

# INFORME FINAL DE DIFUSIÓ DEL PROJECTE INSTITUCIONAL DE FOMENT DE LA QUALITAT DOCENT A LA FACULTAT DE QUÍMICA DE LA UNIVERSITAT DE BARCELONA

## “PROJECTE INSTITUCIONAL RIMDA-QUÍMICA”

### **Coordinadors del Projecte:**

**Dr. Oscar Núñez Burcio.** Professor Catedràtic d'Universitat. Departament d'Enginyeria Química i Química Analítica, UB. E-mail: [oscar.nunez@ub.edu](mailto:oscar.nunez@ub.edu)

*Coordinador d'Innovació Docent i Formació de Professorat de la Facultat de Química  
(de l'1 de Setembre de 2018 al 20 de Setembre de 2021)*

**Dr. Fermín Huarte Larrañaga.** Professor Titular d'Universitat. Departament de Ciència de Materials i Química Física, UB. E-mail: [fermin.huarte@ub.edu](mailto:fermin.huarte@ub.edu)

*Vicedegà d'Ordenació Acadèmica i Qualitat de la Facultat de Química*

**Dr. Miquel Vidal Espinar.** Professor Catedràtic d'Universitat. Departament d'Enginyeria Química i Química Analítica, UB. E-mail: [miquel.vidal@ub.edu](mailto:miquel.vidal@ub.edu)

*Degà de la Facultat de Química*

### **Assessors de les Línies d'Innovació Docent del Projecte:**

**Dra. Eliana Ramírez Rangel.** Professora Agregada. Departament d'Enginyeria Química i Química Analítica, UB. E-mail: [eliana.ramirez-rangel@ub.edu](mailto:eliana.ramirez-rangel@ub.edu)

**Dr. Alex Tarancón Sanz.** Professor Agregat. Departament d'Enginyeria Química i Química Analítica, UB. E-mail: [alex.tarancon@ub.edu](mailto:alex.tarancon@ub.edu)

**Dra. Anna Rigol Parera.** Professora Titular d'Universitat. Departament d'Enginyeria Química i Química Analítica, UB. E-mail: [annarigol@ub.edu](mailto:annarigol@ub.edu)

**Dra. Elisabet Fuguet Jordà.** Professora Agregada. Departament d'Enginyeria Química i Química Analítica, UB. E-mail: [elifuguetj@ub.edu](mailto:elifuguetj@ub.edu)

**Dra. Mònica Martínez López.** Professora Agregada. Departament de Ciència de Materials i Química Física, UB. E-mail: [monicamartinez@ub.edu](mailto:monicamartinez@ub.edu)

**Durada del Projecte:** de l'1 de Gener de 2019 al 31 de Desembre de 2021

Es presenta com a informe final la difusió portada a terme del Projecte Institucional de Foment de la Qualitat Docent a la Facultat de Química de la Universitat de Barcelona

(Projecte RIMDA-Química), promogut per l'equip deganal de la Facultat de Química i pel Vicerectorat de Política Docent de la Universitat de Barcelona (UB), en el marc del programa de recerca, innovació i millora de la docència i de l'aprenentatge (Programa RIMDA) de la UB. El projecte se centra en l'aplicació de cinc metodologies d'aprenentatge actiu (Aprenentatge Basat en Problemes, Estudi de Casos, Aula Invertida (*Just-In-Time-Teaching* i *Team-Based Learning*) i Aprenentatge-Servei) en assignatures teòriques i pràctiques de les titulacions de grau i màster a la Facultat de Química.

### **Total de PDI implicat en el projecte**

#### ***Línia Aula Inversa: Just-in-time-teaching***

Assessora: Dra. Eliana Ramírez

Número de PDI implicat (amb l'assessor/a): 10

#### ***Línia Aula Inversa: Team-based learning***

Assessor: Dr. Alex Tarancón

Número de PDI implicat (amb l'assessor/a): 10

#### ***Línia Estudi de Casos***

Assessora: Dra. Anna Rigol

Número de PDI implicat (amb l'assessor/a): 6

#### ***Aprenentatge Basat en Problemes***

Assessora: Dra. Elisabet Fuguet

Número de PDI implicat (amb l'assessor/a): 6

#### ***Aprenentatge Servei***

Assessora: Dra. Mònica Martínez

Número de PDI implicat (amb l'assessor/a): 6

## Difusió del Projecte

Els resultats obtinguts en aquest Projecte Institucional de Foment de la Qualitat Docent a la Facultat de Química han donat lloc a diverses comunicacions en congressos i jornades de difusió, així com a publicacions docents. A continuació es recullen totes aquestes comunicacions i publicacions:

- **Congrés “1º Congreso virtual de Profesores de Química. Enseñanza y Evaluación de la Química en el año de la Pandemia” (12-14 de Gener 2021, on-line).**

*Comunicació:* Evaluación del aprendizaje basado en problemas como metodología de aprendizaje no presencial.

