

INFORME FINAL DE DIFUSIÓ DEL PROJECTE D'INNOVACIÓ DOCENT: ESTRATÈGIES D'AULA INVERSA BASADES EN EINES WEB 2.0 PER A LA MILLORA DEL PROCÉS D'APRENTATGE DE L'ESTUDIANT (2018PID-UB/029)

Coordinadora:

Dra. Núria Serrano Plana. Professora Agregada. Departament d'Enginyeria Química i Química analítica, UB. E-mail: nuria.serrano@ub.edu

Participants:

Miquel Esteban Cortada
José Manuel Díaz Cruz
Oscar Núñez Burcio
Xavier Subirats Vila
Eliana Ramírez Rangel
Jaume Garcia Amorós
Clara Pérez Ràfols
Juan Francisco Ayala Cabrera

Durada del Projecte: de l'1 de Gener de 2019 al 1 de Juliol de 2022

Es presenta com a informe final la difusió portada a terme en el marc del projecte d'innovació docent "Estratègies d'aula inversa basades en eines web 2.0 per a la millora del procés d'aprenentatge de l'estudiant" (2018PID-UB/029). El projecte se centra en el desenvolupament i implementació de noves metodologies docents fonamentades en estratègies d'aula inversa basades en eines web 2.0 que potenciïn l'ús i l'aplicació de les TIC en la nostra activitat docent per garantir el correcte seguiment de l'avaluació continuada de l'estudiant i de l'assoliment de les competències de l'assignatura, fomentar la motivació i participació a classe de l'estudiant, a més de facilitar-ne una retroacció activa, àgil i constant, en definitiva, millorar-ne el seu procés d'aprenentatge.

El projecte s'ha aplicat a les assignatures obligatòries *Química Analítica*, *Enginyeria Química* i *Anàlisi Instrumental* del Grau de Química, *Química Analítica* del Grau d'Enginyeria Química, i *Química Analítica* del Grau de Farmàcia

Difusió del Projecte

Els resultats obtinguts en aquest projecte d'innovació docent han donat lloc a diverses comunicacions en congressos i jornades de difusió, així com a publicacions docents. A continuació es recullen totes aquestes publicacions i comunicacions:

Publicacions:

- **Títol:** Aprendizaje basado en estrategias de clase inversa en la asignatura de Química Analítica
Autors: José Manuel Díaz-Cruz, Eliana Ramírez, Núria Serrano, Xavier Subirats
Revista: Actualidad Analítica 71, 7-10
ISSN: 2444-8818
Revista de la Sociedad Española de Química Analítica (SEQA)
Any: 2020
Clau: Article
- **Títol:** La clase inversa como estrategia de enseñanza-aprendizaje en modalidad virtual en la asignatura de química analítica
Autors: José Manuel Díaz-Cruz, Clara Pérez-Ràfols, Eliana Ramírez, Núria Serrano, Xavier Subirats
Revista: Actualidad Analítica 75, 6-10
ISSN: 2444-8818
Revista de la Sociedad Española de Química Analítica (SEQA)
Any: 2021
Clau: Article
- **Títol:** Introducción de estrategias de aula invertida para la mejora del proceso de aprendizaje del estudiante
Autors: José Manuel Díaz-Cruz, Eliana Ramírez, Núria Serrano, Xavier Subirats
Revista: Revista del Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI), nº 5 (2021)
Editors: CIDUI Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació
Pàgines, inicial: 1 **final:** 10
Any: 2021
ISSN: 2385-6203
Clau: Acta de congrés

Es presenten les publicacions docents.

Comunicacions a congressos:

- **Títol:** Introducción del aula invertida para el estudio de las operaciones unitarias en la asignatura Ingeniería Química del grado de Química de la Universidad de Barcelona
Autors: Eliana Ramírez, Jaume Garcia-Amorós, Núria Serrano
Congrés: V Congreso de Innovación Docente en Ingeniería Química (CIDIQ)
Lloc: Santiago de Compostel·la, Espanya

Any: 2020

Tipus de contribució: Comunicació oral

Es presenta el resum de la comunicació.

- **Títol:** Estratègies d'Aula Inversa Basades en Eines Web 2.0 per a la Millora del Procés d'Aprenentatge de l'Estudiant

Autors: Juan Francisco Ayala-Cabrera, Miquel Esteban, José Manuel Díaz-Cruz, Jaume García, Clara Pérez-Ràfols, Oscar Núñez, Eliana Ramírez, Núria Serrano, Xavier Subirats

Congrés: 1a Jornada de Divulgació de la Recerca, Innovació i Millora Docent a la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona

Lloc: Barcelona, Espanya

Any: 2020

Tipus de contribució: Comunicació oral

Es presenta el programa d'aquesta jornada.

- **Títol:** Introducción de estrategias de aula invertida para la mejora del proceso de aprendizaje del estudiante

Autors: José Manuel Díaz-Cruz, Eliana Ramírez, Núria Serrano, Xavier Subirats

Congrés: XI Congrés Internacional de Docència Universitària i Innovació (CIDUI 2020+1)

Lloc: Format virtual

Any: 2021

Tipus de contribució: Comunicació oral

Es presenta el resum de la comunicació.

- **Títol:** La clase inversa (presencial o virtual) como estrategia de enseñanza-aprendizaje en asignaturas de Química Analítica

Autors: Xavier Subirats, José Manuel Díaz-Cruz, Clara Pérez-Ràfols, Eliana Ramírez, Núria Serrano

Congrés: XXIII Reunión de la Sociedad Española de Química Analítica (SEQA 2022)

Lloc: Oviedo, Espanya

Any: 2022

Tipus de contribució: Comunicació oral

Es presenta el resum de la comunicació.

- **Títol:** Aula invertida como estrategia de aprendizaje activo para mejorar la selección de métodos de calibración en estudiantes de la asignatura Análisis Instrumental

Autors: Oscar Núñez, Núria Serrano, Eliana Ramírez

Congrés: XXIII Reunión de la Sociedad Española de Química Analítica (SEQA 2022)

Lloc: Oviedo, Espanya

Any: 2022

Tipus de contribució: Pòster

Es presenta el resum de la comunicació.

APRENDIZAJE BASADO EN ESTRATEGIAS DE CLASE INVERSA EN LA ASIGNATURA DE QUÍMICA ANALÍTICA

José Manuel Díaz-Cruz, Eliana Ramírez, Núria Serrano, Xavier Subirats
Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Universitat de Barcelona.
Martí i Franquès 1-11, 08028 Barcelona.

Este trabajo plantea el desarrollo e implementación de diferentes estrategias de clase inversa basadas en herramientas web 2.0 en la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química de la Universitat de Barcelona. Se pretende garantizar la consecución de las competencias de la asignatura, fomentar la motivación y participación del estudiante, además de facilitar una retroacción activa, ágil y constante. En definitiva, se intenta mejorar el proceso de aprendizaje de los alumnos.

Introducción

El Espacio Europeo de Educación Superior fomenta un modelo educativo en el que la docencia está centrada en el alumno, preparándolo, sobre todo, para el aprendizaje autónomo. En éste, el papel del profesor cambia completamente: de estar centrado en la simple transmisión de contenidos pasa a ser el gestor del proceso de aprendizaje de los alumnos. Además, este modelo educativo demanda una definición más clara de objetivos, ya que la organización de la formación se orienta de cara a la consecución tanto de competencias específicas de su titulación como competencias transversales, cada vez más demandadas por la sociedad [1]. Por lo tanto, en un modelo centrado en el estudiante las estrategias de aprendizaje y los procedimientos para evaluar su adquisición son de especial relevancia. Todo esto ha promovido la introducción de cambios muy relevantes en las metodologías docentes de las universidades, centrándose en el proceso de aprendizaje del estudiante y en sus resultados, medidos por el grado de adquisición de las competencias.

En este punto, sin embargo, cabe destacar que, sobre todo en asignaturas teóricas, el diseño adecuado de las actividades de aprendizaje evaluadas sigue siendo un reto importante [2], ya que la mayoría de éstas son no presenciales y asincrónicas, lo cual no permite acreditar de manera inequívoca que cada estudiante ha alcanzado las competencias propuestas. Otro aspecto importante a tener en cuenta es que estas actividades se suelen discutir con los estudiantes *a posteriori*, lo que impide una retroacción inmediata que permita detectar y solucionar rápidamente las posibles deficiencias en el proceso de aprendizaje [3].

Desde otro ángulo, es necesario fomentar la participación activa de los estudiantes para mejorar su proceso de aprendizaje, lo cual resulta complicado en grupos numerosos (>60 alumnos) [4]. Esto, pues, obliga a desarrollar estrategias innovadoras basadas en el aprendizaje activo, con la idea de conseguir promover la

participación y reflexión continua de los estudiantes mediante actividades que propicien el diálogo, la colaboración, el desarrollo y la construcción de conocimientos, así como la adquisición de ciertas competencias. Así pues, el aprendizaje activo permite que el alumno tome un papel protagonista y que no se limite a ser un receptor pasivo de la información.

En este sentido, la clase inversa (en inglés *flipped classroom*) es un sistema metodológico según el cual los estudiantes aprenden nuevos contenidos con la lectura, estudio o visualización previa de materiales seleccionados de contenido educativo, normalmente fuera del aula, para luego realizar actividades de carácter práctico, de refuerzo o más individualizadas tutorizadas por un profesor en el aula [5, 6]. En la estrategia docente de clase inversa se invierte la secuencia clásica de acciones constituida por enseñanza, estudio y evaluación, por la secuencia estudio, evaluación y enseñanza. Así pues, con este enfoque, el profesor trasciende el papel de mero transmisor de conocimientos para convertirse en orientador, mediador y supervisor de las tareas de estudio y de aprendizaje de los estudiantes. Bajo este enfoque, las tres estrategias de enseñanza más estudiadas y de las que se dispone de un mayor número de evidencias sobre su efectividad [6] son: i) aprendizaje entre iguales (*peer instruction*); ii) enseñanza a tiempo (*just in time teaching*); y iii) aprendizaje basado en equipos (*team based learning*). El modelo de clase inversa fomenta la autonomía y gestión del tiempo ya que permite a los alumnos un aprendizaje a un ritmo más individual (pueden trabajar en el espacio y tiempo que ellos prefieran, siempre y cuando sea antes de la fecha límite establecida por el profesor). Este enfoque propicia un mayor compromiso del estudiante que, de manera natural, va conociendo, comprendiendo, aplicando, analizando, sintetizando y evaluando los contenidos aprendidos. Otra de las ventajas es que fomenta la creatividad, el pensamiento crítico, así como un aumento de la autoestima y las habilidades comunicativas de los estudiantes. El profesor con este modelo tiene un rol mucho más activo en la preparación de las clases, adaptando los materiales docentes a la forma de aprender de sus estudiantes y a las necesidades cognitivas e instrumentales detectadas (documentos, vídeos, audios, actividades y cuestionarios relacionados,...), y planificando la publicación de estos materiales en las plataformas.

Por otra parte, son claramente visibles los profundos cambios y transformaciones de diferente naturaleza que está provocando la explosión de las conocidas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en todos los ámbitos de nuestra sociedad, así como la

integración en la vida cotidiana de los dispositivos móviles (ordenadores portátiles, tabletas, teléfonos inteligentes...) [7]. Así pues, el aprendizaje con móvil (*m-learning*), entendido como una metodología de enseñanza y aprendizaje que se desarrolla a través de pequeños dispositivos móviles, es una magnífica oportunidad para introducir innovaciones necesarias y urgentes en la enseñanza, y particularmente en la Universidad [8].

Este trabajo se centra en la introducción de la técnica de clase inversa, en la modalidad combinada de enseñanza a tiempo (*just in time teaching*) y de aprendizaje entre iguales (*peer instruction*), en la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química, con el objetivo de hacer un seguimiento continuo y real del proceso de aprendizaje que permita detectar y corregir deficiencias en el mismo y proporcionar una retroacción más efectiva, al mismo tiempo que se fomenta el rol activo de los estudiantes como protagonistas de su proceso de aprendizaje.

Contexto de aplicación y objetivos de aprendizaje

La actividad de clase inversa se ha llevado a cabo en la asignatura Química Analítica (6 ECTS) de los Grados de Química (obligatoria y correspondiente al tercer semestre curricular), Farmacia (de formación básica y correspondiente al segundo semestre curricular) e Ingeniería Química (obligatoria y correspondiente al quinto semestre curricular).

El grupo de Química Analítica del Grado de Química donde se ha aplicado la innovación contaba con 22 alumnos matriculados, de los cuales 19 han participado en la actividad de clase inversa y con un 75% de alumnos que repiten la asignatura. El grupo de Química Analítica del Grado de Farmacia presenta unas características similares: 25 alumnos matriculados, todos repetidores de la asignatura y de los cuales 11 han participado en la actividad. En cambio, el grupo de Química Analítica del Grado de Ingeniería Química era bastante numeroso: 70 estudiantes, de los cuales 66 han participado de la actividad de clase inversa y con sólo 8 alumnos repetidores.

El objetivo de la asignatura Química Analítica es introducir al alumno en el conocimiento de los equilibrios iónicos que fundamentan las reacciones ácido-base, de complejación, de precipitación y de oxidación-reducción, con el fin de poderlos utilizar para la determinación volumétrica y gravimétrica de la concentración de analitos en muestras sencillas.

En concreto, la estrategia de clase inversa que aquí se expone se ha desarrollado en la lección de introducción a los métodos de análisis volumétrico y gravimétrico. Se trata de un tema clave dentro de la asignatura, fundamental para el desarrollo de competencias instrumentales para la resolución de problemas analíticos, que prevé los siguientes objetivos de aprendizaje:

- Conocer los fundamentos del análisis volumétrico.

- Diferenciar las volumetrías en función del modo operacional y del tipo de reacción analítica.
- Identificar las características esenciales de una solución valorante y cómo prepararla (patrones primarios, estandarizaciones, patrones secundarios).
- Interpretar una curva de valoración.
- Tomar conciencia del error de la valoración (diferencia entre el punto de equivalencia y el punto final).
- Identificar las diferentes etapas de una determinación gravimétrica.
- Plantear los cálculos volumétricos y gravimétricos, usando correctamente los factores de conversión para expresar concentraciones.

Estrategia de trabajo

Con el objetivo final de mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, se aplicó una metodología de clase inversa combinando las estrategias de enseñanza a tiempo y de aprendizaje entre iguales. Además, se pretendía que estas estrategias potenciaran el uso y la aplicación de las TIC, en especial de los dispositivos móviles y de las herramientas web 2.0.

