



INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

Análisis de las percepciones de los alumnos sobre la metodología *flipped classroom* para la enseñanza de técnicas avanzadas en laboratorios de análisis de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes



Lina Melo^{a,*} y Ramiro Sánchez^b

^a Departamento de Didáctica de las Matemáticas y Didáctica de las Ciencias Experimentales, Facultad de Educación, Universidad de Salamanca, Salamanca, España

^b Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de Extremadura-Intaex, Badajoz, España

Recibido el 20 de junio de 2016; aceptado el 26 de septiembre de 2016

Disponible en Internet el 3 de diciembre de 2016

PALABRAS CLAVE

Flipped classrooms;
Videos didácticos;
Enseñanza de la química;
Enseñanza en espacios no formales;
Actividades prácticas de laboratorio

KEYWORDS

Flipped classrooms;
Instructional videos;
Chemistry teaching;
Teaching in non-formal spaces;
Laboratory activities

Resumen Presentamos una experiencia en la cual se analizan las percepciones de los alumnos sobre la metodología *flipped classroom*, para la enseñanza de técnicas avanzadas en laboratorios de análisis de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes en alimentos de origen animal, realizada con 31 participantes profesionales de diferentes áreas en un curso de cualificación profesional para técnicos de laboratorio en España. Los resultados muestran que las concepciones que los participantes tienen sobre el aprendizaje del contenido influyen en la valoración y aceptación de la metodología utilizada.

© 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-ND (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Analysis of the perceptions of students on the flipped classroom methodology for teaching advanced techniques in analysis laboratories of residues of veterinary drugs and contaminants

Abstract We present an experience in which we analyze the perceptions of students about the flipped classroom methodology for teaching on advanced techniques in laboratories of residues of veterinary drugs and contaminants. It was conducted with 31 participants, professionals from different areas, in a professional qualification course for laboratory technicians in Spain under

* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: lina.viviana.melo@gmail.com (L. Melo).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

the model flipped classrooms. We analyze the feedback from participants on the usefulness of the resources used and the methodology followed. The results show that conceptions of participants on learning influence on assessment and acceptance of this methodology.

© 2016 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Química. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Introducción

Flipped classroom o clase invertida es un modelo pedagógico que transfiere parte de los procesos de aprendizaje que convencionalmente se llevan a cabo durante el desarrollo de una clase y fuera de esta, utilizando las TIC como herramienta con el fin de potenciar o profundizar en otros aspectos del proceso de enseñanza-aprendizaje dentro del aula (Bergmann y Sams, 2014). En términos generales, los profesores tienen más tiempo en el aula para trabajar con cada estudiante, conocer mejor sus necesidades y sus avances. Asimismo, el alumnado tiene la oportunidad de hacer preguntas y resolver los problemas con la guía de sus profesores, de modo que se favorece la creación de un ambiente de aprendizaje colaborativo.

Milman (2012) señala que dicha metodología incluye además la evaluación formativa y la sumativa, así como el desarrollo de actividades significativas de aprendizaje. En concordancia con Teo, Tan, Yan, Teo y Yeo (2014), nosotros consideramos que la clase invertida se refiere a un conjunto amplio de consideraciones curriculares dirigidas a aumentar la participación activa de los estudiantes, tanto fuera como dentro del aula.

La idea de invertir la clase para fomentar la participación activa y colaborativa del alumnado se ha utilizado ampliamente en la enseñanza de la Química, principalmente en contextos universitarios (Eichler y Peebles, 2016; Fautch, 2015; Flynn, 2015; Seery, 2015; Smith, 2013; Teo et al., 2014). Los resultados muestran que esta metodología se ha utilizado mayoritariamente para sustituir clases magistrales o expositivas con el fin de conseguir más tiempo para trabajar en clase. En todos los casos se reportan beneficios en términos de la motivación y satisfacción del alumnado hacia la metodología seguida en clase, así como un incremento en la autonomía del alumnado frente a su propio proceso de aprendizaje.

Contemplando el carácter innovador y el impacto de esta metodología en la enseñanza y el aprendizaje de la Química, se planteó su utilización durante el desarrollo de un curso de cualificación profesional para técnicos de laboratorio, sobre la temática: técnicas avanzadas en laboratorios de análisis de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes en alimentos de origen animal, con el fin de facilitar su aprendizaje. En este estudio se analizan la percepción de los participantes sobre la utilidad de los recursos empleados y la metodología seguida.