A.M. Costa, N. Escaja, C. Fité, E. Fuguet, M. González, S. Madurga

*Es presenta el resum de la comunicació.*

- **2a Jornada de Divulgació de la Recerca i Innovació Docent a la Facultat de Química (10 de Febrer de 2021, on-line), organitzada per la Facultat de Química i dedicada plenament al Projecte Institucional RIMDA-Química**

*Es presenta el programa d'aquesta jornada.*

- **Congrés “XI Congreso CIDUI 2021, Más allá de las competencias: nuevos retos en la sociedad digital” (29 de Juny al 2 de Juliol de 2021, on-line).**

- *Comunicació 1:* Proyecto Institucional de Fomento de la Calidad Docente en la Facultad de Química de la Universidad de Barcelona (UB)

E. Fuguet, F. Huarte, M. Martínez, O. Núñez, E. Ramírez, A. Rigol, A. Tarancón, M. Vidal

- *Comunicació 2 :* Implementación de la metodología de Estudio de Casos en asignatures de titulacions de grado y màster de Química

A. Rigol, R. Bringué, A. De Juan, J.F. García, O. Núñez, M. Vidal

- *Comunicació 3:* Aplicación del aprendizaje basado en problemas en los grados y màsters en Química de la Universidad de Barcelona.

A.M. Costa, N. Escaja, C. Fité, E. Fuguet, M. González, S. Madurga

- *Comunicació 4:* 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.

J.M. Díaz-Cruz, E. Ramírez, N. Serrano, X. Subirats

- *Comunicació 5*: Study of implementation of the Flipped Classroom methodology (Just In Time Teaching) in the Inorganic Materials elective course of the Chemistry Degree at University of Barcelona.

A. Figuerola, E. Ramírez

- *Comunicació 6*: Aplicación de la metodología de aula invertida “Team Based Learning” en cinco asignaturas en la Facultad de Química a través de un proyecto de aprendizaje reflexivo/experencial.

A. Aguilar, S. Amézqueta, M. Granados, F. Huarte, J.F. López, C. Ràfols, A. Sahuquillo, F.J. Santos, M. Sarret, A. Tarancón

*Es presenten els resums publicats a la revista CIDUI 2021 (ISSN: 2385-6203)*

- **Congrés “4th International Academic Conference on Education” (10-12 de Desembre de 2021, Barcelona).**

*Comunicació*: Adaptation of problem-based learning to online teaching in the graduate and undergraduate chemistry courses at the University of Barcelona

A.M. Costa, N. Escaja, C. Fité, E. Fuguet, M. González, S. Madurga

*Es presenta el resum de la comunicació.*

- ***Publicacions docents*:**

Proyecto RIMDA-QUIMICA. Proyecto Institucional de Fomento de la Calidad Docente en la Facultad de Química de la Universidad de Barcelona

O. Núñez, E. Fuguet, F. Huarte, M. Martínez, E. Ramírez, A. Rigol, A. Tarancón, M. Vidal

Actualidad Analítica (Boletín de la Sociedad Española de Química Analítica) 71 (2020) 5-6

ISSN: 2444-8818

Aprendizaje basado en estrategias de clase inversa en la asignatura de química analítica  
J.M. Díaz-Cruz, E. Ramírez, N. Serrano, X. Subirats

Actualidad Analítica (Boletín de la Sociedad Española de Química Analítica) 71 (2020) 10-13.

ISSN: 2444-8818

La clase inversa como estrategia de enseñanza-aprendizaje en modalidad virtual en la asignatura de química analítica

J.M. Díaz-Cruz, C. Pérez-Ràfols, E. Ramírez, N. Serrano, X. Subirats

Actualidad Analítica (Boletín de la Sociedad Española de Química Analítica) 75 (2021) 6-10

ISSN: 2444-8818

*Es presenten les publicacions docents.*

Finalment, el Projecte Institucional RIMDA-Química finalitzarà amb la publicació d'un llibre a l'editorial *Nova Science Publishers*:

Títol: ACTIVE LEARNING STRATEGIES IN HIGHER EDUCATION. Applications in BSc and MSc degrees of the Faculty of Chemistry at the University of Barcelona.

Editors: O. Núñez, F. Huarte, M. Vidal

Contracte signat el 18 de Juny de 2021

Data de publicació prevista: Any 2023.

## Evaluación del aprendizaje basado en problemas como metodología de aprendizaje no presencial

A.M. Costa, N. Escaja, C. Fité, E. Fuguet, M. González, S. Madurga  
Facultad de Química, Universitat de Barcelona, Martí i Franquès 1-11, 08028 Barcelona, España  
email address corresponding author: elifuguetj@ub.edu

El aprendizaje basado en problemas (ABP) es una metodología de aprendizaje que utiliza la resolución de problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos [1]. Esta metodología se caracteriza por ser un aprendizaje centrado en los estudiantes, puesto que son ellos los que toman la principal responsabilidad de su propio aprendizaje, al identificar los elementos que necesitan conocer para resolver cada problema. El profesor adopta un rol de guía, planteando preguntas que ayuden a los estudiantes a cuestionar sus razonamientos, para que encuentren por ellos mismos la mejor estrategia para llegar a la solución eficiente de los problemas. Puesto que se forman grupos reducidos de estudiantes para resolver los problemas propuestos, el ABP es un aprendizaje colaborativo que fomenta la adquisición de habilidades en entornos grupales necesarias para el ejercicio profesional [2, 3].