Esta metodología se estructura en 5 etapas (Figura 1):

- *Etapas 1 (Día 1): Presentación del material de estudio (individual, trabajo autónomo)*
El profesorado proporciona a los estudiantes, a través del campus virtual, materiales de lectura y audiovisuales del tema a tratar. Los estudiantes deben trabajar este material en casa, de manera individual, con la ayuda de una guía de estudio.
- *Etapas 2 (Día 7): Resolución de un cuestionario en línea (individual, trabajo autónomo)*
Los estudiantes, en casa y de manera nominal, resuelven un cuestionario (*Cuestionario inicial, X*) de carácter teórico con preguntas de opción múltiple sobre los aspectos más relevantes del tema trabajado, mediante la aplicación para dispositivos móviles *Socrative*. Al terminar el cuestionario, disponen de las respuestas correctas y de la nota final. Este cuestionario constituye una actividad de evaluación continua acreditativa con un valor del 40% del total de la actividad.
- *Etapas 3 (Día 8): Estudio de las respuestas al cuestionario*
Los profesores recopilan las respuestas al cuestionario y las analizan. De esta forma obtienen información sobre el nivel de comprensión de los alumnos y de los errores más comunes. Este análisis permite decidir cómo estructurar la sesión presencial que tendrá lugar a continuación, determinando qué aspectos del tema no es necesario mencionar y aquellos que hay que clarificar por ser objeto de los errores más frecuentes.

- **Etapa 4 (Días 10 y 11): Trabajo en clase (2 sesiones de 1 hora)**

- Etapa 4.1 (Grupal): Al comenzar la clase el profesor hace una breve explicación, de no más de 10-15 min, para clarificar aquellos conceptos claves que son fuente de los errores más habituales.
- Etapa 4.2 (Individual): A continuación, el profesor propone un cuestionario nominal (*Cuestionario formativo, Y*) que los alumnos resolverán utilizando la herramienta *Socrative* de manera individual, con preguntas de opción múltiple sobre aspectos más aplicados. Al terminar el cuestionario (7-10 min) los estudiantes no disponen de las respuestas correctas, pero sí de la calificación obtenida a efectos meramente informativos.
- Etapa 4.3 (Parejas): Seguidamente el estudiante compara y discute sus respuestas (7-10 min) con otro compañero. Durante este tiempo de discusión el profesor asiste a las parejas y ayuda en los razonamientos.
- Etapa 4.4 (Individual): Pasado el tiempo de debate, el estudiante de manera nominal e individual vuelve a responder el *Cuestionario formativo, Y'*. Al terminar el cuestionario disponen tanto de las respuestas correctas como de la nota final obtenida. Este cuestionario es una actividad de evaluación continua formativa, que en esta etapa 4 no será acreditativa.
- Etapa 4.5 (Grupal): El profesor, haciendo uso de la herramienta *Socrative* que facilita un informe de los resultados obtenidos tanto por alumno como por pregunta, proporciona una retroacción final enfocada a corregir los errores de comprensión detectados.

- **Etapa 5 (Día 12): Evaluación en clase (sesión de 1 hora)**

Los estudiantes responden de manera individual y nominal a un *Cuestionario final Z* con preguntas de opción múltiple sobre aspectos teórico-prácticos del tema trabajado. Al terminar el cuestionario disponen de las respuestas correctas y de la nota final. Este cuestionario es una actividad de evaluación continua acreditativa, correspondiente al 60% de la calificación total de la actividad.

En la estrategia de trabajo seguida se tuvieron en cuenta las siguientes consideraciones adicionales:

- El *Cuestionario inicial X* debía proporcionar indicadores sobre el grado de desarrollo de competencias cognitivas sobre los fundamentos del análisis volumétrico y gravimétrico, y también competencias instrumentales sobre el correcto procedimiento de realización de los análisis. Consta de 16-18 cuestiones de respuesta múltiple sobre la lectura seleccionada para preparar el tema y 4-5 preguntas de texto libre sobre la metodología de

estudio seguida. Este cuestionario se resolvió de forma no presencial y asíncrona, tras el estudio de la lectura seleccionada y antes de las clases presenciales. La lectura constaba de 10 páginas, preparadas expresamente para esta actividad de clase inversa.

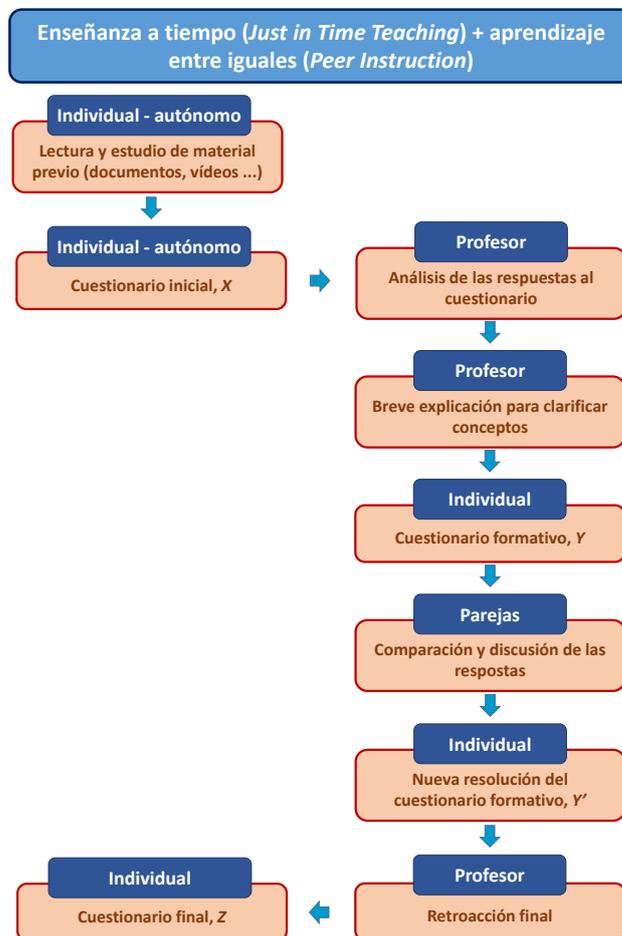


Figura 1. Esquema de la estrategia combinada de enseñanza a tiempo y aprendizaje entre iguales que se utiliza en la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química.

- Los primeros 10-15 min de clase presencial se destinaron a la retroacción de las preguntas del *Cuestionario inicial* que habían tenido un acierto inferior al 75%. A continuación, se presentaba la descripción de un procedimiento analítico y el alumnado debía identificar el modo operacional del análisis volumétrico (directo, indirecto o por retroceso) y calcular el contenido de analito en la muestra (*Cuestionario formativo, Y*). Para su resolución el alumnado podía consultar el material proporcionado para el estudio previo.
- El *Cuestionario final Z* se respondió en la tercera y última sesión presencial de esta actividad de clase inversa, de forma individual, sincrónica y sin material de consulta. En el caso del grupo del Grado de Farmacia constaba de aquellas preguntas de carácter más teórico del *Cuestionario inicial* que tuvieron menos del 75% de acierto y la resolución de un

problema analítico, mientras que en los grupos de los Grados de Química y de Ingeniería Química constaba de una pregunta de carácter teórico del Cuestionario inicial destinada a identificar el modo operacional del análisis volumétrico y la resolución de un problema analítico.

Resultados

En la figura 2 se muestra una comparativa de las notas medias obtenidas por los tres grupos de la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia y de Ingeniería Química en los cuales se ha llevado a cabo la estrategia de clase inversa.

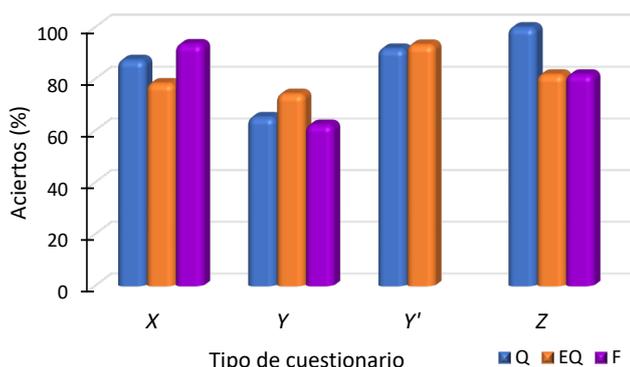


Figura 2. Comparativa de notas medias obtenidas para cada cuestionario para los tres grupos de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química.

Los resultados obtenidos para la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química y de Ingeniería Química demuestran que el porcentaje de estudiantes que resuelve correctamente el cuestionario formativo aumenta en un 20% y un 25%, respectivamente, cuando lo responden después de debatirlo con un compañero (Cuestionario formativo, Y') respecto a cuando lo responden en primera instancia (Cuestionario formativo, Y). Así mismo, el porcentaje de aciertos en el Cuestionario final Z es en ambos casos superior al obtenido tanto en el Cuestionario inicial X como en el Cuestionario formativo Y. En el caso del grupo del Grado de Farmacia, si bien el porcentaje de aciertos en el Cuestionario final Z aumenta bastante respecto al Cuestionario formativo Y, se observa una ligera disminución en el grado de acierto del Z en comparación con el X. Cabe mencionar que el cuestionario final Z hacía mayor hincapié en la evaluación de las competencias instrumentales y que se debía resolver sin ayuda de materiales de consulta.

Para conocer el grado de aceptación y el aprovechamiento de esta estrategia de aprendizaje se han realizado encuestas entre el alumnado (Figura 3). En general, los estudiantes valoran positivamente la estrategia de clase inversa realizada, ya que les permite desarrollar su capacidad de aprendizaje autónomo, les facilita el aprendizaje de los contenidos trabajados, les ayuda a venir más preparados, estar más atentos y a participar más activamente en las clases presenciales. Por otro lado, también manifiestan que, aunque les ha

implicado un mayor trabajo por su parte, recomendarían a otros compañeros la realización de esta actividad.

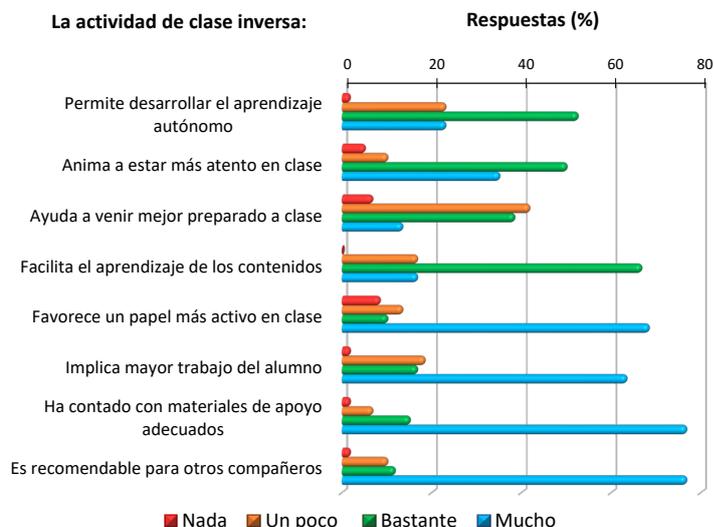


Figura 3. Resultados de la encuesta de satisfacción.

Referencias

- [1] J.P. Sánchez-Claros. *El EEES y la innovación en los procesos de enseñanza-aprendizaje: irrupción, oposiciones y desafíos. I congreso virtual internacional sobre innovación pedagógica y praxis educativa*. INNOVAGOGIA 2012. Libro de actas, 2012, 938-948.
- [2] S. Brown, A. Glasner (2007). *Evaluar en la Universidad*. Narcea Ediciones, Madrid.
- [3] J. Mart (2012). *La importancia del feedback en las enseñanzas semipresenciales y a distancia*. <https://xarxatic.com/la-importancia-del-feedback-en-las-ensenanzas-semipresenciales-y-virtuales/> (Consultado: 9/7/2020).
- [4] T. Morell (2009). *¿Cómo podemos fomentar la participación en nuestras clases universitarias?* Editorial Marfil, Alcoy.
- [5] J. Bergmann, A. Sams (2012). *Flip your classroom. Reach every student in every class every day*. Colorado: ISTE. ASCD.
- [6] J.L. Medina (2016). *La docencia universitaria mediante el enfoque del aula invertida*. Ediciones Octaedro, Barcelona.
- [7] L. Alonso, F. Blázquez (2012). *El docente de educación virtual (guía básica)*. Narcea Ediciones, Madrid.
- [8] SCOPEO (2011). *M-learning en España, Portugal y América Latina*. Monográfico SCOPEO nº 3.

Este trabajo se ha realizado dentro del Grupo de Innovación Docente Consolidado NEAQA (Nuevas Estrategias de Aprendizaje en Química Analítica, GINDOC-UB/166) de la Universitat de Barcelona, en el marco de los proyectos de innovación docente del Programa de Mejora e Innovación Docente de la Universitat de Barcelona: Estrategias de clase inversa basadas en herramientas web 2.0 para la mejora del proceso de aprendizaje del estudiante (2018PID-UB/029) y RIMDA Química. Clase inversa: just in time teaching (2018PID-UB/Q01, 2018PID-UB/Q02, 2018PID-UB/Q03 y 2018PID-UB/Q04).

LA CLASE INVERSA COMO ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN MODALIDAD VIRTUAL EN LA ASIGNATURA DE QUÍMICA ANALÍTICA

José Manuel Díaz-Cruz, Clara Pérez-Ràfols, Eliana Ramírez, Núria Serrano, Xavier Subirats
Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Universitat de Barcelona.
Martí i Franquès 1-11, 08028 Barcelona.

Este trabajo describe la implementación de las estrategias de clase inversa en la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química de la Universitat de Barcelona (UB) como metodología de enseñanza-aprendizaje en situación de virtualidad. Se pretende valorar la idoneidad de dichas estrategias mediante la comparación de los resultados obtenidos por los diferentes grupos de la asignatura de Química Analítica en modalidad virtual con los resultados que se obtuvieron anteriormente en situación de enseñanza presencial.

Introducción

La situación extraordinaria de pandemia mundial por coronavirus que estamos atravesando ha supuesto un cambio en la educación, obligando a los docentes a replantear sus estrategias educativas. Las restricciones impuestas en las universidades ante la crisis sanitaria del COVID-19 han provocado que la educación pase total o parcialmente a un entorno virtual, en el que tanto docentes como estudiantes hemos tenido que hacer un gran esfuerzo para adaptarnos a esta nueva modalidad de enseñanza. En este sentido, y ante la imposibilidad de reunir grupos numerosos de estudiantes en las aulas, los entornos y tecnologías virtuales que ya llevaban años de crecimiento e implementación como recursos educativos han desempeñado un papel fundamental [1].

