo y de la densidad del fluido donde lo sumergimos.
4	Señale con una cruz la respuesta correcta. ¿Cuál es la energía mínima necesaria que hay que aplicar a una olla de acero de 1.0 kg que contiene 1,0 kg de agua destilada para elevar la temperatura de ambos 10°C? Datos: $Q = m \cdot ce \cdot \Delta T$; ce (acero) = 450 J/kg.°C; ce (agua) = 4,18 kJ/kg.°C. a) 46,3 kJ; b) 41,8 kJ; c) $4,5 \times 10^3$ J; d) 19500 kJ.	Elija la respuesta correcta. El empuje que experimenta un cilindro de cobre de $9 \times 10^{-6} \text{ m}^3$ de volumen dentro de agua es de 0,09 N. El peso del cilindro fuera del agua es de 0,35 N. ¿Cuál sería su peso aparente? Datos: $B = P - P_{app}$. a) 0,41 N b) 0,26 N c) 0,03 N.

para el resto de las preguntas de los distintos cuestionarios (véase Tabla 2 y 3).

Un estudio más individualizado de los resultados de un grupo de alumnos se muestra como ejemplo en la Tabla 4 para la pregunta 2 del cuestionario de la práctica de Calor Específico. Al analizar los resultados de la tabla se evidencia que la práctica docente influyó muy positivamente en parte de los alumnos encuestados, cambiando sus esquemas de pensamiento hacia modelos más complejos. Sin embargo, algunos alumnos no modificaron sus esquemas, permaneciendo en el mismo modelo.

DISCUSIÓN.

Como afirmaba Biggs, el nuevo reto en el EEES consistiría en alinear la evaluación con los resultados de aprendizaje y las actividades en aprendizaje-enseñanza a realizar.⁹ Es decir, ajustar la práctica docente de forma coherente, lo que enseñamos y trabajamos en las clases debe ajustarse a lo que exigimos en la evaluación. Sin embargo, este reto está muy lejos de la habitual práctica docente. En este estudio hemos intentado adoptar esta coherencia en nuestra práctica docente proponiendo una nueva metodología más participativa, reflexiva y divertida para el alumno.

Tabla 2. Resultados expresados en forma de porcentajes agrupadas en los diferentes modelos correspondientes al cuestionario de calor específico.

PREGUNTA	CUESTIONARIO INICIAL				CUESTIONARIO FINAL			
	A	B	C	D	A	B	C	D
P1	0%	40%	40%	20%	10%	70%	20%	0%
P2	0%	40%	40%	20%	60%	30%	10%	0%
P3a	0%	30%	60%	10%	80%	20%	0%	0%
P3b	0%	30%	70%		60%	20%	20%	
P3c	0%	40%	50%	10%	20%	70%	10%	0%
P4	10%	80%	10%		80%	20%	0%	

Tabla 3. Resultados expresados en forma de porcentajes agrupadas en los diferentes modelos correspondientes al cuestionario de Arquímedes.

PREGUNTA	CUESTIONARIO INICIAL					CUESTIONARIO FINAL				
	A	B	C	D	E	A	B	C	D	E
P1	0%	8,3%	41,7%	41,7%	8,3%	8,3%	25%	49%	16,7%	0%
P2	0%	32,5%	50%	16,5%		16,5%	67%	16,5%	0%	
P3	0%	8,5%	33%	50%	8,5%	25%	41,5%	8,5%	25%	0%
P4	0%	83,3%	16,7%			8,3%	91,7%	0%		

Tabla 4. Distribución de los alumnos de una clase entre los modelos inicial y final correspondiente a la pregunta 2.

CUESTIONARIO N°	MODELO INICIAL	MODELO FINAL	EVALUACIÓN
1	C	A	↑↑ +
2	C	A	↑↑ +
3	D	A	↑↑↑ +
4	B	A	↑ +
5	C	A	↑↑ +
6	B	B	=
7	C	C	=
8	B	B	=
9	B	B	=
10	D	A	↑↑↑ +

Figura 1. Representación de los modelos o esquemas de pensamiento detectados en los alumnos correspondientes a la pregunta número 2 de la Tabla 1

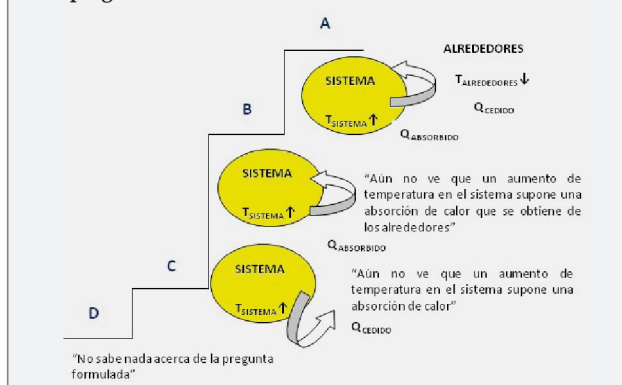
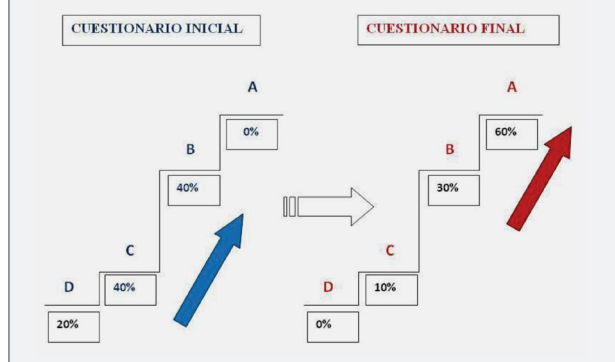


Figura 2. Organización de los resultados obtenidos en porcentajes de los cuestionarios inicial y final correspondientes a la pregunta 2 de la Tabla 1.