Esta estrategia de aprendizaje se aplicó inicialmente de forma presencial durante el curso 2018-2019 en cinco asignaturas de muy diferente tipología de los grados de Química, Ingeniería Química y del máster de Química Orgánica de la Facultad de Química de la Universidad de Barcelona. Debido a la situación sanitaria actual, en el primer semestre del presente curso académico 2020-2021 el ABP se ha aplicado ya en tres de las asignaturas, pero de forma 100% no presencial. De esta forma ha sido posible la comparación directa de resultados en las dos modalidades.

El presente trabajo expone las diferentes experiencias obtenidas al pasar de un ABP presencial a un ABP 100% no presencial. Se han evaluado los recursos disponibles (síncronos y asíncronos) para la ejecución de forma virtual de cada una de las 4 etapas que conforman el ABP: planteamiento del problema y ejecución del plan de trabajo; exploración de recursos y búsqueda de información; puesta en común y elaboración de los resultados; presentación de los resultados y evaluación. Para cada asignatura se han escogido los recursos que mejor se adaptaban a sus características. Los resultados obtenidos abordan, por una parte, los puntos críticos en la ejecución de un ABP de forma no presencial desde un punto de vista logístico y, por otra parte, evalúan el grado de satisfacción y aprendizaje de los estudiantes a través de la metodología, mediante la comparación de los resultados obtenidos en formato presencial con los obtenidos de forma no presencial.

**Agradecimientos:** Este trabajo ha sido financiado en la Convocatòria d'Ajuts a la Recerca en Docència Universitaria de l'Institut de Desenvolupament Professional de la Universitat de Barcelona (REDICE-2020), proyecto REDICE20-2580.

### Referencias

- [1] Barrows, H.S. *Problem-Based Learning in medicine and beyond: A brief overview*. En Wilkerson, L. y Gilselaers W. H., Eds. *New directions for teaching and learning*; Jossey-Bass: San Francisco, 1996.
- [2] Escribano, A., Del Valle, A., Eds. *El Aprendizaje Basado en Problemas (2ª Ed.)*; Narcea S.A. Ediciones: Madrid, 2015.
- [3] Morales-Bueno, P., Landa-Fitzgerald, P. *Theoria* **2004**, 13, 145-157.

## **2ª Jornada de Divulgació de la Recerca i Innovació Docent a la Facultat de Química**

**10 de Febrer de 2021**

**Lloc: Virtual**

**Enllaç:** <https://eu.bbcollab.com/quest/f2ee57d48f65421fbfe867651425e746>

<https://forms.gle/FZg7EFgAiJkp2tek7>

**9:00-9:10 h – Benvinguda**

**9:10-9:40 h – Presentació de la Jornada. El Programa RIMDA-Química**

Miguel Vidal, Degà de la Facultat de Química

**Situació de la Recerca, Millora i Innovació Docent a la Facultat de Química**

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

**9:40-10:20 h – Línia d'Aula Inversa – *Just in time teaching***

**Implementació de la metodologia docent de l'aula inversa – modalitat ensenyament a temps- en el marc del projecte RIMDA-Química**

Eliana Ramírez, José Manuel Díaz-Cruz, Albert Figuerola, Irene Garcia, Jessica Giró, Mònica Martínez, Núria Serrano, Xavier Subirats, Elena, Xuriguera

**Aula inversa en Ciència de Materials**

Irene Garcia, Camila Barreneche, Elena Xuriguera,

**10:20-11:00 h – Línia d'Aula Inversa – *Team based learning***

**Aula inversa a través de la metodologia “team based learning”. Experiència general en 5 assignatures de grau i màster.**

Alex Tarancón, Susana Amézqueta, Mercè Granados, Jose Fermin Lopez, Fermin Huarte, Clara Rafols, Angels Sahuquillo, Francisco Javier Santos, Maria Sarret

**Team based learning, una estratègia docent integradora aplicada a l'assignatura Qualitat del Procés Analític del Màster de Química Analítica (UB)**

Susana Amézqueta, Angels Sahuquillo

**11:00-11:20 h – Descans**

**11:20-12:00 h – Línia d'Aprenentatge basat en problemes**

**Programa RIMDA-Química: Aprenentatge Basat en Problemes (ABP)**

Elisabet Fuguet, Anna Maria Costa, Núria Escaja, Carles Fité, Miguel González, Sergio Madurga

**Experiències presencial i no presencial en la docència del fonaments d'espectroscòpia a l'assignatura de Química Física II (abans Química Física III) durant els cursos 2018-19 i 2020-21**

Miguel González, Anna Maria Costa, Núria Escaja, Carles Fité, Elisabet Fuguet, Sergio Madurga

**12:00-12:40 h – Línia d'Aprenentatge servei**

**Aps a la Facultat de Química en temps de pandèmia**

Monica Martínez

**12:40-13:20 h – Línia d'Estudi de Casos**

**Implementació de la metodologia d'Estudi de Casos en assignatures teòriques i pràctiques de grau i de màster**

Anna Rigol, Roger Bringue, Anna de Juan, Jose Francisco García, Oscar Núñez, Miquel Vidal

**13:20-13:30 h – Conclusions de la Jornada**





**Proyecto Institucional de Fomento de la Calidad Docente en la Facultad de  
Química de la Universidad de Barcelona (UB)**

**Fuguet Jordà, Elisabet**

Universitat de Barcelona

Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.