En este punto, cabe destacar que este nuevo escenario formativo virtual supone un reto mayúsculo para el profesorado. Por un lado, debe asegurar un buen diseño de las estrategias y de los contenidos de aprendizaje subyacentes al proceso de enseñanza y aprendizaje virtual, pero, por otro lado, debe procurar que todos los estudiantes puedan tener acceso a los materiales de aprendizaje, así como participar en el proceso educativo con el fin de evitar que el uso de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) constituya un frente de desigualdad social [2].

Aunque mayoritariamente los alumnos están mostrando una gran capacidad de adaptación a la nueva normalidad, con clases semipresenciales, virtuales, y exámenes en línea, esto no significa que sea sencillo para todos ellos y que puedan seguir sus estudios con normalidad. Ante esta realidad el profesorado también ha tenido que hacer frente al desafío de tener que llevar a cabo el seguimiento y evaluación del alumnado en una situación de educación a distancia, en ocasiones sin los recursos necesarios. No hay que olvidar que el Espacio Europeo de Educación Superior fomenta un modelo educativo en el que la docencia está centrada en el alumno y en el que la organización de la formación se orienta a la consecución tanto de competencias específicas de su titulación como

de competencias transversales [3]. Por lo tanto, las estrategias de aprendizaje y los procedimientos para evaluar su adquisición son de especial relevancia.

Esta situación de pandemia ha puesto claramente de manifiesto que nuestro sistema universitario, mayoritariamente pensado para una enseñanza-aprendizaje presencial, no estaba preparado para hacer frente a una transición repentina hacia una enseñanza a distancia. Así pues, todo esto ha obligado a replantear las estrategias educativas y ha promovido la introducción de cambios muy relevantes en las metodologías docentes de las universidades, siendo una magnífica oportunidad para pensar en el futuro de la educación y fomentar el desarrollo de innovaciones pedagógicas necesarias y urgentes en la enseñanza, y particularmente en la Universidad.

En una situación de virtualidad o de semipresencialidad los estudiantes deben adoptar una posición más activa en lo referente a su propio proceso de aprendizaje y dejar de ser únicamente receptores pasivos de la información. Son muchos los estudios que defienden que la educación virtual favorece el desarrollo del aprendizaje autónomo de los alumnos, gracias al apoyo de las TIC, a la adquisición de nuevos hábitos y al acompañamiento por parte del profesor [4]. En este contexto pues, el papel del docente también cambia completamente y debe dejar de estar centrado en la simple transmisión de contenidos para pasar a ser el guía y gestor del proceso de aprendizaje de los alumnos.

En este sentido, una de las estrategias docentes que ha ganado más fuerza en este período de enseñanza-aprendizaje virtual es la clase inversa (*flipped classroom*). En este sistema metodológico los alumnos aprenden nuevos contenidos mediante la lectura, estudio o visualización previa de una selección de materiales educativos, normalmente fuera del aula, para luego realizar actividades de carácter práctico, de refuerzo o más individualizadas en el aula y tutorizadas por un profesor [5, 6]. Así pues, con este enfoque, el docente trasciende el papel de mero transmisor de conocimientos para convertirse en orientador, mediador y supervisor de las tareas de estudio y de aprendizaje de los estudiantes. Bajo este enfoque, las tres estrategias más estudiadas son: el aprendizaje entre iguales (*peer instruction*), la enseñanza a tiempo (*just in time teaching*) y el aprendizaje basado en equipos (*team based learning*) [6].

En la virtualidad la metodología docente de clase inversa permite profundizar y reforzar, en una sesión de clase realizada a través de una plataforma y de un modo síncrono, aquellos contenidos preparados previamente y de un modo asíncrono por los estudiantes. Así, lo que en

modalidad de clase inversa en enseñanza presencial se había fijado que se haría fuera del aula, en modalidad virtual continúa estando fuera del aula.

En la clase inversa el alumno está en el centro del proceso de formación, propiciando un mayor compromiso por su parte, conociendo, comprendiendo, aplicando, analizando, sintetizando y evaluando los contenidos aprendidos. Además, la clase inversa fomenta la autonomía, la gestión del tiempo, la creatividad y el pensamiento crítico, así como un aumento de la autoestima y las habilidades comunicativas de los estudiantes. Por otro lado, el papel del profesor en el modelo de clase inversa está mucho más orientado a facilitar y guiar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, pero también a adaptar los materiales docentes a la forma de aprender de sus estudiantes y a las necesidades cognitivas e instrumentales detectadas (documentos, vídeos, audios, actividades y cuestionarios relacionados...), así como a la planificación de la publicación de estos materiales en las plataformas virtuales.

Este trabajo describe la estrategia pedagógica de clase inversa utilizada en la modalidad de enseñanza a tiempo (*just in time teaching*) como metodología de enseñanza-aprendizaje en situación de virtualidad en la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química de la UB. En él se pretende valorar la idoneidad de la aplicación de la técnica de clase inversa en modalidad virtual, mediante la comparación de los resultados obtenidos por los grupos de la asignatura de Química Analítica de los diferentes grados universitarios en los que se ha aplicado la estrategia con los resultados que se obtuvieron anteriormente (curso 2019-2020) en estos grupos utilizando la estrategia de clase inversa en modalidad de enseñanza presencial.

Contexto de aplicación y objetivos de aprendizaje

La estrategia de clase inversa se ha implementado en tres grupos de la asignatura de Química Analítica (6 ECTS) de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química de la UB.

La Química Analítica del Grado de Química es una asignatura obligatoria y correspondiente al tercer semestre curricular. La estrategia de clase inversa en modalidad virtual (curso 2020-2021) se ha implementado en un grupo con 27 alumnos, de los cuales un 72% eran repetidores. Este grupo presenta unas características muy similares al grupo del curso pasado en el que se aplicó esta estrategia en modalidad de enseñanza presencial. La Química Analítica del Grado de Farmacia es una asignatura de formación básica y correspondiente al segundo semestre curricular. En este caso, la técnica de clase inversa en modalidad virtual se aplicó a un grupo numeroso con 77 estudiantes con un porcentaje muy bajo de repetidores. El grupo de Química Analítica del Grado de Farmacia del curso 2019-2020 (modalidad presencial) presentaba unas características muy diferentes a las del curso actual ya que constaba solamente de 25 alumnos matriculados, todos ellos repetidores de la asignatura. Finalmente, la Química

Analítica del Grado de Ingeniería Química es una asignatura obligatoria correspondiente al quinto semestre curricular. Tanto en el curso 2019-2020 como en el curso 2020-2021, la estrategia de clase inversa se ha podido aplicar en modalidad de enseñanza presencial en grupos que presentaban unas características muy similares y que contaban con 70 y 80 estudiantes, respectivamente, con un número muy pequeño de repetidores en ambos grupos.

El objetivo de la asignatura Química Analítica es introducir al alumno en el conocimiento de los equilibrios iónicos que fundamentan las reacciones ácido-base, de complejación, de precipitación y de oxidación-reducción, con el fin de poderlos utilizar para la determinación volumétrica y gravimétrica de la concentración de analitos en muestras sencillas.

Como en el curso 2019-2020, la estrategia de clase inversa que se describe en este trabajo se ha implementado en la lección introductoria a los métodos de análisis volumétrico y gravimétrico. Éste es un tema clave en el que se pretende que el alumno adquiera el concepto de reacción analítica, que conozca sus requisitos y los diferentes tipos de reacción, así como qué es el análisis volumétrico, los conceptos relacionados (analito, valorante, indicador, punto de equivalencia y punto final) y las etapas de éste. Asimismo, deben conocer los diferentes sistemas de indicación del punto final (indicadores visuales e instrumentales) y familiarizarse con la preparación de disoluciones patrón (diferenciando entre patrones primarios y secundarios), con el concepto de estandarización y con la preparación de soluciones auxiliares. Además, deben trabajar los diferentes tipos de volumetrías según el modo operacional (directa, indirecta y retroceso) y el tipo de reacción (ácido-base, complejación, oxidación-reducción y precipitación), e iniciarse en el concepto de curva de valoración. Finalmente, deben conocer qué es el análisis gravimétrico, así como los conceptos relacionados (analito, reactivo auxiliar y precipitado), los tipos (deseccación y calcinación) y las etapas de las determinaciones gravimétricas.

Así pues, los principales objetivos de aprendizaje de esta lección son que el alumno sea capaz de:

- Diferenciar el punto de equivalencia y el punto final de una valoración.
- Diferenciar las soluciones patrón de las soluciones auxiliares y saberlas preparar correctamente.
- Diferenciar las volumetrías en función del modo operacional y del tipo de reacción.
- Plantear cálculos volumétricos y gravimétricos para expresar concentraciones.

Estrategia de trabajo

En la Figura 1 se comparan las estrategias de clase inversa aplicadas en el curso 2019-2020 y 2020-2021.

Con el objetivo de adaptar la estrategia de clase inversa a la virtualidad (Grados de Química y Farmacia) y de facilitar las distancias de seguridad entre alumnos en la modalidad de enseñanza presencial (Grado de Ingeniería

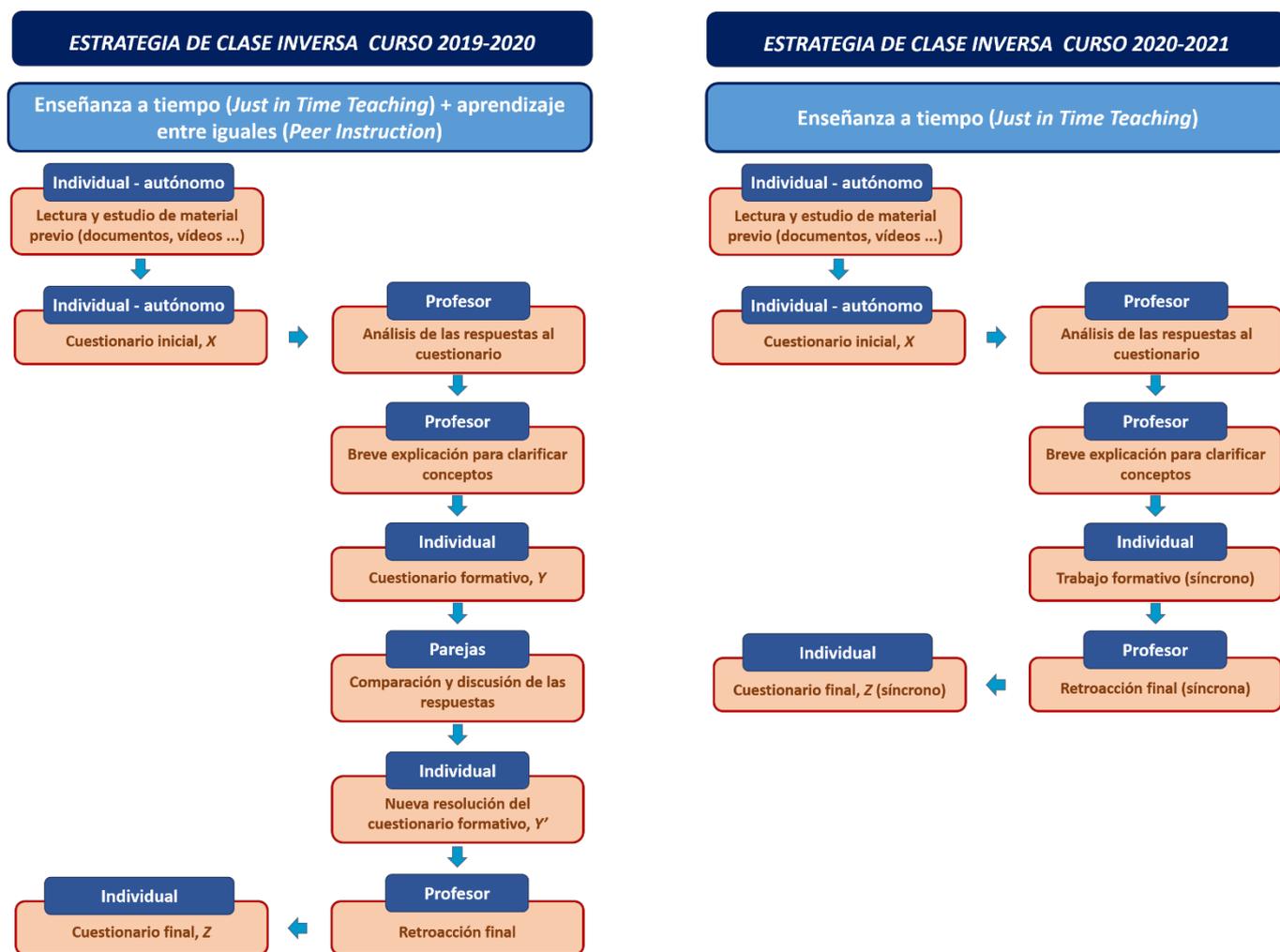


Figura 1. Esquema de las estrategias de clase inversa aplicadas en los cursos 2019-2020 y 2020-2021 en la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química.

Química), se ha tenido que simplificar la metodología de clase inversa aplicada en el curso 2019-2020, en la que se combinaban las estrategias de enseñanza a tiempo y de aprendizaje entre iguales (para más detalles de la implementación de esta metodología de clase inversa consulte Actualidad Analítica 71, 7-10). Así pues, como se puede ver en la Figura 1, en los grupos de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química del curso 2020-2021 se ha aplicado una metodología de clase inversa basada exclusivamente en la estrategia de enseñanza a tiempo mediada por el uso de las TIC.

Esta metodología se estructura en 5 etapas (Figura 1):

- **Etapa 1 (Día 1): Presentación del material de estudio (individual, trabajo autónomo)**

El profesor proporcionará a los estudiantes, a través del campus virtual de la asignatura, materiales de lectura (presentaciones en PowerPoint, documentos pdf...) y/o audiovisuales (vídeos) de introducción a los métodos de análisis volumétrico y gravimétrico, y de los tipos de reacciones analíticas. Los estudiantes deberán trabajar este material fuera del aula de manera individual con la ayuda de una guía de estudio. En este caso, la lectura

proporcionada constaba de 10 páginas, preparadas expresamente para esta actividad de clase inversa.

- **Etapa 2 (Día 7): Resolución de un cuestionario en línea (individual, trabajo autónomo)**

Tras el estudio de la lectura seleccionada los estudiantes resuelven, de forma no presencial y asíncrona mediante la aplicación *Socrative*, un cuestionario (*Cuestionario inicial, X*) de carácter teórico con 16-18 preguntas de respuesta múltiple sobre la lectura seleccionada para preparar el tema, y 4-5 preguntas de texto libre para poder valorar la metodología de estudio seguida. Al terminar el cuestionario los estudiantes disponen de las respuestas correctas y de la nota final. Este cuestionario constituye una actividad de evaluación continua acreditativa con un valor del 40% del total de la actividad.

