

### 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.

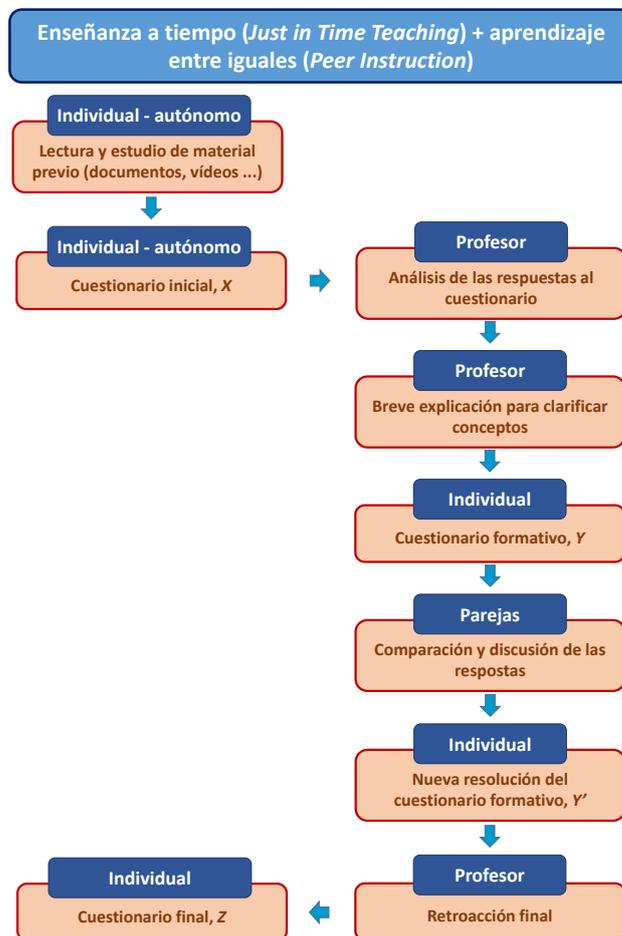
- **Etapa 5 (Día 12): Evaluación en clase (sesión de 1 hora)**

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.

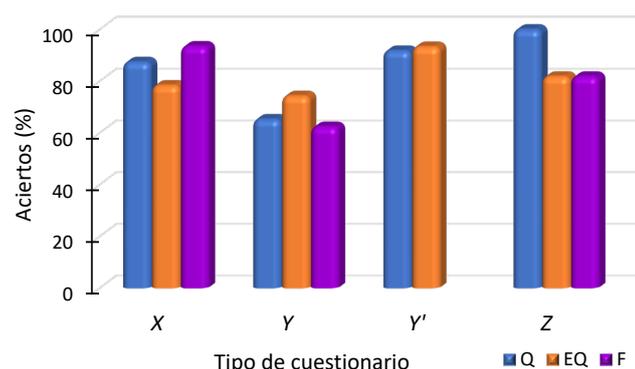


Figura 2. Comparativa de notas medias obtenidas para cada cuestionario para los tres grupos de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química.

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.

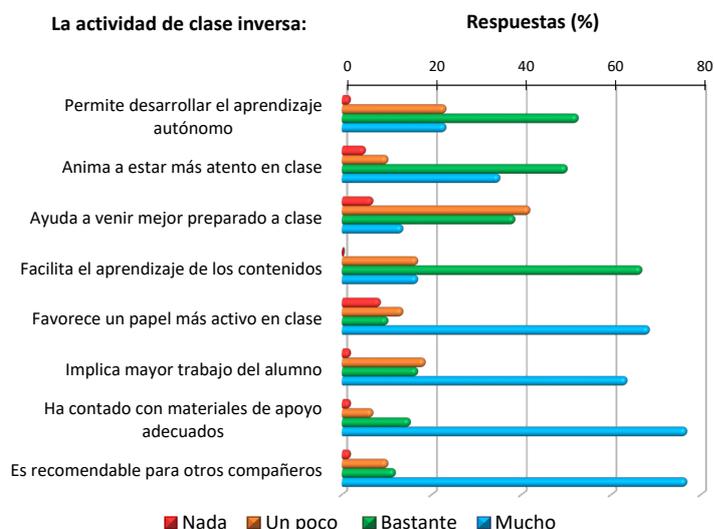


Figura 3. Resultados de la encuesta de satisfacción.

### 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).