El contenido fue seleccionado tanto por su importancia social como por la complejidad que conlleva la determinación de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes en el laboratorio (Fajardo-Zapata, Méndez-Casallas y Molina, 2011; Lozano y Arias, 2008). Las sustancias a determinar se encuentran a niveles traza, exigiendo la

previa concentración y purificación del analito a determinar. Además, la detección y determinación se llevan a cabo con técnicas más sensibles, selectivas y específicas (Danaher, Howells, Crooks, Cerkvenik-Flajs y O’Keeffe, 2006; Yoshii, Kaihara, Tsumura, Ishimitsu y Tonogai, 2000), que en la mayoría de los casos corresponden a técnicas de confirmación como la cromatografía con espectrometría de masas (FAO/WHO, 2016).

En la actualidad, la vigilancia y el control de estas sustancias y sus residuos (WHO, 2016; FAO/WHO, 2016) viene regulado por medio de la Directiva del Consejo 96/23/CE y su incorporación al derecho interno español a través del Real Decreto 1749/1998. Mediante esta base legal, todos los Estados Miembros de la UE, y por tanto España, adoptan y ponen en práctica un Plan Nacional de Control de Residuos (PNIR) para determinados residuos. En este plan se establecen las frecuencias y los niveles de muestreo y los grupos de sustancias a analizar en cada tipo de animal o producto de origen animal.

Por último, son cada vez más las propuestas para la enseñanza de la Química bajo el paradigma constructivista que promueven prácticas de laboratorio con una orientación del trabajo experimental como una actividad investigativa (Hodson, 1994; Seré, 2002), en la cual se reconoce la creatividad del trabajo científico (Hart, Mulhall, Berry, Loughran y Gunstone, 2000; Flores, Caballero y Moreira, 2009; Tiberghien, Veillard, Le Marechal y Buty, 2001) y se promueve el trabajo colaborativo. Estas propuestas han reportado mejoras en el aprendizaje significativo tanto de contenidos conceptuales como procedimentales (Seré, 2002), situación que también puede ser propiciada a través del modelo *flipped classroom*. Sin embargo, en escasas ocasiones ha sido utilizado para promover prácticas de laboratorio o trabajo experimental en el aula.

Metodología

En esta sección describimos los objetivos de la experiencia propuesta, el contexto de la investigación, los participantes, el diseño de la clase invertida para la enseñanza de técnicas avanzadas en laboratorios de análisis de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes en alimentos de origen animal, y los instrumentos utilizados para valorar la experiencia propuesta.

Objetivo de la experiencia

A la vista de la dificultad que tienen los participantes de nuestro estudio a la hora de adquirir las competencias específicas relacionadas con las técnicas de análisis en la detección de residuos y contaminantes, como son el manejo de la instrumentación, la comprensión sobre el fundamento

Tabla 1 Estructura del curso

Sesión	N.º horas presenciales	Contenido
1	5	Introducción al curso Plan Nacional de Investigación de Residuos
2	5	Técnicas y resultados laboratorio Plan Nacional de Investigación de Residuos
3	2.5	Análisis microbiológico en agua de consumo humano
4	2.5	Análisis fisicoquímico en agua de consumo humano
5	2	Reglamento de contaminantes en alimentos
6	3	Residuos fitosanitarios en productos agrícolas
7	3	Plaguicidas en aguas, grasas y productos vegetales
8	2	Conclusiones y evaluación

químico de las operaciones básicas, la capacidad de corregir errores, de obtener resultados de calidad con reproducibilidad y repetibilidad, y con la idea de tener más tiempo de enseñanza y discusión en clase, se diseñó una *flipped classroom* para trabajar dicho tema, con los siguientes objetivos:

1. Diseñar material propio para la enseñanza-aprendizaje de técnicas de análisis en la detección de residuos, antes de las prácticas de laboratorio.
2. Fomentar el aprendizaje autónomo y el razonamiento crítico.
3. Desarrollar la capacidad de aplicar los conocimientos a la práctica.
4. Obtener la percepción de los alumnos respecto al empleo de esta metodología. En este estudio nos centraremos en evaluar el cuarto objetivo. Consideramos que la percepción sobre la metodología y el contexto de enseñanza influyen en los aprendizajes y actitudes del alumnado.