- **Etapa 3 (Día 8): Estudio de las respuestas al cuestionario**

Un par de días antes de la sesión síncrona, los profesores recopilan las respuestas al cuestionario, las analizan y califican. A partir del análisis de estas respuestas el profesor podrá obtener información sobre el nivel de comprensión de los alumnos y de los

errores más habituales, y decidirá qué aspectos de las técnicas volumétricas y gravimétricas no es necesario mencionar, y aquellos que hay que clarificar por ser objeto de los errores más frecuentes.

• *Etapas 4 (Días 10 y 11): Trabajo formativo síncrono (2 sesiones de 1 hora)*

En el grupo de Química Analítica del Grado de Ingeniería Química el desarrollo de esta etapa se ha realizado de forma presencial siguiendo la normativa de seguridad COVID-19 establecida por la Facultad de Química de la UB. En cambio, en los grupos de Química Analítica de los Grados de Química y Farmacia su aplicación se ha llevado a cabo virtualmente a través de la herramienta de aula virtual *Blackboard Collaborate*, integrada en el campus virtual UB y que permite realizar videoconferencias en tiempo real con los alumnos sin necesidad de descargar ningún programa externo, ni de acceder a través de ninguna aplicación no institucional. *Blackboard Collaborate* permite que todos los usuarios inscritos en un curso se conecten a la vez, así como compartir archivos y aplicaciones, y utilizar pizarras electrónicas virtuales para interactuar con los estudiantes.

- Etapa 4.1 (Grupal): Al comenzar la clase el profesor hace una breve explicación, de no más de 10-15 min, para clarificar aquellos conceptos claves que son fuente de los errores más habituales. Durante esta explicación, se repasan las preguntas del *Cuestionario X* que habían tenido un acierto inferior al 75%.
- Etapa 4.2 (Grupal): A continuación, se abre un periodo de discusión para que los alumnos planteen sus dudas. El profesor realiza las matizaciones necesarias.
- Etapa 4.3 (Individual): El profesor proyecta en la pantalla el enunciado de un problema volumétrico o gravimétrico. Los alumnos de manera individual deben resolver el problema y contestar un cuestionario utilizando la herramienta *Socrative*, con preguntas de opción múltiple sobre aspectos aplicados del problema (identificar el modo operacional del análisis volumétrico: directo, indirecto o por retroceso, y calcular y expresar concentraciones). Para su resolución el alumnado podía consultar el material proporcionado para el estudio previo.
- Etapa 4.4 (Grupal): El profesor resuelve el problema en la pizarra (electrónica virtual) así como las preguntas relacionadas con éste y, además, haciendo uso de la herramienta *Socrative* que facilita un informe de los resultados obtenidos tanto por alumno como por pregunta, proporciona una retroacción final enfocada a corregir los errores de comprensión detectados.

Las Etapas 4.3 y 4.4 se repiten un par de veces a lo largo de las sesiones con el planteamiento de diferentes problemas y cuestionarios vinculados.

• *Etapas 5 (Día 12): Evaluación*

Al día siguiente de finalizar las sesiones de trabajo formativo síncrono, los estudiantes responden de manera individual y nominal mediante la aplicación *Socrative* a un *Cuestionario final Z* con preguntas de opción múltiple sobre aspectos teórico-prácticos del tema trabajado. En los grupos de Química Analítica de los Grados de Química y Farmacia este cuestionario se realizó virtualmente en modo síncrono, mientras que en el grupo del Grado de Ingeniería Química el cuestionario se llevó a cabo presencialmente (síncrono) y sin acceso a material de consulta. En todos los grupos este cuestionario constaba de aquellas preguntas de carácter más teórico del *Cuestionario inicial X* que tuvieron menos del 75% de acierto y la resolución de un problema analítico. Al terminar el cuestionario disponen de las respuestas correctas y de la nota final. Este cuestionario es una actividad de evaluación continua acreditativa, correspondiente al 60% de la calificación total de la actividad.

Resultados

La Figura 2 muestra una comparativa de las notas medias obtenidas por los estudiantes como resultado de la implementación de las estrategias de clase inversa en los tres grupos de la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia y de Ingeniería Química durante los cursos 2019-2020 (modalidad presencial para los tres grupos) y 2020-2021 (modalidad virtual para los grupos de los Grados de Química y de Farmacia, y presencial para el grupo del Grado de Ingeniería Química).

Como se puede ver en la Figura 2, la aplicación de la estrategia de clase inversa en el curso actual da como resultado en todos los casos un aumento de las calificaciones del *Cuestionario Z* con respecto del *Cuestionario X*. Esto es especialmente destacable en el caso del Grupo del Grado de Farmacia donde, a diferencia de lo que se observaba en el curso 2019-2020, se percibe también una mejora de las calificaciones, lo que puede ser atribuido a la diferente tipología de estudiantes (repetidores todos ellos en el grupo del curso 2019-2020 y mayoritariamente nuevos alumnos en el grupo del curso 2020-2021).

Si se analizan los resultados obtenidos por Grado, se puede observar que, para la asignatura de Química Analítica del Grado de Ingeniería Química, en la que la estrategia se ha aplicado en ambos cursos en modalidad presencial, los resultados obtenidos son muy similares en ambas ocasiones. La pequeña variación puede ser atribuida a que, si bien la tipología de estudiantes es la misma en ambos cursos, los estudiantes son diferentes y no hay dos grupos exactamente iguales. En el caso de los grupos del Grado de Química y de Farmacia, donde la aplicación de la estrategia en el curso 2020-2021 ha sido virtual, se observa que las notas medias del *Cuestionario X* son algo más bajas que las obtenidas en el curso presencial. Lo mismo pasa con la nota del *Cuestionario Z* del grupo del Grado de Química, viéndose también en este caso un incremento menor de las notas entre los

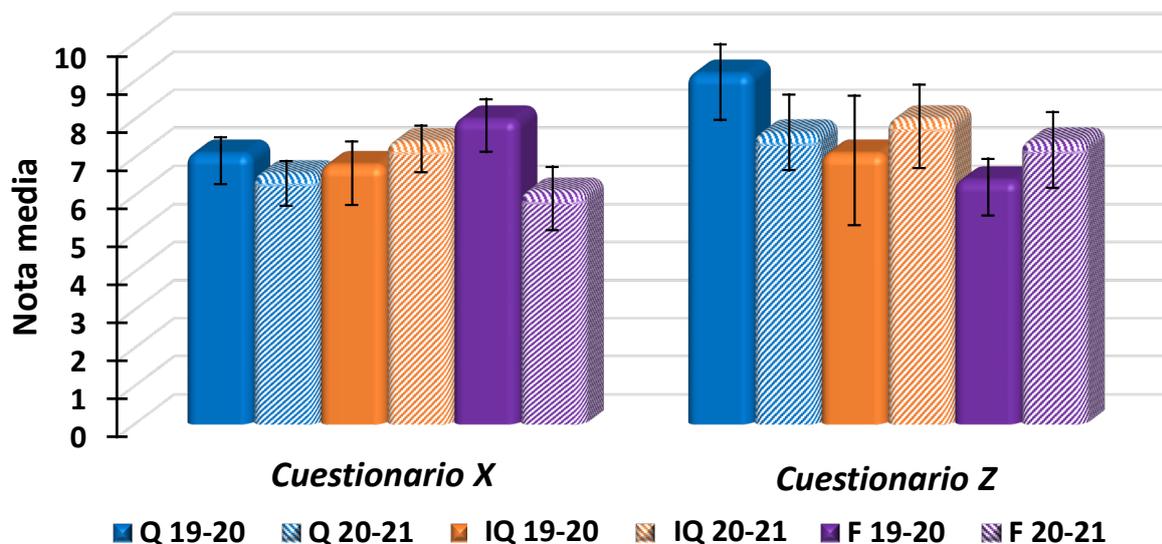


Figura 2. Comparativa de notas medias obtenidas para el *Cuestionario inicial X* y el *Cuestionario final Z* para los grupos de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química en los cursos académicos 2019-2020 (relleno sólido) y 2020-2021 (relleno de trama).

Cuestionario X y *Z*. Este hecho podría atribuirse a que los estudiantes virtuales son más vulnerables a las distracciones, perdiendo con más facilidad la concentración durante la sesión de clase. En conversaciones informales, los estudiantes admiten que en las clases virtuales “cualquier distracción está a un clic”, mientras que en las clases presenciales hay una mayor predisposición a estar atentos. Aun así, si comparamos los tres grupos del curso 2020-2021 se puede ver que el incremento de notas entre los *Cuestionario X* y *Z* es superior en los grupos con enseñanza virtual que en el grupo presencial.

Las encuestas de opinión hechas entre el alumnado (Figura 3) permiten ver que el grado de satisfacción es, en general y en todos los aspectos valorados, muy alto tanto entre los alumnos en situación de virtualidad (Química y Farmacia) como con los presenciales (Ingeniería Química). En especial, cabe destacar el hecho de que se muestran muy a favor de recomendar la realización de esta actividad a otros compañeros.

Por todo ello, consideramos que la metodología de clase inversa continúa siendo, en modalidad virtual, una estrategia totalmente válida para mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

Referencias

- [1] L. Alonso, F. Blázquez (2012). *El docente de educación virtual (guía básica)*. Narcea Ediciones, Madrid.
- [2] A. Zubillaga del Río (2007). *Pautas docentes para favorecer la accesibilidad de los entornos virtuales de enseñanza y aprendizaje*. <https://www.raco.cat/index.php/DIM/article/view/73617> [Consultado: 06-05-2021].
- [3] J.P. Sánchez-Claros. *El EEES y la innovación en los procesos de enseñanza-aprendizaje: irrupción, oposiciones y desafíos. I congreso virtual internacional sobre innovación pedagógica y praxis educativa*. INNOVAGOGIA 2012. Libro de actas, 2012, 938-948.
- [4] C.A Sierra Varón (2011). *La educación virtual como favorecedora del aprendizaje autónomo*. Panorama, 5(9), 75-87.
- [5] J. Bergmann, A. Sams (2012). *Flip your classroom. Reach every student in every class every day*. Colorado: ISTE. ASCD.
- [6] J.L. Medina (2016). *La docencia universitaria mediante el enfoque del aula invertida*. Ediciones Octaedro, Barcelona.

Este trabajo se ha realizado dentro del Grupo de Innovación Docente Consolidado NEAQA (Nuevas Estrategias de Aprendizaje en Química Analítica, GINDOC-UB/166) de la UB, en el marco de los proyectos de innovación docente del Programa de Mejora e Innovación Docente de la UB: Estrategias de clase inversa basadas en herramientas web 2.0 para la mejora del proceso de aprendizaje del estudiante (2018PID-UB/029) y RIMDA Química. Clase inversa: just in time teaching (2018PID-UB/Q01, 2020PID-UB/Q02, 2020PID-UB/Q03 y 2020PID-UB/Q04).

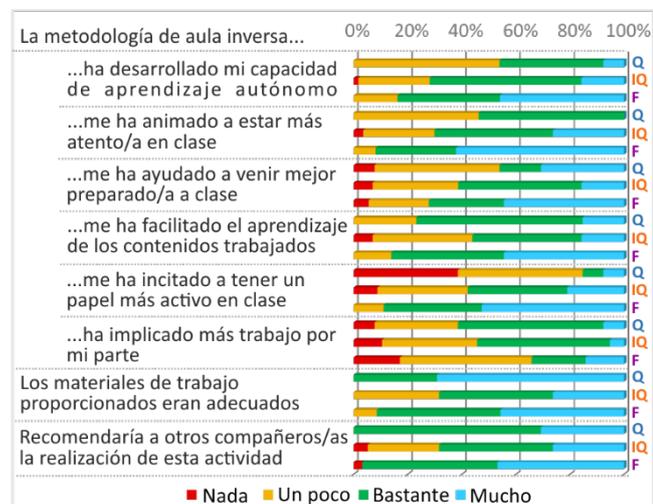


Figura 3. Resultados de las encuestas de satisfacción.



Introducción de estrategias de aula invertida para la mejora del proceso de aprendizaje del estudiante

Asignatura de Química Analítica de diferentes grados de la Universidad de Barcelona

Díaz-Cruz, José Manuel; Ramírez, Eliana; Serrano, Núria; Subirats, Xavier
Universidad de Barcelona
Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica – Facultad de Química
C/ Martí i Franquès, 1-11 – 08028 Barcelona – España
josemanuel.diaz@ub.edu; eliana.ramirez-rangel@ub.edu; nuria.serrano@ub.edu;
xavier.subirats@ub.edu

1. RESUMEN:

Este trabajo plantea el desarrollo e implementación de diferentes estrategias de aula invertida basadas en herramientas web 2.0 en la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química de la Universidad de Barcelona para garantizar la consecución de las competencias de la asignatura, fomentar la motivación y participación en clase del estudiante, además de facilitar una retroacción activa, ágil y constante, en definitiva, mejorar su proceso de aprendizaje.

2. ABSTRACT:

This work deals about the development and implementation of several flipped classroom strategies based on web 2.0 tools in the subject of Analytical Chemistry in the Degrees of Chemistry, Pharmacy and Chemical Engineering of the University of Barcelona to guarantee the achievement of the subject's competences, promote the motivation and participation in class of the student, as well as providing an active, agile and constant feedback, in short, improve their learning process.

3. PALABRAS CLAVE:

Aula invertida, herramientas web 2.0, participación activa, consecución de competencias, dispositivos móviles, retroacción inmediata



MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

4. KEYWORDS:

Flipped classroom, web 2.0 tools, active participation, achievement of competences, mobile devices, immediate feedback

5. DESARROLLO:

MARCO DE APLICACIÓN

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) fomenta que las metodologías docentes de las universidades se centren en el proceso de aprendizaje del estudiante y en sus resultados, medidos por el grado de adquisición de las competencias mediante la evaluación continua. Sin embargo, el diseño adecuado de las actividades de evaluación sigue siendo un reto importante, sobre todo en asignaturas teóricas [1], ya que la mayoría de estas actividades son no presenciales y asincrónicas, realizadas fuera de clase, lo cual no permite acreditar de manera inequívoca que cada estudiante ha alcanzado las competencias propuestas. Además, estas actividades se suelen discutir con los estudiantes *a posteriori*, lo que impide una retroacción inmediata que permita detectar y solucionar rápidamente las posibles deficiencias en el proceso de aprendizaje [2].