[elifuguetj@ub.edu](mailto:elifuguetj@ub.edu)

**Huarte Larrañaga, Fermín**

Universitat de Barcelona

Departamento de Ciencia de Materiales y Química Física  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.

[fermin.huarte@ub.edu](mailto:fermin.huarte@ub.edu)

**Martínez López, Mònica**

Universitat de Barcelona

Departamento de Ciencia de Materiales y Química Física  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.

[monicamartinez@ub.edu](mailto:monicamartinez@ub.edu)

**Núñez Burcio, Oscar**

Universitat de Barcelona

Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.

[oscar.nunez@ub.edu](mailto:oscar.nunez@ub.edu)

**Ramirez Rangel, Eliana**

Universitat de Barcelona

Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.

[eliana.ramirez-rangel@ub.edu](mailto:eliana.ramirez-rangel@ub.edu)

**Rigol Parera, Anna**

Universitat de Barcelona

Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.

[annarigol@ub.edu](mailto:annarigol@ub.edu)



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

---

### **Tarancón Sanz, Alex**

Universitat de Barcelona

Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.

[alex.tarancon@ub.edu](mailto:alex.tarancon@ub.edu)

### **Vidal Espinar, Miquel**

Universitat de Barcelona

Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.

[miquel.vidal@ub.edu](mailto:miquel.vidal@ub.edu)

### **1. RESUMEN:**

Se presenta el Proyecto Institucional de Fomento de la Calidad Docente de la Facultad de Química, promovido por el decanato y por el VR de Docencia de la UB, en el marco del Proyecto de Investigación, Mejora e Innovación en la Docencia y el Aprendizaje de la UB. El proyecto se vertebra a lo largo de cinco ejes de innovación docente: Aprendizaje Basado en Problemas, Estudio de Casos, Aula Invertida (*Just in Time Teaching* y *Team-Based Learning*) y Aprendizaje en Servicio.

### **2. ABSTRACT:**

The Institutional Project for the Promotion of the Teaching Quality of the Faculty of Chemistry, launched by the Dean's team and the vice-rector for Teaching of UB is presented, as part of the Research, Improvement and Innovation in Teaching and Learning Project of UB. The project is structured in five lines of teaching innovation: Problem-Based Learning, Case Study, Flipped-classroom (*Just in Time Teaching* and *Team-Based Learning*) and Service-Learning.

### **3. PALABRAS CLAVE: 4-6**

Aprendizaje Basado en Problemas; Estudio de Casos; Aula Invertida; Aprendizaje en Servicio; Aprendizaje Colaborativo; Equipos Docentes

### **4. KEYWORDS: 4-6**

Problem-Based Learning; Case Study; Flipped-classroom; Service Learning; Collaborative learning; Teaching teams



### 5. DESARROLLO:

El cambio profundo que está experimentando la educación superior a partir de las propuestas emanadas del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y la transformación radical y acelerada de su estructura, están teniendo una especial repercusión en los procesos de enseñanza-aprendizaje y en la formación del profesorado universitario. La aparición de una nueva estructura curricular basada en competencias, la propuesta de nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje centrados explícitamente en el alumnado y la nueva concepción del trabajo del profesorado que ha emergido después de estos cambios, están generando unas exigencias pedagógico-didácticas que no tienen parangón en la historia reciente de las universidades europeas. Esta transformación requiere un nuevo perfil docente universitario que pueda satisfacer las demandas del EEES, en el que la capacidad de fomentar en el alumnado aprendizajes significativos, habilidades de pensamiento superior, el aprender a aprender mediante la revisión del ejercicio profesional y la habilidad para el desarrollo del pensamiento reflexivo, son considerados como pilares básicos. Por este motivo, el Vicerrectorado de Docencia y Ordenación Académica de la UB ha diseñado el Programa de Investigación, Mejora e Innovación en la Docencia y el Aprendizaje (RIMDA) para ofrecer soluciones que permitan dar una respuesta adecuada a estas nuevas exigencias académicas y que fomenten la mejora de la calidad de la docencia en la UB.