Como diría Stephen Di Carlo, a veces es mejor sacrificar parte de los contenidos en aras de la reflexión del alumno y su diversión.¹⁰ Los datos recogidos en las tablas 2 y 3 revelan que los resultados obtenidos aplicando esta nueva metodología han sido muy positivos. Además, otro dato significativo es que el porcentaje de suspensos fue igual o inferior al 10% del total de la clase en las aulas donde se aplicó esta metodología, mientras que en los grupos donde no fue aplicada esta metodología este porcentaje se elevó al 50%. Esto es, a pesar de que el sistema de evaluación, que consistía en la calificación de un examen teórico al finalizar las prácticas y los resultados del cuadernillo de prácticas, nada tenía que ver con los resultados de los cuestionarios inicial y final.

Centrándonos algo más en las dos prácticas analizadas (calor específico y principio de Arquímedes), los resultados de las tablas 2 y 3, revelan que la práctica del calor específico fue mejor asimilada por los alumnos. Así, al menos un 80% de las respuestas del cuestionario final estuvieron distribuidas entre los modelos A y B en la práctica de calor específico, mientras que en las preguntas P1 y P3 de Arquímedes el porcentaje fue inferior al 40% y al 67%, respectivamente (véase Tabla 3). Por otra parte, aunque en general el número de alumnos que no modificaron sus

esquemas de pensamiento fue siempre inferior al que sí lo hacía (véase Tabla 4), en la práctica del calor específico esta diferencia fue menos significativa. Quizás todo ello pueda deberse al tipo de pregunta formulada en los cuestionarios (véase Tabla 1). De esta forma, las preguntas formuladas en el cuestionario del calor específico fueron más reflexivas y abiertas, mientras que las planteadas en la práctica del principio de Arquímedes fueron más directas e implicaron una menor reflexión sobre los contenidos. A partir de las observaciones realizadas, después de aplicar esta estrategia docente, podemos deducir que las preguntas bien formuladas sirven como estímulo para el alumno para dar respuestas inteligentes. Es decir, estos resultados están de acuerdo con la teoría de Piaget, según la cual, es necesario provocar un desequilibrio en las estructuras cognitivas del alumno para que puedan aprender.¹¹

CONCLUSIONES.

La puesta a punto de este programa de evaluación de los contenidos de las prácticas de la asignatura de Física Aplicada y los resultados obtenidos han sido satisfactorios tanto para el profesor como para los alumnos que reconocen mayoritariamente que el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje resulta mucho más completo y

atractivo. Al comparar los resultados de los cuestionarios inicial y final se ha observado una evolución positiva de la clase hacia modelos más complejos y cercanos a la realidad física. Sin embargo, algunos alumnos parecen no modificar sus modelos de pensamiento, por lo que habrá que seguir trabajando e introduciendo nuevas preguntas clave que sean un reto para los alumnos.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Rodríguez-Fuentes A, Caurcel-Cara M J, Ramos-García A M. Didáctica del Espacio Europeo de Educación Superior. Guías de Trabajo Autónomo. Madrid: EOS Universitaria, 2008. pp. 53-55.
2. Ortega y Gasset, J. Misión de la Universidad, 2ª ed. Madrid: Revista de Occidente, 1975. pp. 78-79.
3. Bain K. Lo que hacen los mejores profesores universitarios. Barcelona: Publicaciones de la Universidad de Valencia, 2007. pp. 20-22.
4. Boud D, Felletti G. The Challenge of Problem-Based Learning. 2ª ed. Londres: Kogan Page Limited, 1997. pp. 1-14.
5. Clemente, M. La complejidad de las relaciones teórico-práctica en educación. Teoría de la educación. 2007; 19: 25-46.
6. De Miguel Díaz M, Alfaro Rocher I J, Apodaca Urquijo P, Arias Blanco J M, García Jiménez E, Lobato Fraile C, Pérez Boullosa A. Modalidades de enseñanza basadas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior. Oviedo: Ediciones Universidad de Oviedo, 2005. pp. 37-40.
7. Zabalza M A. El prácticum en la formación universitaria: estado de la cuestión. Revista de Educación, 2010; 354: 21-43.
8. Johnson D W, Johnson R T. Research on motivation in education. Vol (II): The classroom milieu. New York: New York Academic press, 1985. pp. 289-303.
9. Biggs, J B. Calidad del aprendizaje universitario. Madrid: Nancea, 2005. pp. 29-30.
10. Stephen E, D. Too much content, not enough thinking, and too little FUN!. Advances in Physiology Education. 2009; 33: 257-264.
11. Kitchener R. Piaget's theory of knowledge. New Haven: Yale University Press, 1986. pp. 1-230.