Desde otro ángulo, es necesario fomentar la participación activa de los estudiantes para mejorar su proceso de aprendizaje, lo cual resulta complicado en grupos numerosos (>60 alumnos) [3]. Esto obliga a desarrollar estrategias de aprendizaje innovadoras que fomenten la formación del alumnado, pongan a prueba sus conocimientos, permitan la autoevaluación de las competencias adquiridas y dispongan de una adecuada retroacción por parte del docente para mejorar el proceso de aprendizaje. En este sentido, la metodología de aula invertida, que cambia la secuencia clásica de las acciones de enseñanza, estudio y evaluación por la secuencia estudio, enseñanza y evaluación, permite avanzar hacia un aprendizaje centrado en el alumno, fomentando su autonomía y autoregulación [4,5]. Así el docente pasa de ser un transmisor de conocimientos a ser un orientador, mediador y supervisor del proceso de aprendizaje de los alumnos.

En nuestra sociedad son bien visibles los profundos cambios que está provocando la explosión de las conocidas TIC en todos los ámbitos de nuestra sociedad, así como la integración a la vida cotidiana de los dispositivos móviles (ordenadores portátiles, tabletas, teléfonos inteligentes...) [6]. Así pues, el aprendizaje con dispositivos móviles (*m-learning*) es una magnífica oportunidad para introducir innovaciones necesarias y urgentes en la enseñanza, y particularmente en la Universidad [7].

Este trabajo se centra en la introducción de la técnica de aula invertida, en la modalidad combinada de enseñanza a tiempo (*just in time teaching*) y de aprendizaje entre iguales (*peer instruction*), en la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química para el aprendizaje de los equilibrios químicos con el objetivo de hacer un seguimiento continuo y real del proceso de aprendizaje que permita detectar y corregir deficiencias en el mismo y proporcionar una retroacción más efectiva, al mismo tiempo que se fomenta el rol activo de los estudiantes dentro de su proceso de aprendizaje.



MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

ESTRATEGIA DE TRABAJO

El objetivo de la asignatura Química Analítica (6 ECTS) es introducir al alumno en el conocimiento de los equilibrios iónicos que fundamentan las reacciones ácido-base, de complejación, de precipitación y de oxidación-reducción. Con el objetivo final de mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes se aplicará una metodología de aula invertida combinando las estrategias de enseñanza a tiempo y de aprendizaje entre iguales. Además, se pretende que estas estrategias potencien el uso y la aplicación de las TIC, en especial de los dispositivos móviles y de las herramientas web 2.0.

Esta metodología se estructura en 4 etapas (Figura 1):

- Etapa 1 (semana previa al desarrollo en clase presencial): Presentación del material de estudio y resolución de un cuestionario en línea (individual, trabajo autónomo)

El profesorado proporcionará a los estudiantes a través del campus virtual materiales de lectura y audiovisuales del tema a tratar. Durante una semana los estudiantes deberán trabajar en casa con este material de manera individual con la ayuda de una guía de estudio. Esta etapa concluirá con la resolución de un cuestionario (*Cuestionario inicial acreditativo, CIA*) con preguntas de opción múltiple sobre los aspectos más relevantes del tema trabajado. Los estudiantes responderán el cuestionario desde casa y de manera nominal mediante la aplicación para dispositivos móviles *Socrative*. Al cerrarse el cuestionario dispondrán de las respuestas correctas y de la nota final. Para incentivar la participación del alumnado, este cuestionario deberá tener un peso en la calificación global de la actividad.

- Etapa 2 (inmediatamente anterior a la clase presencial): Análisis de las respuestas al cuestionario

Los profesores recopilarán las respuestas al cuestionario, las analizarán y calificarán. De esta forma obtendrán información sobre el nivel de comprensión de los alumnos y de los errores más habituales, y decidirán cómo estructurar la sesión presencial determinando qué aspectos del tema no es necesario mencionar, aquéllos que hay que clarificar y aquéllos que son objeto de los errores más frecuentes.

- Etapa 3 (clase/s presencial/es): Trabajo en clase

- Etapa 3.1 (Grupal): Al comenzar la clase el profesor hará una breve explicación de no más de 10-15 min para clarificar aquellos conceptos claves que son fuente de los errores más habituales.

- Etapa 3.2 (Individual): A continuación, el profesor propondrá un *Cuestionario formativo (CF)* que los alumnos resolverán utilizando la herramienta *Socrative* de manera individual con preguntas de opción múltiple sobre aspectos más aplicados. Al terminar el cuestionario (10 min) no dispondrán de las respuestas correctas, pero sí de la nota final obtenida a efectos meramente informativos.

- Etapa 3.3 (Parejas): Seguidamente el estudiante comparará y discutirá sus respuestas (10 min) con otro compañero. Durante este tiempo de discusión el profesor irá pasando por las parejas y ayudará en los razonamientos.

- Etapa 3.4 (Individual): Pasado el tiempo de debate, el estudiante de manera nominal e individual responderá por segunda vez el *Cuestionario formativo*. Al terminar el cuestionario dispondrán tanto de las respuestas correctas como de la nota final obtenida, para que puedan comparar su desempeño en relación al primer intento de resolución del cuestionario



MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

(etapa 3.2).

- Etapa 3.5 (Grupal): El profesor haciendo uso de la herramienta *Socrative*, que facilita un informe de los resultados obtenidos tanto por alumno como por pregunta, proporcionará una retroacción final enfocada a corregir los errores de comprensión detectados.
- Etapa 4 (clase presencial): Evaluación en clase (sesión de 1 hora)
Los estudiantes contestarán mediante *Socrative*, de manera individual y nominal, un *Cuestionario final acreditativo (CFA)* con preguntas de opción múltiple sobre aspectos teórico-prácticos del tema trabajado. Al terminar el cuestionario dispondrán de las respuestas correctas y de la nota final, y se llevará a cabo la retroacción que se considere necesaria. Este cuestionario tendrá carácter acreditativo y constituirá la evidencia de evaluación mayoritaria de esta actividad de evaluación continua de la asignatura.

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA

La estrategia propuesta de aula invertida se aplicó en tres grupos de la asignatura Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química (grupo 1) en el curso 2019-2020, y en un grupo del Grado de Ingeniería Química (grupo 2) en el curso 2020-2021. En el primer curso la actividad se desarrolló con normalidad, sin verse afectada por las restricciones causadas por la crisis sanitaria de la COVID-19. En el segundo curso las clases presenciales también tuvieron lugar, pero las medidas de distanciamiento social en el aula impidieron llevar a cabo la etapa 3.3 de trabajo en parejas.

El *CIA* se diseñó para proporcionar indicadores sobre el grado de desarrollo de competencias cognitivas sobre los fundamentos del análisis volumétrico y gravimétrico, y también competencias instrumentales sobre el correcto procedimiento de realización de los análisis. Constó de 16-18 cuestiones de respuesta múltiple sobre la lectura seleccionada para preparar el tema y 4-5 preguntas de texto libre sobre la metodología de estudio seguida. Este cuestionario se resolvió de forma no presencial y asíncrona, tras la consulta del material de estudio y antes de las clases presenciales. El material de estudio constaba de 10 páginas, preparadas expresamente para esta actividad de aula invertida.

Se destinaron dos clases presenciales de una hora de duración a la etapa 3 de la estrategia de trabajo. Los 10-15 minutos iniciales de la primera clase se destinaron a la retroacción de las preguntas del *CIA* que habían tenido un acierto inferior al 75%. A continuación, se presentó la descripción de un procedimiento analítico y el alumnado debía identificar el modo operacional del análisis volumétrico (directo, indirecto o por retroceso) y calcular el contenido de analito en la muestra (*CF*). Para su resolución el alumnado pudo consultar el material proporcionado para el estudio previo.

El *CFA* se respondió en una tercera y última sesión presencial de esta actividad de clase invertida, de forma individual, sincrónica y sin material de consulta. En el grupo del Grado de Química y el grupo 1 de Ingeniería Química este cuestionario constó de una pregunta de carácter teórico del *CIA* destinada a identificar el modo operacional del análisis volumétrico y la resolución de un problema analítico. En el grupo del Grado de Farmacia y en el grupo 2 del de Ingeniería Química este cuestionario se modificó para incluir aquellas preguntas de carácter más teórico del *CIA* que tuvieron menos del 75% de acierto, además de la resolución de un problema analítico.



RESULTADOS

En la Figura 2 se muestra una comparativa de las notas medias obtenidas por los cuatro grupos de la asignatura de Química Analítica en los cuales se ha llevado a cabo la estrategia de aula invertida. En tres de los cuatro grupos estudiados el porcentaje de acierto global en los cuestionarios finales es superior al de los iniciales. El grado de mejora puede parecer modesto, entre el 3 y 13%, pero debe tenerse en cuenta que el cuestionario final hacía mayor hincapié en la evaluación de las competencias instrumentales, mientras que el inicial estaba más centrado en las cognitivas. Fue también un factor influyente que el cuestionario inicial fuera no presencial y que se pudiera realizar sin límite de tiempo y con la ayuda de materiales de consulta, mientras que el cuestionario final era presencial, de tiempo limitado y sin consultar los apuntes. Cabe mencionar que el grupo del Grado de Farmacia, en el que se observa un porcentaje de acierto en el cuestionario final ligeramente inferior al del cuestionario inicial, estaba integrado por estudiantes repetidores de la asignatura, con conocimientos más consolidados de los contenidos evaluados en el cuestionario inicial, pero con dificultades en la aplicación de estos conocimientos a la resolución de problemas analíticos.

Analizando los resultados se puede concluir que el porcentaje de acierto global en el cuestionario inicial es ciertamente elevado. Esto parece indicar que las competencias cognitivas se pueden desarrollar de manera autónoma y satisfactoria utilizando únicamente los materiales de estudio preparados por el equipo docente para la actividad de aula invertida, en este caso una lectura y vídeos.

Los resultados obtenidos también muestran que el porcentaje de estudiantes que resolvió correctamente el cuestionario formativo (CF) tras debatirlo con un compañero aumentó entre un 20% y un 25%, confirmando el efecto beneficioso de dicha discusión sobre el aprendizaje entre iguales.

Con el fin de conocer el grado de aceptación y el aprovechamiento de esta estrategia de aprendizaje se han realizado encuestas entre el alumnado (Figura 3). En general, los estudiantes valoran positivamente la estrategia de aula invertida realizada, ya que les permite desarrollar su capacidad de aprendizaje autónomo, les facilita el aprendizaje de los contenidos trabajados, les ayuda a venir más preparados, estar más atentos y a participar más activamente en las clases presenciales. Por otro lado, también manifiestan que, aunque les ha implicado un mayor trabajo por su parte, recomendarían a otros compañeros la realización de esta actividad. En relación a la carga de trabajo, es conveniente hacer la reflexión que, en perspectiva global, el aula invertida no representa un incremento de la carga de trabajo para el alumno, sólo la desplaza en el tiempo. En las actividades convencionales de aprendizaje el alumnado estudia los materiales *tras* trabajarlos en clase; en aula invertida se estudian *antes*, lo que favorece la comprensión de los contenidos y el mayor aprovechamiento de las clases presenciales ya que éstas pueden ser dedicadas a profundizar en aquellos aspectos que presentan más dificultades.



MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

AGRADECIMIENTOS

Queremos agradecer, en primer lugar, la participación de nuestros estudiantes de Química Analítica en la implantación de esta estrategia de aula invertida. Ellos y ellas son el centro de nuestra actividad docente. Y, en segundo lugar, los consejos de los Dres. José Luis Medina y Gabriel Hervás, del Departamento de Didáctica y Organización Educativa de la Universidad de Barcelona.

Este trabajo se ha realizado en el marco de los proyectos de investigación, innovación y mejora de la docencia y el aprendizaje (RIMDA) de la Universidad de Barcelona 2018PID-UB/029, 2018PID-UB/Q01, 2018PID-UB/Q02, 2018PID-UB/Q03, 2018PID-UB/Q04 y 2020PID-UB/Q02.



MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

5.1. FIGURA 1

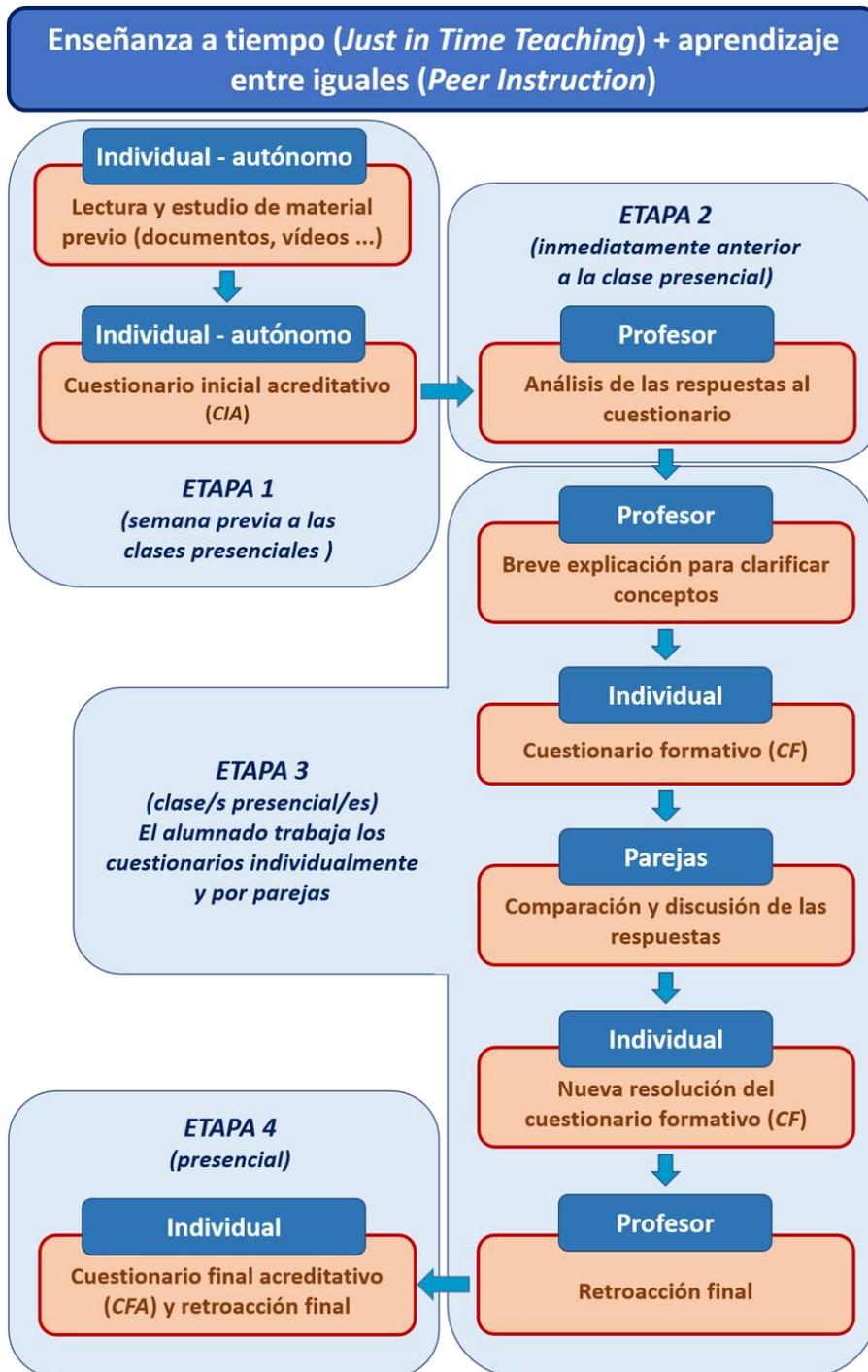


Figura 1. Esquema de la estrategia combinada de enseñanza a tiempo y aprendizaje entre iguales utilizada en la actividad de aula invertida.



MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

5.2. FIGURA 2

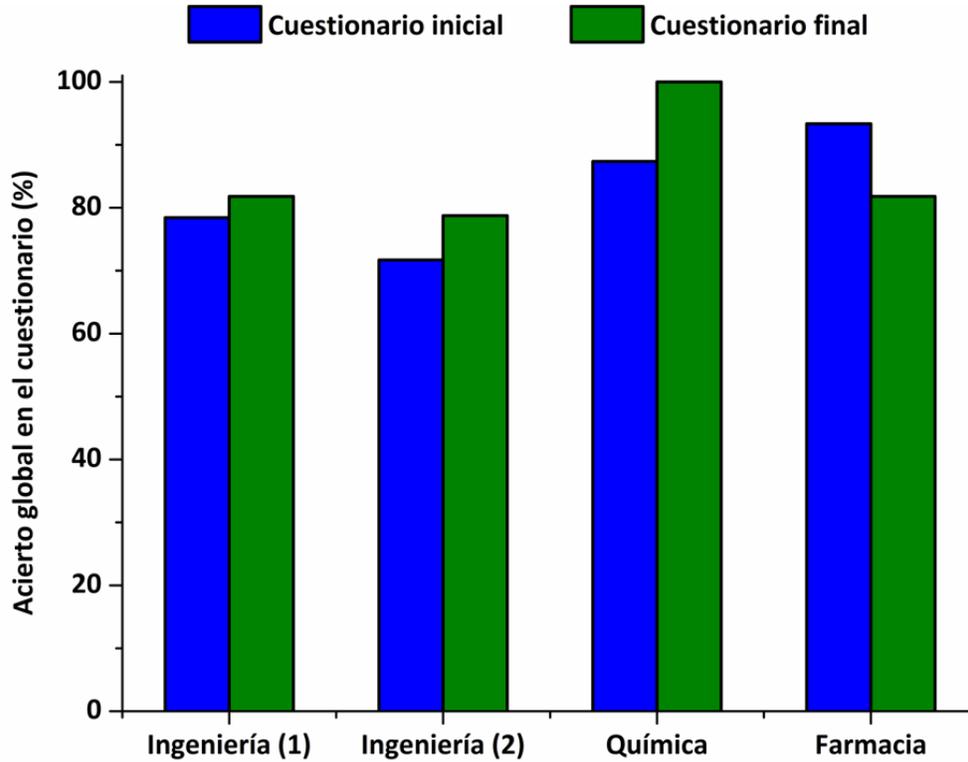


Figura 2. Comparativa de notas medias obtenidas en los cuestionarios acreditativos inicial (CIA) y final (CFA) para los dos grupos del grado de Ingeniería Química y los grupos de los grados de Química y Farmacia.



MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

5.3. FIGURA 3

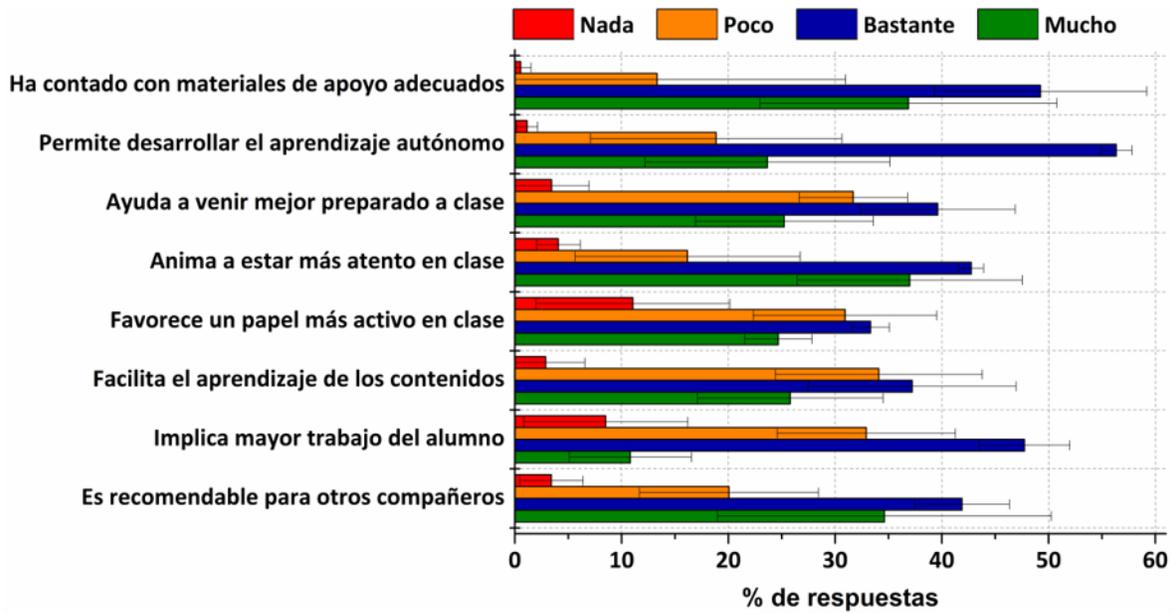


Figura 3. Promedio de los resultados de las encuestas de satisfacción respondidas por el alumnado en relación a su experiencia de aprendizaje mediante aula invertida.



6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Brown, S., Glasner A. (2007). *Evaluar en la Universidad*. Narcea Ediciones, Madrid.
- [2] Martí, J. (2012). *La importancia del feedback en las enseñanzas semipresenciales y a distancia* (<http://www.xarxatic.com/la-importancia-del-feedback-en-las-ensenanzas-semipresenciales-y-virtuales/>)
- [3] Morell, T. (2009). *¿Cómo podemos fomentar la participación en nuestras clases universitarias?* Editorial Marfil, Alcoy.
- [4] Bergmann, J., Sams, A. (2012). *Flip your classroom. Reach every student in every class every day*. Colorado: ISTE. ASCD.
- [5] Medina, J.L. (2016). *La docencia universitaria mediante el enfoque del aula invertida*. Ediciones Octaedro, Barcelona.
- [6] Alonso, L., Blázquez, F. (2012). *El docente de educación virtual (guía básica)*. Narcea Ediciones, Madrid.
- [7] SCOPEO (2011). *M-learning en España, Portugal y América Latina*. Monográfico SCOPEO nº 3.

Introducción del aula invertida para el estudio de las operaciones unitarias en la asignatura Ingeniería Química del grado de Química de la Universidad de Barcelona

Eliana Ramírez^{1,}, Jaume Garcia-Amorós², Núria Serrano¹ (*eliana.ramirez-rangel@ub.edu)*

¹ Universidad de Barcelona, Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Martí i Franquès 1, 08028, Barcelona, España

² Universidad de Barcelona, Departamento de Química Inorgánica y Orgánica (Sección de Química Orgánica), Martí i Franquès 1, 08028, Barcelona, España

Palabras clave: aprendizaje activo, aula invertida, evaluación continuada, herramientas web, Socrative

Resumen

Uno de los retos más importantes en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se basa en concebir una enseñanza centrada en entender los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Así pues, el EEES impulsa un cambio importante en las metodologías docentes de las universidades, centrándose en el proceso de aprendizaje del estudiante y en sus resultados, medidos mediante el grado de adquisición de las competencias cuya evolución puede ser seguida mediante el uso de la evaluación continuada. Sin embargo, el diseño adecuado de las actividades de evaluación continuada sigue siendo un reto importante, especialmente en asignaturas de naturaleza teórica [1] ya que la mayoría de estas actividades son de tipo no presencial y asincrónicas, realizadas por los alumnos fuera de las sesiones de clase lo cual no permite acreditar de manera inequívoca si el estudiante ha alcanzado las competencias propuestas ya que no existe la certeza que el estudiante ha realizado las actividades de forma exclusiva. Además, estas actividades suelen ser comentadas con los estudiantes a posteriori (actividades realizadas fuera de clase, corregidas por el docente y devueltas a los estudiantes días después), lo que comporta la inexistencia de una retroacción inmediata que permita la detección y solución de las deficiencias detectadas dentro del proceso de aprendizaje de los alumnos [2].

Por otro lado, es sabida la gran importancia de la participación activa de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, lo cual resulta realmente complicado en grupos numerosos (>50 alumnos) especialmente en asignaturas de formación básica y obligatoria que se cursan en los primeros semestres de grados universitarios [3], lo que hace necesario el desarrollo de estrategias de aprendizaje innovadoras que fomenten la formación del alumnado, que pongan a prueba sus conocimientos, que permitan la autoevaluación de las competencias adquiridas y que dispongan de la adecuada retroacción por parte del profesorado para mejorar el propio proceso de aprendizaje. En este sentido, la introducción de la metodología de aula invertida, en la cual se invierte la secuencia clásica de las acciones de enseñanza, estudio y evaluación por la secuencia estudio, enseñanza y evaluación, permite avanzar hacia un aprendizaje centrado en el alumno, en fomentar su autonomía y autoregulación [4]. De esta manera, el docente pasa de ser un transmisor de conocimientos a ser un orientador, mediador y supervisor del proceso de aprendizaje de los alumnos.

Este trabajo se centra en la introducción de la técnica de aula invertida, en la modalidad de enseñanza a tiempo, en la asignatura de Ingeniería Química del Grado de Química para el aprendizaje de las operaciones unitarias con el objetivo de hacer un seguimiento continuado y real del proceso de aprendizaje que permita detectar y corregir deficiencias en el mismo y proporcionar una retroacción más efectiva, al mismo tiempo que se fomenta el rol activo de los estudiantes dentro de su proceso de aprendizaje.

La asignatura de Ingeniería Química del Grado de Química es una asignatura obligatoria de carácter teórico (6 ECTS) programada en el tercer semestre curricular. El número total aproximado de alumnos matriculados por año es de 250, los cuales son distribuidos en 5 grupos, 3 en el primer semestre y 2 en el segundo. Es importante destacar que esta estrategia, desarrollada durante el curso académico 2018-2019, se ha llevado a cabo en el segundo semestre, el cual no es el semestre curricular natural, y por tanto, gran parte del alumnado ya ha cursado la asignatura con anterioridad sin haberla superado. Por otro lado, esta asignatura no corresponde a ninguna de las cuatro ramas principales de la química y es percibida por el alumnado del Grado de Química con un alto grado de desmotivación, especialmente en lo relacionado al estudio de las diferentes operaciones unitarias que conforman los procesos químicos, que es de una naturaleza altamente descriptiva, pero de gran importancia dentro de los contenidos de la asignatura. Esta desmotivación se refleja en una baja asistencia a clase, una poca participación durante las sesiones presenciales y un porcentaje bajo de participación en las pruebas de evaluación formativa (no acreditativa). Además, debido al gran número de operaciones unitarias y la limitación temporal de la asignatura, clásicamente parte de ellas se explica por el profesor durante las sesiones presenciales y/o se indica a los estudiantes su lectura directamente del libro de texto, la cual es posteriormente evaluada. El resultado de dichas evaluaciones a lo largo de los años refleja que el aprendizaje adquirido sobre las operaciones unitarias es insatisfactorio.

Previamente a la implementación de la estrategia docente de aula invertida se realizó una selección previa de las operaciones unitarias a estudiar, una selección de la herramienta web 2.0 (Socrative) a utilizar, se diseñaron los cuestionarios on-line y se confeccionó la encuesta de satisfacción para evaluar el uso de la estrategia seguida.

La secuencia de implementación es la que se detalla a continuación: 1) Presentación de la estrategia de aula invertida y asignación de una operación unitaria a desarrollar en grupos de 2-3 alumnos. Los alumnos elaboran una ficha en power point siguiendo las pautas dadas en clase, 2) Elaboración de la ficha por parte de los alumnos y entrega de la misma vía Campus Virtual, 3) Retroacción por parte del profesor de las fichas elaboradas y posterior corrección por parte de los alumnos, 4) Creación en el campus del repositorio de fichas corregidas que constituirá el material de autoestudio de las operaciones unitarias, 5) Resolución en el aula de un cuestionario on-line individual con preguntas de opción múltiple sobre los aspectos más relevantes de las operaciones unitarias. Esta etapa se desarrolla durante dos sesiones presenciales y es de carácter formativo. Con las respuestas dadas a cada pregunta, el profesor *in situ* determina el grado de comprensión alcanzado por el grupo-clase gracias al informe inmediato proporcionado por la herramienta web y hace las correcciones, matizaciones y aclaraciones necesarias, 6) Diseño de un nuevo cuestionario a resolver en clase de manera individual, el cual tiene carácter acreditativo (5% de la calificación final), y 7) Análisis de los resultados obtenidos por la clase y retroacción final en el aula.

Los resultados obtenidos tras la implementación de la estrategia de aula invertida se compararon con los obtenidos en la “prueba final de síntesis”, la cual consiste en una prueba escrita donde se evalúan los conocimientos adquiridos en toda la asignatura, incluido el estudio de las operaciones unitarias. Para evidenciar si la estrategia de aprendizaje propuesta funciona favorablemente, se decidió utilizar como control dos grupos de la asignatura, impartidos por los mismos docentes, en el curso académico anterior (2017-2018), en los que el estudio de las operaciones unitarias se llevó a cabo de manera tradicional.

Tabla 1. Calificaciones correspondientes al bloque temático de operaciones unitarias.