El proyecto RIMDA contempla e integra los tres ejes presentes en los programas más avanzados en la formación del profesorado universitario: la formación pedagógico-didáctica, la innovación y la investigación en docencia universitaria. La evidencia internacional disponible sobre la formación del profesorado universitario indica que será difícil que se produzcan cambios y mejoras docentes sostenibles si las soluciones provienen de modelos de formación en los que expertos ajenos a la realidad de las facultades y departamentos son los que ofrecen soluciones abstractas para problemas concretos. Se trata de elaborar y realizar proyectos conjuntos de innovación docente de manera que su experimentación (investigación) redunde en la formación de los docentes y en la mejora de su docencia. En síntesis, este proyecto integra la formación y la innovación docente con la investigación y documentación de los procesos docentes innovadores. Plantear la puesta en práctica de innovaciones como un proceso de indagación y exigir la participación colaborativa de los profesores en todas las fases del proceso (Acción-Observación-Reflexión), es una estrategia que permite y promueve la colaboración entre docentes y la construcción de las competencias requeridas para la mejora de la calidad docente.

Una de las acciones más significativas del proyecto RIMDA ha sido promover la institucionalización de ciertas buenas prácticas de mejora de la calidad docente a nivel de centro, para asegurar que los propios docentes de una facultad ofrezcan soluciones docentes para la mejora de la adquisición de competencias de sus estudiantes.



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

---

Esta acción, justo en fase inicial, se ha aplicado inicialmente en el Campus Bellvitge (Facultad de Medicina), en la Facultad de Economía y Empresa y en la Facultad de Química. En esta comunicación se presenta la implementación del Proyecto Institucional de Fomento de la Calidad Docente en el contexto de la Facultad de Química de la UB, proyecto iniciado de forma conjunta por el decanato y el vicerrectorado competente, y coordinado internamente por el Coordinador de Formación de Profesorado e Innovación Docente de la facultad.

A partir de las inquietudes y demandas detectadas entre el profesorado de la facultad que imparte docencia en los grados de Química, Ingeniería de Materiales e Ingeniería Química, así como en diversos programas de Máster, se identificaron distintas metodologías docentes de potencial interés. Estas metodologías se tradujeron en la propuesta de cinco líneas estratégicas sobre las cuales diseñar e implementar buenas prácticas de mejora docente, transversales a las titulaciones:

- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)
- Estudio de Casos (EdC) (Stake, 2010; Simons 2011)
- Aula invertida en modalidad Enseñanza a tiempo (Just in Time Teaching, JITT) (Santiago y Bergmann, 2018; Medina 2016)
- Aula invertida en modalidad aprendizaje basado en equipos (Team-Based Learning, TBL)
- Aprendizaje-Servicio (ApS)

En el contexto de estas cinco líneas se han constituido equipos docentes para desarrollar estrategias docentes de aprendizaje en el contexto de las titulaciones impartidas en la Facultad de Química. Previamente a la formación de los equipos docentes, se seleccionaron de entre el profesorado de la facultad y basado en su experiencia docente, un/a profesor/a para actuar como líderes asesores en cada una de las líneas de innovación docente. El grupo de cinco profesores asesores fue acogido por el equipo técnico del programa RIMDA del vicerrectorado de docencia para su formación.

Una vez consolidado y formado el equipo de asesores, el programa RIMDA-Química y las líneas estratégicas de innovación docentes fueron presentados al profesorado de la Facultad en una jornada donde los asistentes pudieron inscribirse en una de las líneas de innovación, iniciándose de esta manera los equipos docentes de cada línea. La participación inicial del profesorado de la Facultad de Química en este proyecto ha sido muy positiva, con un total de 32 profesores (además de los 5 correspondientes asesores) con la siguiente distribución: ABP (5), EdC (5), JITT (9), TBL (9) y AS (4). Una vez constituidos los equipos docentes, éstos han desarrollado su actividad de manera paralela y coordinada a través del grupo formado por los asesores/as, el coordinador de Formación de Profesorado e Innovación Docente de la facultad y el personal de RIMDA



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

---

del vicerrectorado. En cada equipo docente se han llevado a cabo sesiones formativas en las que los asesores/as presentaban las líneas generales de la metodología docente.

El Programa RIMDA-Química contempló en su formulación original una duración inicial de 2 cursos académicos. La Figura 1 muestra las etapas de la implementación experimental en el primer curso. En la primera etapa, cada uno de los profesores participantes, con la ayuda del asesor correspondiente, diseñaron e implementaron en alguna de sus asignaturas estrategias de aprendizaje activo relacionadas con la línea de innovación docente en la que participan. El diseño propuesto se presentó al conjunto del equipo docente planteando las particularidades de la asignatura y del grupo clase en el que se va a implementar, con el objetivo de discutir posibles ajustes. En una segunda etapa, la implementación de la estrategia se documentó mediante observaciones *in situ* por parte del profesorado participante en cada línea, y/o con la observación *ex-post* a través de la filmación de las acciones de cada profesor en el aula. En una tercera etapa, todo el equipo docente de la línea correspondiente participó en un proceso de Supervisión Clínica mediante la Acción-Observación-Reflexión de las acciones llevadas a cabo a través de cuestionarios de observación. En una última etapa, el asesor y los profesores compartieron sus interpretaciones y evidencias y reflexionaron sobre las mejoras a introducir en futuras implementaciones. Se diseñaron también herramientas para recoger la opinión de los estudiantes hacia las estrategias llevadas a cabo. En el segundo curso, el profesorado participante volvió a aplicar las estrategias de aprendizaje, mejoradas a partir de los resultados obtenidos del proceso de Acción-Observación-Reflexión llevado a cabo en el primer año, y documentó los resultados obtenidos con las evidencias de evaluación correspondientes. Esta segunda fase del proyecto se desarrolló de manera independiente por todo el profesorado participante, aunque se contó con el apoyo del resto del equipo de la línea de innovación docente cuando así se requirió.