Contexto de la experiencia y participantes

El curso iba dirigido a técnicos de laboratorios de la administración pública. El curso tuvo una duración final de 25 h. Las temáticas trabajadas se muestran en la [tabla 1](#). La sesión diseñada mediante la metodología *flipped classroom* fue la segunda, que incluía: toma de muestras del alimento a analizar, transporte y conservación de las muestras, tipo de análisis a realizar según la sustancia buscada (naturaleza química) y la matriz en la que se encuentra, resultados esperados, e interpretación de los resultados según la normativa vigente.

Un total de 31 participantes siguieron el curso descrito, 8 farmacéuticos y 23 veterinarios. Solo 4 participantes tenían conocimientos sobre el análisis de residuos de medicamentos veterinarios según el PNIR, 8 habían trabajado con muestras de agua y conocían el reglamento de contaminantes y ninguno de las participantes había trabajado con residuos en productos de origen vegetal.

Descripción de la experiencia

Para que los participantes llevaran a cabo dicha experiencia, durante la sesión 1 se dio una pequeña charla en la cual se explicó en qué consistía la metodología de *flipped classroom* y los beneficios que suponía el empleo de la misma para el aprendizaje. Se les entregó una guía con los objetivos y las actividades a desarrollar dentro y fuera del aula, y se les indicó el sitio web donde residía el material de la clase. El material también fue suministrado en CD.

El material para trabajar fuera del aula está constituido por 4 videos que recogen las técnicas más útiles para los participantes según su perfil laboral, los cuales fueron alojados en un canal de YouTube cerrado facilitado a los estudiantes en la clase, y por un texto en pdf con el guion seguido en cada video, la descripción general sobre los análisis fisicoquímicos, el material de laboratorio, los equipos utilizados y un resumen con los elementos esenciales sobre la legislación alimentaria vigente.

Los videos fueron desarrollados por el profesor del curso; las siguientes técnicas fueron consideradas: a) técnicas inmunológicas como ELISA; b) cromatografía de gases, con espectrometría de masas; c) cromatografía en capa fina, y d) cromatografía líquida de alta eficacia con espectrometría de masas. Las muestras analizadas fueron pelo y orina de animal de abasto, pienso y agua de consumo. Analizar las muestras en animal vivo nos asegura que solo se lleven al matadero aquellos que cumplen los requisitos técnico-sanitarios exigidos, asegurándonos que los productos de su origen que llegan a la cadena alimentaria son seguros para el consumidor.

El guion de los videos se preparó con base en los métodos de análisis recomendados por los laboratorios nacionales de referencia para el análisis de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes. Teniendo en cuenta que la duración de cada analítica representada en los videos suele ser de 3 o 4 días, se grabaron todos los pasos a seguir haciendo énfasis en el inicio y fin de cada fase, siempre indicando el tiempo de duración de la misma. Las fases íntimamente ligadas entre sí fueron extracción, purificación, concentración y determinación. A través de ellas se muestran diferentes operaciones básicas que se usan en el laboratorio: pesada, medida de volumen, secado, evaporación, concentración, extracción líquido-líquido, extracción en fase sólida, hidrólisis, centrifugación, cromatografía, etc. El montaje y la edición de los videos se llevó a cabo mediante el software Roxio Digital Media. Fueron varias las tomas realizadas para obtener los primeros planos de los sistemas bifásicos en las extracciones, así como del desarrollo de las distintas operaciones básicas vinculadas a las técnicas. Como resultado final, se obtuvieron entre 10 y 15 tomas en promedio por cada video temático. En la [tabla 2](#) realizamos un resumen sobre los videos elaborados y su duración.

El contenido del guion consta de la explicación del desarrollo de las analíticas completas. Se describen con detalle el fundamento de las operaciones químicas básicas que tienen lugar, así como el funcionamiento de los instrumentos con los que se llevan a cabo dichas operaciones. En los videos se plasma tanto la práctica y ejecución de los análisis como la explicación teórica y los fundamentos fisicoquímicos de los análisis.