Prueba/Curso	2017-2018 (grupo)	2018-2019 (grupo)
Prueba continuada	7,2 (A) 6,7 (B)	6,6 (A) 5,5 (B)
Prueba de síntesis	6,0 (A) 5,9 (B)	6,2 (A) 6,8 (B)

La Tabla 1 muestra que el promedio de calificaciones obtenidas en la prueba de síntesis en los dos grupos comparados no son significativamente diferentes, pero sí lo son las medias aritméticas de la actividad de evaluación continuada correspondiente al aula invertida. Cabe remarcar que mientras que las calificaciones

obtenidas en la prueba de síntesis para el grupo A son comparables, las correspondientes al grupo B mejoraron notablemente (1,3 puntos) después de la aplicación de la técnica de aula invertida. Por otro lado, se puede observar cómo la metodología tradicional (curso 2017-2018) dio lugar a calificaciones medias de la prueba de evaluación continuada 1,2 puntos (grupo A) y 1,8 puntos (grupo B) superiores a la calificación obtenida en la prueba de síntesis. Esta diferencia, muestra una sobrevaloración del grado de adquisición de las competencias por parte de los alumnos. Comparando los resultados de ambos cursos académicos, se puede observar que las notas de la prueba continuada para el curso 2018-19, en el cual se ha empleado la técnica de aula invertida, están menos sobrevaloradas en comparación con las obtenidas con el método tradicional. También es remarcable la mejora en las calificaciones de la prueba de síntesis obtenidas durante el curso 2018-19 mediante la aplicación de esta técnica de innovación docente.

La encuesta de satisfacción muestra que la técnica de innovación ha tenido buena acogida (80%) por parte de los estudiantes y éstos se muestran favorables (77%) a la extensión de su aplicación a otras asignaturas del Grado. También, los estudiantes prefieren el estudio de bloque temático de la asignatura mediante esta técnica de aprendizaje activo *versus* el modelo tradicional en tarima.

Agradecimientos: Al proyecto 2018PID-UB/029 del Programa de Millora i Innovació Docent (PMID) de la Universidad de Barcelona.

Referencias

- [1] Brown, S., Glasner A. (2007). *Evaluar en la Universidad*. Narcea Ediciones, Madrid.
- [2] Martí, J. (2012). La importancia del feedback en las enseñanzas semipresenciales y a distancia (<http://www.xarxatic.com/la-importancia-del-feedback-en-las-ensenanzas-se...>).
- [3] Morell, T. (2009). ¿Cómo podemos fomentar la participación en nuestras clases universitarias? Editorial Marfil, Alcoy.
- [4] Bergmann, J., Sams, A. (2014). Flipped learning. Gateway to student engagement. International Society for Technology in Education.

1^{era} Jornada de Divulgació de la Recerca, Innovació i Millora Docent a la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona

Lloc: Aula 105 (Facultat de Química)

9:00-9:10 h – Benvinguda

9:10-9:30 h – Presentació de la Jornada: *“Recerca, Innovació i Millora Docent a la Facultat de Química”*.

Oscar Núñez, Coordinador de Formació de Professorat i Innovació Docent de la Facultat de Química

- Programa de Recerca en Docència Universitària (REDICE18, IDP-ICE)

9:35-9:55 h – *Avaluació continuada: només una manera d'avaluar o també una eina per aconseguir un aprenentatge més eficient?*

Inmaculada Angurell, Montserrat Corbella, Raimundo Gargallo, Ramon Reigada, Maria Sarret, Ernesto Nicolás, Joan-Antoni Farrera

- Projectes de Recerca, Innovació i Millora de la Docència i l'Aprenentatge (RIMDA)

10:00-10:20 h – *Estratègies d'Aula Inversa Basades en Eines Web 2.0 per a la Millora del Procés d'Aprenentatge de l'Estudiant*

Juan Francisco Ayala-Cabrera, Miquel Esteban, José Manuel Díaz-Cruz, Jaume García, Clara Pérez-Ràfols, Oscar Núñez, Eliana Ramírez, Núria Serrano, Xavier Subirats

10:20-10:40 h – *Portem al laboratori a l'aula i l'aula al laboratori per millorar l'assoliment d'aprenentatges i competències*

Susana Amézqueta, Fernando J. Benavente, Elisabet Fuguat, Jacinto Guiteras, José Fermín López, Anna Rigol

10:40-11:00 h – *Noves Estratègies d'Aprenentatge amb Avaluació Continuada Formativa i Acreditativa en l'Assignatura “Espectrometria de Masses” del Màster Universitari en Química Analítica*

Encarnación Moyano, Francisco Javier Santos, Oscar Núñez, Juan Francisco Ayala-Cabrera, Ane Arrizabalaga, Guillem Campmajó

11:00-11:45 h – Descans

11:45-12:05 h – Metodologies d'aprenentatge basat en la resolució de problemes i avaluació formativa per afavorir l'aprenentatge a l'assignatura de Laboratori de Química Analítica

Estela Giménez, Montserrat Mancera-Arteu, Angels Sahuquillo, Francisco Javier Santos, Victoria Sanz-Nebot.

12:05-12:25 h – Desenvolupament i aplicació d'estratègies d'Aula Invertida en Assignatures Relacionades amb la Química i l'Anàlisi Química (AUQAQ)

Alex Tarancón, Maria Esther Santamaria, Héctor Bagan, Jose Francisco García

- **Grups d'Innovació Docent Consolidats**

12:30-12:50 h – La innovació Docent del grup GIDC-eppm als diferents graus de la Facultat de Química

Mònica Martínez, Joan Formosa, Jessica Giró, Jose Antonio Padilla, Mercè Segarra, Elena Xuriguera

12:50-13:10 h – Experiències d'innovació docent en Química Física Experimental

Francesc Centellas Masuet, Elvira Gómez Valentín, Miguel González Pérez, Ramon González Arribas, Lydia Hernández Fernández, Jordi Ignés Mullol, Josep M^a Lucas Alcorta, Sergio Madurga Díez, Francesc Mas Pujadas, Ibério Moreira, Fernando Mota Valeri, Ramon Sayós Ortega, Albert Solé Sabaté, Carmen Sousa Romero

- **Màster en Docència Universitària per a Professorat Novell**

13:15-13:35 h – Laboratori Bàsic de Química Analítica: Introducció de l'Aprenentatge Basat en Projectes

Juan Francisco Ayala-Cabrera, Clara Pérez-Ràfols, Oscar Núñez, Núria Serrano

13:35-14:00 h – Conclusions de la Jornada



MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

TÍTULO: Introducción de estrategias de aula invertida para la mejora del proceso de aprendizaje del estudiante

Subtítulo: Asignatura de Química Analítica de diferentes grados de la Universidad de Barcelona

1. RESUMEN:

Este trabajo plantea el desarrollo e implementación de diferentes estrategias de aula invertida basadas en herramientas web 2.0 en la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química de la Universidad de Barcelona para garantizar la consecución de las competencias de la asignatura, fomentar la motivación y participación en clase del estudiante, además de facilitar una retroacción activa, ágil y constante, en definitiva, mejorar su proceso de aprendizaje.

2. ABSTRACT:

This work deals about the development and implementation of several flipped classroom strategies based on web 2.0 tools in the subject of Analytical Chemistry in the Degrees of Chemistry, Pharmacy and Chemical Engineering of the University of Barcelona to guarantee the achievement of the subject's competences, promote the motivation and participation in class of the student, as well as providing an active, agile and constant feedback, in short, improve their learning process.

3. PALABRAS CLAVE:

Aula invertida, herramientas web 2.0, participación activa, consecución de competencias, dispositivos móviles, retroacción inmediata

4. KEYWORDS:

Flipped classroom, web 2.0 tools, active participation, achievement of competences, mobile devices, immediate feedback

5. ÁREA DE CONOCIMIENTO

Ciencias



MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

6. ÁMBITO TEMÁTICO DEL CONGRESO

Arquitecturas y espacios de aprendizaje.

7. MODALIDAD PREFERENTE DE PRESENTACIÓN

Comunicación oral.

8. DESARROLLO:

MARCO DE APLICACIÓN

El Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) fomenta que las metodologías docentes de las universidades se centren en el proceso de aprendizaje del estudiante y en sus resultados, medidos por el grado de adquisición de las competencias mediante la evaluación continua. Sin embargo, el diseño adecuado de las actividades de evaluación sigue siendo un reto importante, sobre todo en asignaturas teóricas [1], ya que la mayoría de estas actividades son no presenciales y asincrónicas, realizadas fuera de clase, lo cual no permite acreditar de manera inequívoca que cada estudiante ha alcanzado las competencias propuestas. Además, estas actividades se suelen discutir con los estudiantes *a posteriori*, lo que impide una retroacción inmediata que permita detectar y solucionar rápidamente las posibles deficiencias en el proceso de aprendizaje [2].

Desde otro ángulo, es necesario fomentar la participación activa de los estudiantes para mejorar su proceso de aprendizaje, lo cual resulta complicado en grupos numerosos (>60 alumnos) [3]. Esto obliga a desarrollar estrategias de aprendizaje innovadoras que fomenten la formación del alumnado, pongan a prueba sus conocimientos, permitan la autoevaluación de las competencias adquiridas y dispongan de una adecuada retroacción por parte del docente para mejorar el proceso de aprendizaje. En este sentido, la metodología de aula invertida, que cambia la secuencia clásica de las acciones de enseñanza, estudio y evaluación por la secuencia estudio, enseñanza y evaluación, permite avanzar hacia un aprendizaje centrado en el alumno, fomentando su autonomía y autoregulación [4,5]. Así el docente pasa de ser un transmisor de conocimientos a ser un orientador, mediador y supervisor del proceso de aprendizaje de los alumnos.

En nuestra sociedad son bien visibles los profundos cambios que está provocando la explosión de las conocidas TIC en todos los ámbitos de nuestra sociedad, así como la integración a la vida cotidiana de los dispositivos móviles (ordenadores portátiles, tabletas, teléfonos inteligentes...) [6]. Así pues, el aprendizaje con dispositivos móviles (*m-learning*) es una magnífica oportunidad para introducir innovaciones necesarias y urgentes en la enseñanza, y particularmente en la Universidad [7].

Este trabajo se centra en la introducción de la técnica de aula invertida, en la modalidad combinada de enseñanza a tiempo (*just in time teaching*) y de aprendizaje entre iguales (*peer instruction*), en la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química para el aprendizaje de los equilibrios químicos con el objetivo de hacer un seguimiento continuo y real del proceso de aprendizaje que permita detectar y corregir deficiencias en el



MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

mismo y proporcionar una retroacción más efectiva, al mismo tiempo que se fomenta el rol activo de los estudiantes dentro de su proceso de aprendizaje.

ESTRATEGIA DE TRABAJO

El objetivo de la asignatura Química Analítica (6 ECTS) es introducir al alumno en el conocimiento de los equilibrios iónicos que fundamentan las reacciones ácido-base, de complejación, de precipitación y de oxidación-reducción. Con el objetivo final de mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes se aplicará una metodología de aula invertida combinando las estrategias de enseñanza a tiempo y de aprendizaje entre iguales. Además, se pretende que estas estrategias potencien el uso y la aplicación de las TIC, en especial de los dispositivos móviles y de las herramientas web 2.0.

Esta metodología se estructura en 5 etapas (Figura 1):

- Etapa 1 (Día 1): Presentación de la documentación (individual, trabajo autónomo)
El profesorado proporcionará a los estudiantes a través del campus virtual materiales de lectura y audiovisuales del tema a tratar. Los estudiantes deberán trabajar en casa con este material de manera individual con la ayuda de una guía de estudio.
- Etapa 2 (Día 7): Resolución cuestionario on-line (individual, trabajo autónomo)
Los estudiantes, en casa y de manera nominal, resolverán a través de la aplicación para dispositivos móviles *Socrative* un cuestionario (*Cuestionario inicial*) de carácter teórico con preguntas de opción múltiple sobre los aspectos más relevantes del tema trabajado. Al terminar el cuestionario, dispondrán de las respuestas correctas y de la nota final. Este cuestionario será una actividad de evaluación continua acreditativa que valdrá un 40% del total de la actividad.
- Etapa 3 (Día 8): Estudio de las respuestas al cuestionario
Los profesores recopilarán las respuestas al cuestionario, las analizarán y calificarán. De esta forma obtendrán información sobre el nivel de comprensión de los alumnos y de los errores más habituales, y decidirán cómo estructurar la sesión presencial determinando qué aspectos del tema no es necesario mencionar, aquéllos que hay que clarificar y aquéllos que son objeto de los errores más frecuentes.
- Etapa 4 (Día 10): Trabajo en clase
 - Etapa 4.1 (Grupal): Al comenzar la clase el profesor hará una breve explicación de no más de 10 min para clarificar aquellos conceptos claves que son fuente de los errores más habituales.
 - Etapa 4.2 (Individual): A continuación, el profesor propondrá un cuestionario nominal (*Cuestionario formativo*) que los alumnos resolverán utilizando la herramienta *Socrative* de manera individual con preguntas de opción múltiple sobre aspectos más aplicados. Al terminar el cuestionario (7-10 min) no dispondrán de las respuestas correctas, pero sí de la nota final obtenida a efectos meramente informativos.
 - Etapa 4.3 (Parejas): Seguidamente el estudiante comparará y discutirá sus respuestas (7-10 min) con otro compañero. Durante este tiempo de discusión el profesor irá pasando por las parejas y ayudará en los razonamientos.



MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

- Etapa 4.4 (Individual): Pasado el tiempo de debate, el estudiante de manera nominal e individual volverá a responder el *Cuestionario formativo*. Al terminar el cuestionario dispondrán tanto de las respuestas correctas como de la nota final obtenida. Este cuestionario será una actividad de evaluación continua formativa, que en esta etapa 4 no será acreditativa.
- Etapa 4.5 (Grupal): El profesor haciendo uso de la herramienta *Socrative*, que facilita un informe de los resultados obtenidos tanto por alumno como por pregunta, proporcionará una retroacción final enfocada a corregir los errores de comprensión.
- Etapa 5 (Día 11): Evaluación en clase
Los estudiantes contestarán de manera individual y nominal a un *Cuestionario final* con preguntas de opción múltiple sobre aspectos teórico-prácticos del tema trabajado. Al terminar el cuestionario dispondrán de las respuestas correctas y de la nota final. Este cuestionario será una actividad de evaluación continua acreditativa que valdrá un 60% del total de la actividad.

RESULTADOS

Resultados preliminares obtenidos para la asignatura de Química Analítica del Grado de Ingeniería Química demuestran que el porcentaje de estudiantes que resuelve correctamente el *Cuestionario formativo* pasa del 56 % cuando lo responden en primera instancia, al 91 % cuando lo responden después de debatirlo con un compañero. Así mismo, los estudiantes obtienen una nota promedio en el *Cuestionario final* medio punto superior a la obtenida en el *Cuestionario inicial*.