La crisis sanitaria generada por la eclosión del virus Sars-CoV-2 que, entre múltiples consecuencias, supuso un paso forzado e imprevisto a la docencia no presencial ha dificultado en muchos casos la segunda fase de la estrategia de innovación docente. Esta segunda aplicación se ha visto pospuesta al siguiente curso en algún caso, con la esperanza de poder recuperar cierto grado de presencialidad.

Desde el punto de vista de la formación del profesorado participante, la implantación del Programa RIMDA-Química en su primer año ha permitido mejorar diversos aspectos como aprender a trabajar bajo una sistemática de Acción-Observación-Reflexión, aprender a escuchar y respetar las opiniones entre iguales, aprender de la aplicación de la misma estrategia de aprendizaje en entornos muy diferentes (Grado vs. Máster; clases teóricas vs. clases prácticas; Bajo-Alto número de estudiantes, etc.), así como poder detectar los puntos débiles y fuertes de cara a la mejora durante la implementación en el segundo curso académico.



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

---

En las sesiones de reflexión llevadas a cabo, el profesorado ha destacado en gran medida el enriquecimiento de su práctica docente gracias a las observaciones realizadas por el resto de profesorado del equipo docente participante en cada línea de innovación docente. En definitiva, el Programa RIMDA-Química está permitiendo mejorar y aumentar la Cultura Docente del profesorado participante de la Facultad de Química.

Desde el punto de vista de los estudiantes, su aceptación ha sido bastante favorable, incluso el hecho de autorizar las filmaciones en el aula que han permitido documentar los procesos de Acción-Observación-Reflexión llevados a cabo. Por otra parte, el propio desarrollo del proyecto RIMDA-Química, a través de una metodología basada en la Observación Clínica y un proceso de estudio de Acción-Observación-Reflexión, ha permitido una clara mejora en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y en el logro de los conocimientos y competencias, tanto específicas como transversales, de las asignaturas donde se han aplicado estas acciones. Los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes (tanto las diseñadas *ad-hoc* por los miembros de los equipos docentes para conocer la opinión de los estudiantes hacia una estrategia de aprendizaje concreta, como las encuestas institucionales de las asignaturas) han mostrado la gran aceptación y satisfacción de los estudiantes para con las actividades propuestas en el marco de este Programa, recomendando incluso en muchos casos que se continúe con este tipo de acción en los próximos años.



5.1. FIGURA O IMATGE 1



Figura 1. Etapas de la implementación experimental



**6. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES (segons normativa APA)**

Medina, J.L. (2016). *La docencia Universitaria mediante el enfoque del aula invertida*. Ediciones Octaedro S.L.

RIMDA, Recerca, Innovació i Millora de la Docència i l'Aprenentatge, Vicerectorat de Docència i Ordenació Acadèmica, Universitat de Barcelona. <http://www.ub.edu/rimda/>

Santiago, R., Bergmann, J. (2018), *Aprender al revés. Flipped learning 3.0 y metodologías activas en el aula*, Paidós Educación.

Simons, H. (2011), *El estudio de caso: Teoría y práctica*, Ediciones Morata, S.L.

Stake, R.E. (2010), *Investigación con estudio de casos*, Ediciones Morata, S.L.





## Implementación de la metodología de Estudio de Casos en asignaturas de titulaciones de grado y máster de Química

**Rigol Parera, Anna**

Universidad de Barcelona  
Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.  
[anna.rigol@ub.edu](mailto:anna.rigol@ub.edu)

**Bringué Tomàs, Roger**

Universidad de Barcelona  
Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.  
[rogerbringue@ub.edu](mailto:rogerbringue@ub.edu)

**De Juan Capdevila, Anna**

Universidad de Barcelona  
Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.  
[anna.dejuan@ub.edu](mailto:anna.dejuan@ub.edu)

**García Martínez, José Francisco**

Universidad de Barcelona  
Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.  
[jfgarcia@ub.edu](mailto:jfgarcia@ub.edu)

**Núñez Burcio, Oscar**

Universidad de Barcelona  
Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.  
[oscar.nunez@ub.edu](mailto:oscar.nunez@ub.edu)

**Vidal Espinar, Miquel**

Universidad de Barcelona  
Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.  
[miquel.vidal@ub.edu](mailto:miquel.vidal@ub.edu)



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

---

### 1. RESUMEN:

La implementación de la metodología de estudio de casos, impulsada por el programa RIMDA y la Facultad de Química de la Universitat de Barcelona en distintas asignaturas teóricas y prácticas de titulaciones de grado y de máster, ha supuesto una experiencia muy positiva tanto por los beneficios que, a nivel competencial, supone para los estudiantes trabajar con esta metodología, como por la reflexión conjunta de los profesores del equipo de trabajo sobre la actuación docente y su mejora.