Tabla 2 Contenido de los videos y duración

Muestra	Analitos	Técnica	Operaciones básicas vinculadas	Duración aprox.
Pelo	Betagonista	ELISA (análisis de criba)	Pesada, hidrólisis alcalina, extracción líquido-líquido, centrifugación, evaporación en Rotavapor, medida de un volumen, detección con kit ELISA	10 min
Agua	Pesticidas	Cromatografía de gases/MS (análisis de detección y cuantificación)	Medida de volumen, extracción líquido-líquido, evaporación en Rotavapor, detección por cromatografía	12 min
Pienso	Micotoxinas (aflatoxinas)	Cromatografía en capa fina (análisis de detección)	Molienda, pesada, extracción sólido-líquido, agitación, centrifugación, filtración, extracción líquido-líquido, evaporación a sequedad en Rotavapor, aplicación en capa fina, elución en capa fina, detección con UV	20 min
Orina	Esteroides anabolizantes	Cromatografía LC-MSMS (análisis de confirmación y cuantificación)	Medida de un volumen, hidrólisis enzimática, extracción en fase sólida en columna, concentración de muestra por evaporación con corriente de nitrógeno, disolución, determinación por cromatografía	18 min

Consideramos que es esencial realizar la diferencia entre hacer un análisis de manera mecánica y saber el porqué, y el fundamento de lo que se está haciendo, porque ello nos ayuda a predecir e identificar errores y sus posibles correcciones, y en general nos ayuda a interpretar los resultados analíticos. A modo de ejemplo, en la [figura 1](#) mostramos diferentes capturas de pantalla sobre el video en el cual se realiza la determinación de esteroides anabolizantes en orina.

Para involucrar activamente a los participantes se les solicitó reflexionar sobre la química subyacente a cada paso en el procedimiento de laboratorio, las dificultades de ejecución de los procedimientos visionados según sus contextos laborales y los procesos comprendidos. Llegado el momento de la clase, se dispuso de 20 min para discutir en grupos de 4 participantes las reflexiones realizadas, recopilando los elementos comunes y diferentes y propiciando las explicaciones entre los integrantes del grupo. Finalizados los 20 min se compartió el trabajo desarrollado por cada grupo y con la ayuda del profesor se profundizó en las técnicas y las operaciones básicas según la matriz a analizar.

Por último, los participantes fueron al laboratorio donde se les asignó una muestra por grupo, para analizar. Les fue permitido referirse a los videos en sus dispositivos móviles cuando fue necesario solucionar algún problema. De no usar los videos, el número de dudas habría aumentado. En todos los casos los tiempos de espera reales de duración de los análisis no fueron respetados. Finalizada la fase de laboratorio, se les solicitó a los participantes retomar las reflexiones

iniciales y consignar las dudas o comprensiones nuevas: todas ellas fueron expuestas y discutidas a modo de conclusión.

Finalizado el curso, los participantes cumplieron un cuestionario valorando la clase invertida ([anexo](#)). Este cuestionario de respuesta anónima y elaboración propia fue validado por 5 investigadores en Didáctica de las Ciencias. Una vez completados los cuestionarios, los datos se procesaron mediante el paquete estadístico SPSS 19.0 para Windows, trabajando con un nivel de confianza del 95%.

Resultados

Los datos recogidos se han analizado con el paquete SPSS realizando un análisis descriptivo y otros análisis estadísticos complementarios. La prueba alfa de Cronbach sobre los ítems (1 al 10) arroja un coeficiente de fiabilidad de valor 0.837 para este conjunto de ítems, de modo que el instrumento utilizado en este estudio presenta una fiabilidad moderadamente alta. Recordamos que la frecuencia de las cuestiones abordadas estaban medidas en una escala Likert de 1 a 5, en la que 1 corresponde a «muy inadecuado» y 5 a «muy adecuado».

En la [figura 2](#) se aprecia como la interacción entre el profesor y los compañeros ha sido más frecuente y positiva, al igual que la percepción de los participantes sobre su propio aprendizaje. En general, los participantes creen que su aprendizaje fue más activo y experiencial frente a otras experiencias con metodologías expositivas. Otros



Figura 1 Capturas de pantalla sobre el video del proceso de determinación de esteroides anabolizantes en orina.

aspectos que valoran como muy positivos los participantes son la organización y estructura de la clase, el tiempo invertido en el trabajo fuera y dentro del aula, los videos diseñados por el profesor y su influencia en el desarrollo de

las prácticas propuestas durante la sesión. Sin embargo, consideran que la sesión no influirá en su ejercicio profesional.