Para conocer el grado de aceptación y el aprovechamiento de esta estrategia de aprendizaje se han realizado encuestas entre el alumnado (Figura 2). En general, los estudiantes valoran positivamente la estrategia de aula invertida realizada ya que les permite desarrollar su capacidad de aprendizaje autónomo, les facilita el aprendizaje de los contenidos trabajados, les ayuda a venir más preparados, estar más atentos y a participar más activamente en las clases presenciales. Por otro lado, también manifiestan que, aunque les ha implicado un mayor trabajo por su parte, recomendarían a otros compañeros la realización de esta actividad.



MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

8.1. FIGURA 1

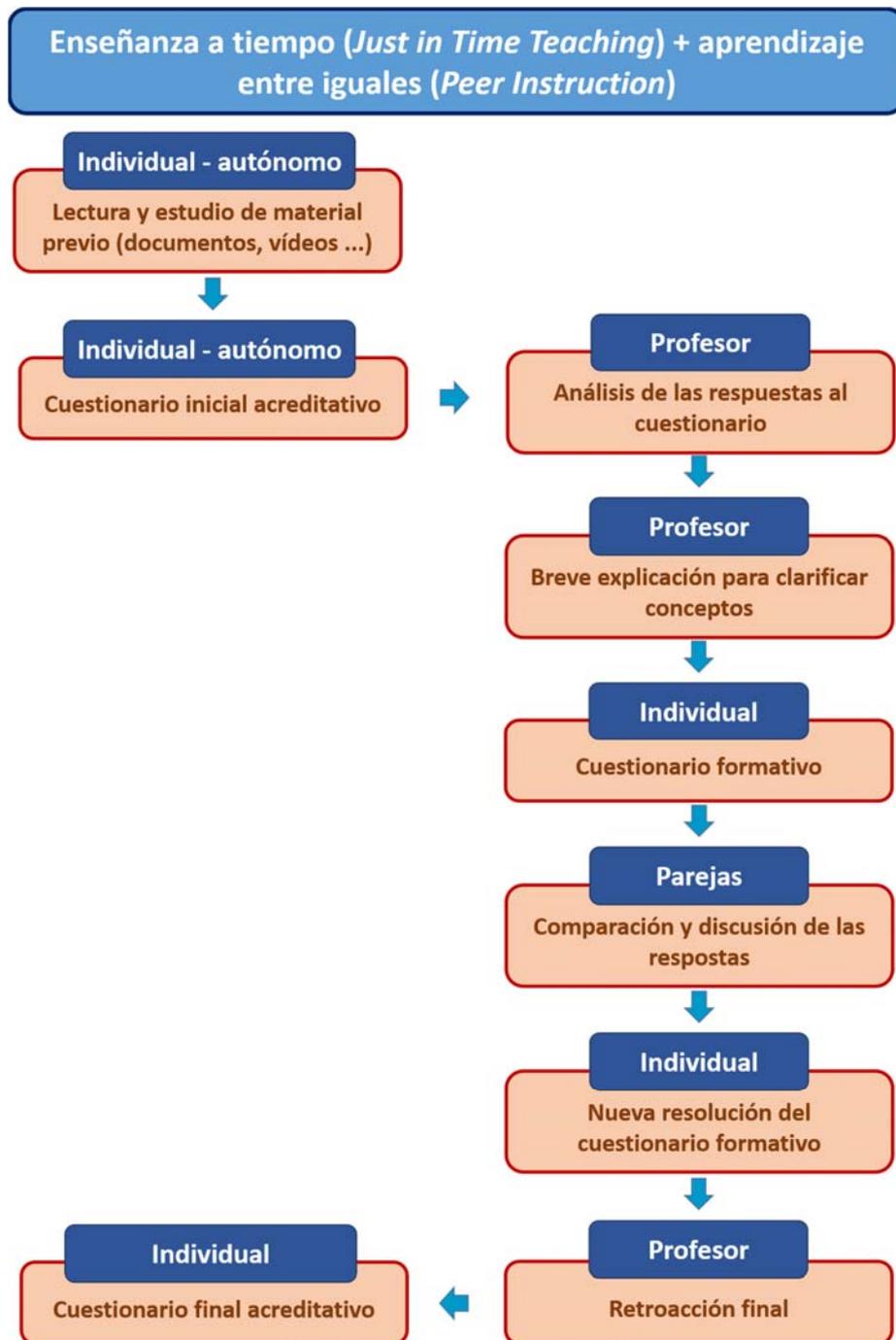


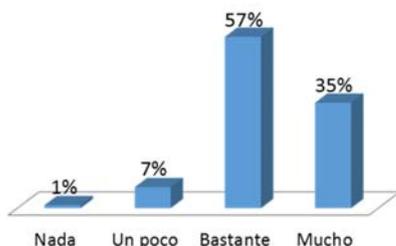
Figura 1. Esquema de la estrategia combinada de enseñanza a tiempo y aprendizaje entre iguales que se utiliza en la asignatura de Química Analítica.



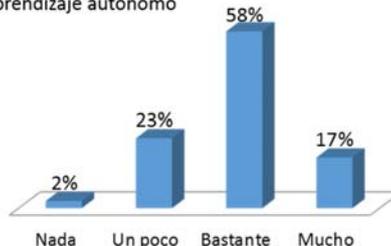
MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

8.2. FIGURA 2

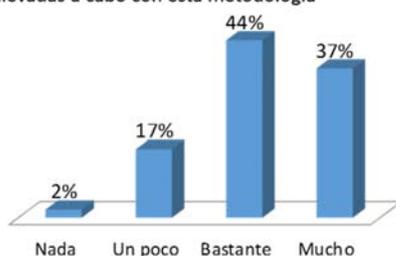
1. Los materiales de trabajo proporcionados (guía de lectura y estudio) eran adecuados



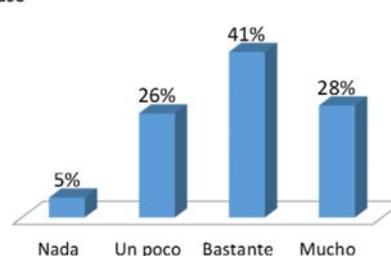
2. La metodología docente del aula invertida me ha permitido desarrollar mi capacidad de aprendizaje autónomo



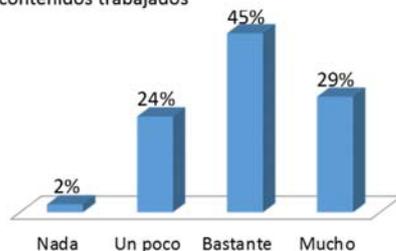
3. La metodología docente del aula invertida me ha animado a estar más atento a las clases llevadas a cabo con esta metodología



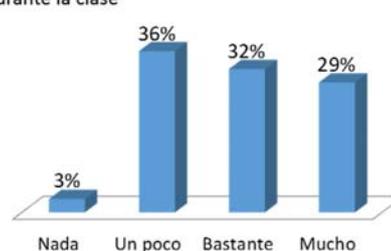
4. La metodología docente del aula invertida me ha ayudado a venir mejor preparado en clase



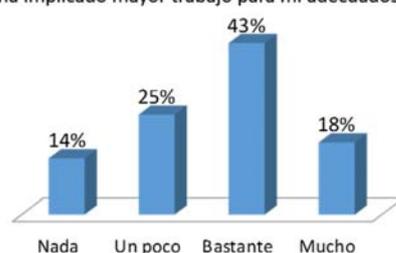
5. La metodología docente del aula invertida me ha facilitado el aprendizaje de los contenidos trabajados



6. La metodología docente del aula invertida ha favorecido que tuviera un papel más activo durante la clase



7. La metodología docente del aula invertida ha implicado mayor trabajo para mí adecuados



8. Recomendaría a otros compañeros la realización de esta actividad

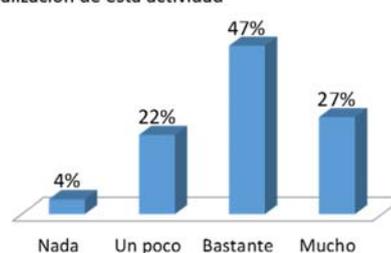


Figura 2. Encuesta de satisfacción realizada por 65 estudiantes de la asignatura de Química Analítica del Grado de Ingeniería Química.



MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (según normativa APA)

<https://apastyle.apa.org/style-grammar-guidelines/references/>

- [1] Brown, S., Glasner A. (2007). *Evaluar en la Universidad*. Narcea Ediciones, Madrid.
- [2] Martí, J. (2012). *La importancia del feedback en las enseñanzas semipresenciales y a distancia* (<http://www.xarxatic.com/la-importancia-del-feedback-en-las-ensenanzas-semipresenciales-y-virtuales/>)
- [3] Morell, T. (2009). *¿Cómo podemos fomentar la participación en nuestras clases universitarias?* Editorial Marfil, Alcoy.
- [4] Bergmann, J., Sams, A. (2012). *Flip your classroom. Reach every student in every class every day*. Colorado: ISTE. ASCD.
- [5] Medina, J.L. (2016). *La docencia universitaria mediante el enfoque del aula invertida*. Ediciones Octaedro, Barcelona.
- [6] Alonso, L., Blázquez, F. (2012). *El docente de educación virtual (guía básica)*. Narcea Ediciones, Madrid.
- [7] SCOPEO (2011). *M-learning en España, Portugal y América Latina*. Monográfico SCOPEO nº 3.



La clase inversa (presencial o virtual) como estrategia de enseñanza-aprendizaje en asignaturas de Química Analítica

Xavier Subirats, José Manuel Díaz-Cruz, Clara Pérez-Ràfols, Eliana Ramírez, Núria Serrano.

Universidad de Barcelona, Facultad de Química, Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, C/ Martí i Franquès 1-11, 08028, Barcelona, xavier.subirats@ub.edu

Uno de los retos más importantes en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se basa en pensar, diseñar, practicar y reflexionar sobre una enseñanza centrada en entender los procesos de aprendizaje de los estudiantes. Así, el EEES impulsa un cambio importante en las metodologías docentes de las universidades, centrándose en el proceso de aprendizaje del estudiante y en sus resultados, medidos mediante el grado de consecución de competencias. Por otro lado, es bien sabida la importancia de la participación activa del estudiante en los procesos de aprendizaje. Sin embargo, fomentar la participación del alumnado en clase puede ser realmente complicado en grupos numerosos (> 60 alumnos), especialmente en asignaturas de formación básica y obligatoria que se cursan en los primeros semestres de los grados universitarios. Así pues, es necesario desarrollar estrategias de aprendizaje innovadoras que fomenten la participación del alumnado, que pongan a prueba sus conocimientos previos, que permitan una autoevaluación de las competencias adquiridas y que cuenten con la retroacción de los docentes para encontrar las respuestas adecuadas.

En este sentido, la introducción en las enseñanzas universitarias de la flipped classroom o clase inversa, donde se invierte la secuencia clásica de acciones constituida por enseñanza, estudio y evaluación, por la secuencia estudio, evaluación y enseñanza, es un buen punto de partida que permite avanzar hacia un aprendizaje centrado en el protagonismo del alumno, en su autonomía y en su autorregulación. Así pues, con este enfoque, el docente pasa de ser un simple transmisor de conocimientos para convertirse en orientador, mediador y supervisor de las tareas de estudio y aprendizaje de los estudiantes.

Así, este trabajo muestra el desarrollo e implementación de diferentes estrategias de clase inversa en la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química de la Universidad de Barcelona, en modalidad presencial o virtual, para garantizar la adquisición de las competencias de la asignatura, fomentar la motivación y participación en clase del estudiante, además de facilitar una retroacción activa, ágil y constante, en definitiva, mejorar su proceso de aprendizaje.

J.L. Medina (2016). La docencia universitaria mediante el enfoque del aula invertida. Ediciones Octaedro, Barcelona., J.M. Díaz-Cruz, E. Ramírez, N. Serrano, X. Subirats. Actualidad Analítica 71 (2020) 7-10., J.M. Díaz-Cruz, C. Pérez-Ràfols, E. Ramírez, N. Serrano, X. Subirats. Actualidad Analítica 75 (2021) 6-10.



Aula invertida como estrategia de aprendizaje activo para mejorar la selección de métodos de calibración en estudiantes de la asignatura Análisis Instrumental

Oscar Núñez Burcio, Núria Serrano Plana, Eliana Ramírez Rangel.

Universidad de Barcelona, Facultad de Química, Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Martí i Franques 1-11, 08028, Barcelona, oscar.nunez@ub.edu

A día de hoy es una realidad que la aplicación de estrategias metodológicas de enseñanza a nivel universitario se centra en el proceso de aprendizaje de los estudiantes. No obstante, existen aún ciertos objetivos de aprendizaje y competencias donde los resultados no son los esperados, bien porque los docentes no han utilizado dichas estrategias o las utilizadas no han sido las más adecuadas. Este es el caso del objetivo de aprendizaje sobre la selección de métodos de calibración en la asignatura Análisis Instrumental (Grado de Química, Universidad de Barcelona). Este objetivo tiene como finalidad que el estudiante sea capaz de seleccionar el método de calibración más adecuado (calibración externa, patrón interno, adición estándar, calibración en matriz, etc.) en base a las características de una determinada aplicación analítica (falta de reproducibilidad del método de análisis, o presencia o no de efecto matriz).

El aula invertida se plantea como una estrategia de aprendizaje activo idónea para una mejor transmisión tanto de conocimientos teóricos como de habilidades prácticas. Además, el trabajo autónomo del estudiante fuera del aula permite, en las sesiones presenciales, una mayor dedicación por parte del profesor a la resolución de dudas y problemas permitiendo la mejora del proceso de aprendizaje del estudiante.

En este trabajo, se aplicó la estrategia de aula invertida (curso 2020-21) para mejorar la habilidad de los estudiantes de seleccionar métodos de calibración. Tras trabajar de forma autónoma el material proporcionado (presentaciones, vídeos, ejercicios...), y siguiendo una guía de estudio, se realizó una prueba diagnóstica (fuera del aula) para detectar aquellos conceptos que no habían sido adquiridos por la mayoría de los estudiantes, permitiendo preparar "a la carta" una clase presencial donde resolver dudas. La actividad finalizó con una prueba de evaluación presencial de dicho objetivo de aprendizaje. La comparación de los resultados entre la prueba diagnóstica y la evaluación final de la actividad (que como promedio proporcionó una mejora de 1,5 puntos) permite obtener un indicador cuantitativo de la mejora del proceso de aprendizaje de los estudiantes al utilizar aula invertida. Se compararon también los resultados obtenidos con los de grupos control de cursos anteriores que no utilizaron aula invertida, observándose que en general los estudiantes obtuvieron mejores calificaciones. La utilización del aula invertida se evaluó también con indicadores cualitativos basados en encuestas anónimas de opinión de los estudiantes, los cuales destacaron que iban mejor preparados y más seguros a clase, y llevaban más al día la asignatura.