

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

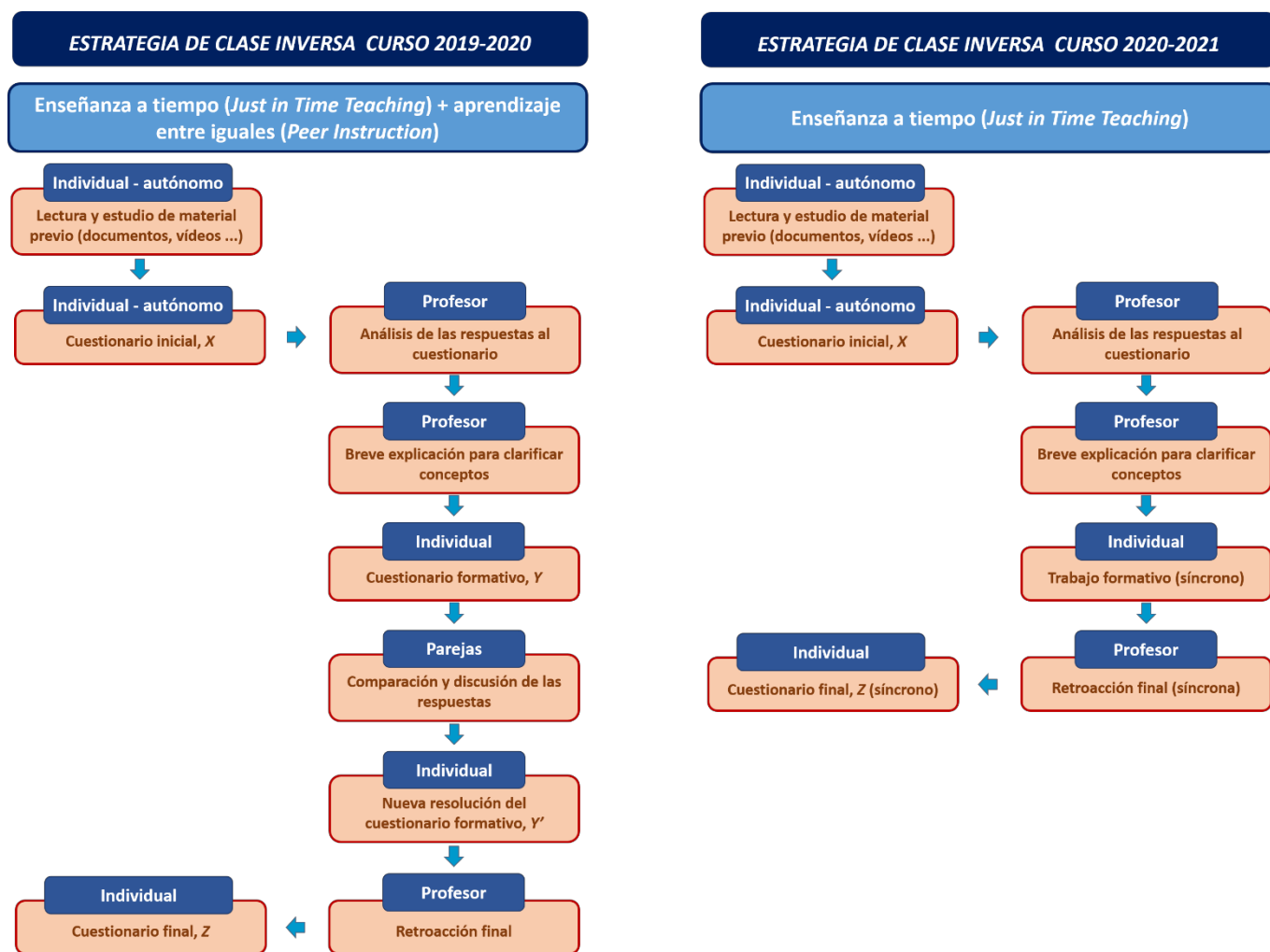


Figura 1. Esquema de las estrategias de clase inversa aplicadas en los cursos 2019-2020 y 2020-2021 en la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química.

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 sincrónica, 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

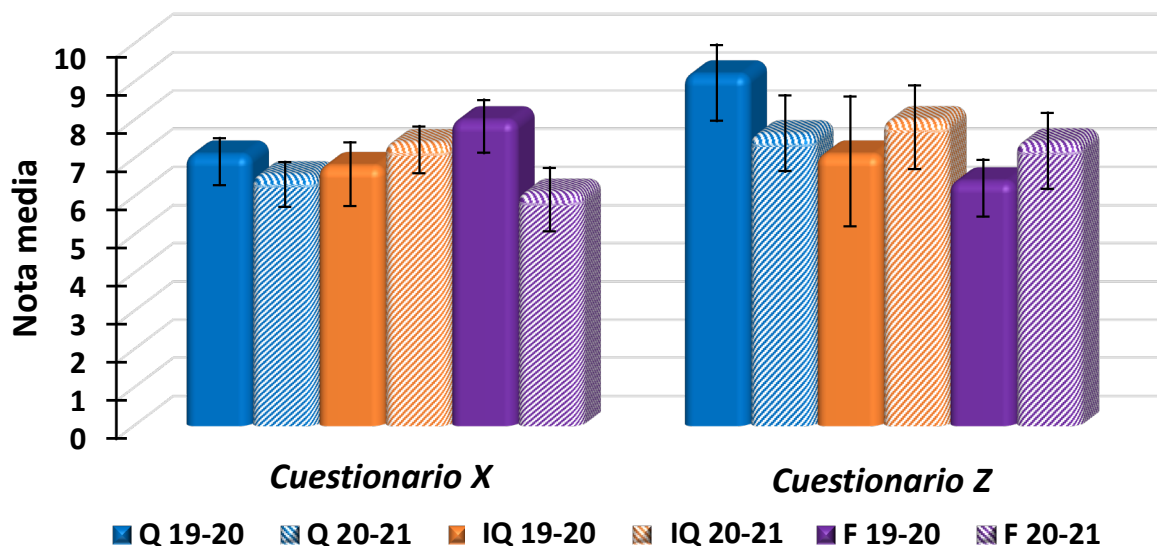


Figura 2. Comparativa de notas medias obtenidas para el *Cuestionario inicial X* y el *Cuestionario final Z* para los grupos de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química en los cursos académicos 2019-2020 (relleno sólido) y 2020-2021 (relleno de trama).

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).

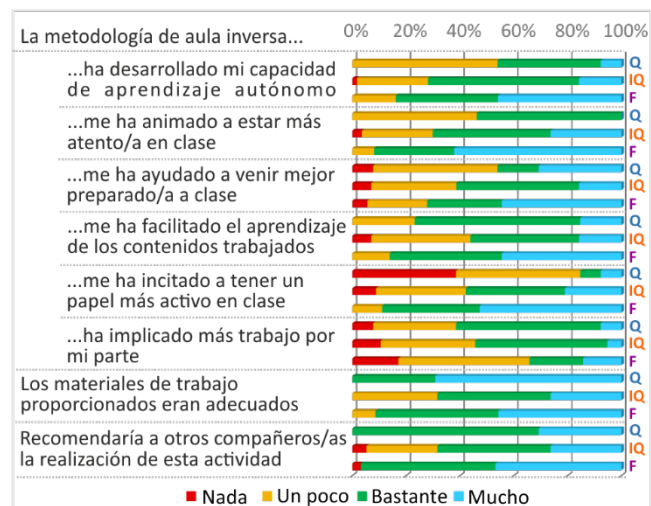


Figura 3. Resultados de las encuestas de satisfacción.