En cuanto a la metodología empleada, solo un 48.40% la consideran adecuada frente a un 38.7% que son indiferentes

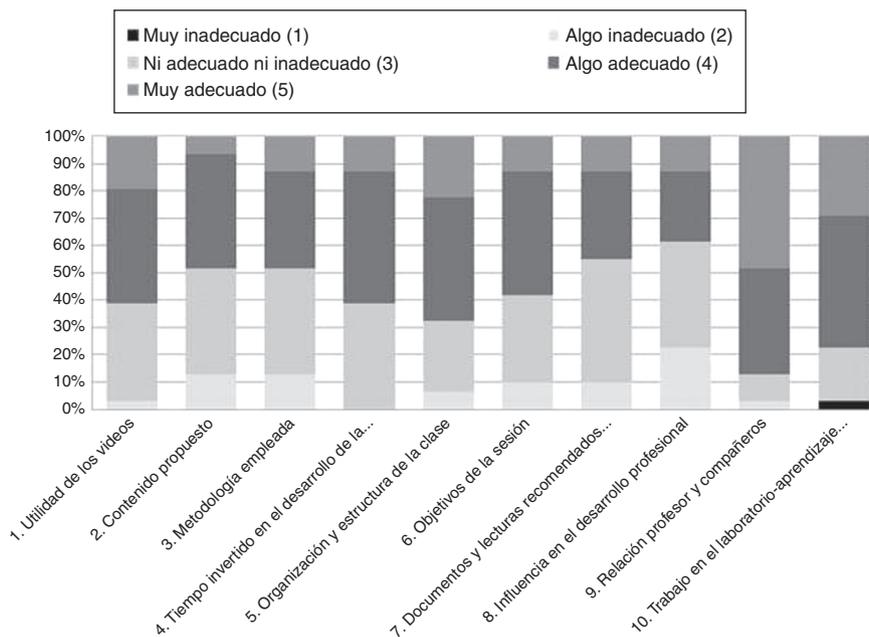


Figura 2 Valoración de la sesión sobre técnicas avanzadas en laboratorios de análisis de residuos y contaminantes bajo la metodología de *flipped classroom*.

Tabla 3 Relación entre la percepción de aprendizaje de los participantes y la valoración de la metodología empleada

	Percepción de aprendizaje			Test U de Mann-Whitney (valor de p)		
	Bajo (B)	Medio (M)	Alto (A)	B-M	M-A	B-A
N (participantes)	18	5	8			
Valoración de la metodología (media \pm DE)	3.416 \pm 0.441	3.900 \pm 0.100	4.200 \pm 0.487	0.027*	0.065	0.003*

DE: desviación estándar.

* Significativo a 0.05.

y un 12.9% que la consideran algo adecuada; por otro lado, su percepción general frente al aprendizaje conseguido es de solo un 66.6%. A pesar de estos resultados, el grado de satisfacción general frente a toda la sesión es altamente positivo con una media del 81.13%, que se debe en su mayoría al uso de los videos. A continuación se muestran las reflexiones de algunos participantes:

- «[...] ha salvado la clase por los videos, pero mejor hubiera estado más clase en el laboratorio».
- «El tema se ha mostrado de una forma atrayente, abarcando los distintos niveles de conocimiento que pudieran tener los alumnos. Los videos facilitan el trabajo en el laboratorio».
- «Es destacable y positivo el material didáctico aportado. Muy elaborado».
- «La sesión ha tenido una importante parte práctica que afianza los conceptos, pero me quedan muchas dudas».
- «La explicación en video resulta muy didáctica e interesante, me ayudó durante la práctica».

Para confirmar la existencia de diferencias entre la percepción que tienen los participantes sobre su aprendizaje según la pregunta 11 del cuestionario y la valoración general de la metodología, se aplicó el test no paramétrico U de Mann-Whitney. Para realizar esta prueba, se dividió en 3 grupos la percepción que tienen los participantes sobre su aprendizaje: bajo (B) correspondiente a las puntuaciones entre 45-66%; medio (M) entre 67-87%, y alto (A) de 88-100%. Los resultados se presentan en la [tabla 3](#).

Los resultados nos sugieren que la aceptación de la metodología frente a una más tradicional por parte de los estudiantes requiere tiempo, y es necesario en el proceso reflexionar sobre el papel del estudiante frente a su propio aprendizaje y la percepción sobre los logros que quiere alcanzar. Finalmente, aspectos como el contenido, los objetivos y las lecturas antes de la clase son considerados aspectos a mejorar.