### 2. ABSTRACT:

The implementation of the case study methodology, driven by the RIMDA program and the Faculty of Chemistry of the University of Barcelona in different theoretical and laboratory-based subjects of the bachelor and MSc degrees, has been a very positive experience. Clear improvements have been seen in the competences developed by students exposed to this methodology and in the performance of the team of teachers involved in the project, boosted by the peer assessment and suggestions based on their respective experiences.

### 3. PALABRAS CLAVE: 4-6

**Resolución de casos, toma de decisiones, trabajo colaborativo, análisis de la acción docente**

### 4. KEYWORDS: 4-6

Case solving, decision making, collaborative work, teaching analysis



### 5. DESARROLLO:

#### Contexto

En los últimos años y debido a un cambio de paradigma en la enseñanza universitaria, surge la necesidad de implementar nuevas metodologías docentes más centradas en la adquisición de competencias por parte del alumnado que en la mera transmisión de conocimientos. Además de las competencias propias del ámbito de conocimiento, la metodología docente debe permitir el desarrollo de competencias transversales, tales como la capacidad de análisis, el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo, la interpretación de datos y de información, la gestión eficaz del tiempo, la toma de decisiones, afrontar problemas nuevos y abiertos, aplicar correctamente los conocimientos adquiridos y comunicar resultados de forma oral y escrita. En general, estas competencias se trabajan con menor intensidad y son más difíciles de evaluar, pero cada vez son más reclamadas por los empleadores en el entorno profesional.

Con el fin de incrementar el uso de nuevas metodologías de aprendizaje por parte del profesorado, la Universidad de Barcelona ha impulsado el programa RIMDA<sup>1</sup> (Recerca, Millora i Innovació en la Docència i l'Aprenentatge) que plantea la formación del profesorado y la mejora de su docencia a través de la puesta en práctica de la innovación docente como un proceso de investigación en la que los profesores participan de forma colaborativa en todas las fases del proceso: acción, observación, reflexión y mejora.

Con este objetivo se han creado equipos de profesores para diferentes líneas prioritarias de innovación docente. En cada equipo, uno de los profesores actúa como asesor por su mayor experiencia en esa metodología y el resto de los profesores la implementa, de forma experimental, en su asignatura. La estrategia consta de las siguientes etapas: 1) planificación de la acción por parte del profesor y puesta en común; 2) realización de la acción y observación in situ o a través de filmaciones (Figura 1); 3) análisis de la acción por el propio profesor y el resto de los profesores; 4) puesta en común y propuestas de mejora para la implementación definitiva.

Una de las líneas prioritarias de innovación docente, seleccionada por la Facultad de Química para ser implementada en sus titulaciones, es la basada en el estudio de casos. Esta metodología plantea problemas reales o casi reales, los casos, que mediante su resolución permiten la mejora de competencias transversales a través de un aprendizaje activo y colaborativo por parte de los estudiantes y un debate posterior moderado por el profesor. La Figura 2 muestra un ejemplo de las etapas que podría incluir esta metodología en una asignatura teórica. La dificultad básica de su aplicación radica en la elaboración de los casos, que deben ir aumentando en complejidad a medida que lo hace la madurez académica de los estudiantes. Hay que seleccionar temas de interés y preparar un material adecuado para presentar el caso a los estudiantes y guiarlos hacia su resolución a través de una serie de etapas de dificultad bien graduada y en



consonancia con sus conocimientos previos.

### **Implementación experimental de la metodología**

La metodología de estudio de casos ha sido aplicada por un total de cinco profesores en asignaturas de distinta tipología, lo que ha permitido mostrar su versatilidad. Algunos aspectos de la implementación han sido comunes, pero otros se han tenido que adaptar a las características del grupo (número de estudiantes, nivel de conocimientos y madurez personal), a los conocimientos que se quieren trabajar (de tipo teórico o práctico) y a la situación de la asignatura en el itinerario de grado o máster (primer curso o asignaturas avanzadas).

#### *Asignaturas de nivel avanzado con menos de 25 estudiantes*

La metodología se ha implementado en una asignatura optativa de último año de grado y en una asignatura optativa de máster. En estudios de caso para alumnos de este nivel, que tienen un mayor grado de madurez y de conocimientos académicos, es necesario crear un marco mental y un sistema de trabajo por grupo que imite adecuadamente las situaciones que los alumnos encontrarán en breve en un contexto profesional o de investigación. De ahí que sean esenciales aspectos como la idea de presentar casos con pautas de trabajo flexibles y múltiples soluciones posibles, o que la configuración de los grupos de trabajo, de naturaleza aleatoria o basada en criterios asociados al conocimiento del caso, fomente la colaboración con personas de perfiles variados y afinidad personal diversa con cada estudiante.