Discusión y conclusiones

Como sugieren algunas investigaciones, el modelo *flipped classroom* es una alternativa para la enseñanza-aprendizaje del trabajo experimental ([Teo et al., 2014](#)), ya que involucra al alumnado en su propio aprendizaje y le permite interactuar constantemente con su entorno educativo, solucionando problemas y tomando decisiones, como otras metodologías activas a través de las TIC ([Pérez et al., 2009](#); [Rodríguez y Campión, 2016](#)).

En términos generales, la clase invertida permite un reequilibrio de tiempo que el profesorado emplea diciendo a los estudiantes lo que piensa y el tiempo que utiliza preguntándoles al alumnado lo que piensan. El presente artículo aporta a este fin, mostrando por un lado y de forma detallada una experiencia en la cual se invierte una clase para el contexto de las prácticas de laboratorio para la enseñanza de técnicas avanzadas en laboratorios de análisis de residuos de medicamentos veterinarios y contaminantes.

Por otro lado mostramos como a) la visualización de videos anterior a la clase que describen las prácticas de laboratorio a realizar facilita la realización de las mismas, y como b) las concepciones que los participantes tienen sobre el aprendizaje influyen en la valoración y aceptación que realizan de la metodología utilizada.

Otros resultados no difieren de los encontrados en la mayoría de las investigaciones realizadas en el contexto universitario para la enseñanza de la Química, entre los que destacamos: a) los videos se perciben como útiles y fáciles de usar, e influyen en el proceso de aprendizaje ([Jiménez y Llitjós, 2006](#); [Smith, 2013](#)); b) el tiempo de participación activa del alumnado en clase incrementa ([Bergmann y Sams, 2014](#); [Fautch, 2015](#); [Flynn, 2015](#)); c) se percibe una mayor interacción con el profesor y los compañeros ([Milman, 2012](#)); d) la dedicación del profesorado y la creación de los videos es valorada positivamente por el alumnado ([Teo et al., 2014](#)), y e) algunos estudiantes se resisten a la implementación de este modelo frente a uno más tradicional ([Eichler y Peeples, 2016](#)).

Finalmente, consideramos que la propuesta descrita puede ser utilizada en otros contextos de enseñanza, ya que muestra técnicas específicas vinculadas a problemas reales en el laboratorio que raramente son abordadas en la enseñanza reglada. Sin embargo, para posteriores estudios es necesario contrastar el impacto de esta metodología en el aprendizaje del alumnado.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Anexo. Cuestionario de valoración

El cuestionario que se presenta a continuación está elaborado con la finalidad de analizar diferentes aspectos de la sesión 2 de este curso. Este cuestionario es totalmente anónimo, por eso se pide que sea contestado con sinceridad absoluta.

		Muy inadecuado	Algo inadecuado	Ni adecuado ni inadecuado	Algo adecuado	Muy adecuado
1	El material didáctico (videos) utilizado lo considero	1	2	3	4	5
2	El contenido temático me ha parecido	1	2	3	4	5
3	La metodología empleada me ha parecido	1	2	3	4	5
4	El tiempo invertido en el desarrollo de las actividades en clase ha sido	1	2	3	4	5
5	La organización y estructura de la clase me ha parecido	1	2	3	4	5
6	Los objetivos propuestos en esta sesión los considero	1	2	3	4	5
7	La documentación y las lecturas recomendadas antes de la clase han sido	1	2	3	4	5
8	Las enseñanzas recibidas en esta sesión serán muy útiles en mi desarrollo profesional	1	2	3	4	5
9	La relación entre el profesor y los compañeros se ha desarrollado en un clima favorable al aprendizaje	1	2	3	4	5
10	El trabajo en el laboratorio se fundamentó en un aprendizaje más activo y experiencial y me ha parecido	1	2	3	4	5
11	Mi percepción sobre el grado de aprendizaje en esta sesión es			% (0-100)		
12	Mi grado de satisfacción con la experiencia educativa planteada en clase es			% (0-100)		

Sugerencias.

13. Con objeto de mejorar la sesión 2 en lo sucesivo, creo conveniente:

14. ¿Qué aspectos (positivo o negativo) han sido útiles para tu aprendizaje durante la sesión 2?

Referencias

- Bergmann, J. y Sams, A. (2014). Flipped learning: Maximizing face time. *T+D*, 68(2), 28–31.
- Danaher, M., Howells, L., Crooks, S., Cerkenik-Flajs, V. y O’Keeffe, M. (2006). Review of methodology for the determination of macrocyclic lactone residues in biological matrices. *Journal of Chromatography B*, 844(2), 175–203.
- Directiva del Consejo 96/23/CE, de 29 de abril de 1996, relativa a las medidas de control aplicables respecto de determinadas sustancias y sus residuos en los animales vivos y sus productos y por la que se derogan las Directivas 85/358/CEE y 86/469/CEE y las Decisiones 89/187/CEE y 91/664/CEE, *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, n.º L 125 de 23/05/1996, pp. 10–32.
- Eichler, J. F. y Peebles, J. (2016). Flipped classroom modules for large enrollment general chemistry courses: A low barrier approach to increase active learning and improve student grades. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 197–208.
- Fajardo-Zapata, A., Méndez-Casallas, F. y Molina, L. (2011). Residuos de fármacos anabolizantes en carnes destinadas al consumo humano. *Universitas Scientiarum*, 16(1), 77–91.
- FAO/WHO. (2016). *Codex Alimentarius Commission. Procedural manual* (25th ed.). Roma: WHO and FAO.
- Fauth, J. (2015). The flipped classroom for teaching organic chemistry in small classes: Is it effective? *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 179–186.
- Flores, J., Caballero, M. C. y Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*, 33(68), 75–111.
- Flynn, A. (2015). Structure and evaluation of flipped chemistry courses: Organic & spectroscopy, large and small, first to third year, English and French. *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 198–211.
- Hart, C., Mulhall, P., Berry, A., Loughran, J. y Gunstone, R. (2000). What is the purpose of this experiment? Or can students learn something from doing experiments? *Journal of Research in Science Teaching*, 37(7), 655–675.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299–313.
- Jiménez, G. y Llitjós, A. (2006). Una revisión histórica de los recursos didácticos audiovisuales e informáticos en la enseñanza de la química. *REEC: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 1–14.
- Lozano, M. y Arias, D. (2008). Residuos de fármacos en alimentos de origen animal: panorama actual en Colombia. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 21(1), 121–135.
- Milman, N. B. (2012). The flipped classroom strategy: What is it and how can it best be used? *Distance Learning*, 9(3), 85–87.
- Pérez, D., Gras-Martí, A., Gras-Velázquez, A., Guerrero-Guevara, N., Togasi, A. G., Joyce, A., et al. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Educación Química*, 20(3), 320–329.

- Real Decreto 1749/1998. *Boletín Oficial del Estado*. Palma de Mallorca, España, 31 de Julio de 1998.
- Rodríguez, R. S. y Campión, R. S. (2016). *Flipped Learning* en la formación del profesorado de secundaria y bachillerato. Formación para el cambio. *Contextos Educativos: Revista de Educación*, (Extra 1), 117–134.
- Seery, M. (2015). Flipped learning in higher education chemistry: Emerging trends and potential directions. *Chemistry Education Research and Practice*, 16, 758–768.
- Seré, M. G. (2002). Towards renewed research questions from the outcomes of the European project 'Labwork in Science Education'. *Science Education*, 86(5), 624–644.
- Smith, D. (2013). Student attitudes toward flipping the general chemistry classroom. *Chemistry Education Research and Practice*, 14, 607–614.
- Teo, T. W., Tan, K. C. D., Yan, Y. K., Teo, Y. C. y Yeo, L. W. (2014). How flip teaching supports undergraduate chemistry laboratory learning. *Chemistry Education Research and Practice*, 15(4), 550–567.
- Tiberghien, A., Veillard, L., Le Marechal, J. y Buty, C. (2001). An analysis of labwork tasks used in science teaching at upper secondary school and university levels in several European countries. *Science Education*, 85(5), 483–508.
- WHO. (2016). *Guidance document for WHO monographers and reviewers evaluating veterinary drug residues in food (excluding enzyme preparations and flavouring agents), version 1.0*. Geneva: WHO.
- Yoshii, K., Kaihara, A., Tsumura, Y., Ishimitsu, S. y Tonogai, Y. (2000). Liquid chromatographic determination of emamectin, milbemectin, ivermectin and abamectin in crops and confirmation by liquid chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 896(1-2), 75–85.