En la asignatura optativa 'Toma de muestra' del Máster de Química Analítica, de 3 ECTS y con un total de 15 matriculados, se planteó la resolución de un caso que implicaba la planificación completa de una estrategia de toma de muestra para resolver un problema real. Ésta debía incluir el diseño del marco conceptual (estrategia) de toma de muestra, la estimación del error asociado a la estrategia propuesta y el aspecto pragmático de selección de equipos adecuados para llevar a cabo la operación, de entre las ofertas que se hallan disponibles en INTERNET. El trabajo se realizó en grupos de cuatro alumnos, configurados aleatoriamente, en una sesión de 2 h y se centró en una primera presentación de las estrategias planificadas por parte de los grupos, la revisión crítica y conjunta de todas ellas, y una segunda ronda en que podían incluir mejoras basadas en la discusión e ideas de la fase anterior. Se trata fundamentalmente de evitar errores conceptuales y cada grupo suele acabar con una estrategia distinta, pero igualmente válida. Sobre ella, los aspectos cuantitativos y de implementación práctica de la estrategia completan el trabajo propuesto.

En esta asignatura el 100% del alumnado consideró útil la realización del estudio de caso y consideró como puntos fuertes del caso su similitud con una situación real y los aspectos de toma de decisiones y de aplicación de los conceptos del curso de manera razonada. La única crítica fue en relación al tiempo dedicado al caso, que se consideró breve. Se ha pensado en dedicar 2 sesiones en posteriores ediciones de la aplicación de



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

---

este estudio de caso.

También se ha implementado esta metodología en la asignatura optativa 'Biotecnología' (6 ECTS, 8º semestre del itinerario curricular del grado de Ingeniería Química) con un total de 21 alumnos matriculados. En esta actuación se optó por formar grupos de expertos (que vienen de una actuación previa donde se forman alumnos específicamente en algunas operaciones unitarias) para diseñar una secuencia de separación de un producto biotecnológico concreto. Durante tres sesiones de 2 h presenciales, cada grupo fue trabajando en su resolución. Al ser un grupo formado por expertos en distintos aspectos, cada uno de ellos debía tomar el liderazgo en algún momento y, puesto que había distintas opciones disponibles, se establecía un debate entre distintos expertos hasta que se tomaba una decisión por consenso. Después de cada sesión, los grupos debían entregar un resumen del trabajo realizado y al finalizar la última sesión un diagrama con la propuesta de secuencia de separación, así como algunos datos de diseño.

En esta asignatura un 74% del alumnado consideró positiva la realización del estudio de caso, y tuvieron la percepción de haber trabajado competencias transversales de interpretación de datos e información, análisis crítico, gestión del tiempo, toma de decisiones, trabajo en equipo y liderazgo, así como en la comunicación oral y escrita. Para futuras implementaciones, se considera necesario añadir una sesión más para dedicarla a la discusión de los resultados presentados por los grupos.

### *Asignatura práctica*

Se ha aplicado la metodología en un grupo de una asignatura experimental avanzada 'Laboratorio de Química Analítica' (6 ECTS, 6º semestre del itinerario curricular del grado de Química), con un total de 24 alumnos divididos en dos subgrupos (12 alumnos por profesor), cada uno con un caso a resolver. Los casos tratados han sido el análisis de un agua de consumo (los estudiantes tenían que dar respuesta a si el agua era o no potable en base a la legislación vigente) y un suelo potencialmente contaminado (los estudiantes tenían que recabar información para su posterior gestión como residuo). Para la resolución de los casos, los estudiantes han trabajado en grupos de 6 alumnos, con muestras diferentes.

La resolución de un caso práctico requiere de un elevado conocimiento, por parte del profesorado, del contexto y de las múltiples vías de solución. En este caso, la sinergia entre los profesores del turno de prácticas ha sido fundamental. Del total de la asignatura (20 sesiones de 4 h, 18 experimentales y 2 de presentaciones orales) se planificó dedicar un mínimo de 9 sesiones completas al estudio de casos, mientras que en el resto de las sesiones los alumnos trabajarían otros análisis y resultados de aprendizaje de la asignatura. Además, por logística, los casos no se trabajaron simultáneamente. Así, empezaron los dos subgrupos que trabajaban el caso del agua, y una vez finalizado éste, empezaron los dos subgrupos que trabajaban el caso del suelo. En general, la secuencia



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

---

utilizada a lo largo del estudio de casos fue la siguiente:

- 1) Presentación del caso por parte del profesor (1h).
- 2) Planificación del caso por parte de los grupos (7 h, durante dos sesiones de laboratorio). Esta etapa supuso un elemento de complejidad añadido debido a la falta de experiencia de los alumnos en la planificación del trabajo de laboratorio, ya que, hasta ese momento, las tareas de laboratorio en asignaturas previas siempre habían sido muy pautadas. Cabe mencionar que no se facilitó a los estudiantes ninguna información sobre la muestra a analizar más que los posibles “contaminantes” que podrían o no estar presentes en la muestra, pero no sobre su nivel de concentración. Así, los estudiantes debían decidir las técnicas instrumentales de análisis más adecuadas para la determinación de cada parámetro, cómo, cuándo y quién del subgrupo llevaría a cabo el análisis, tener en cuenta las posibles interferencias y proponer alternativas si fuese necesario. Los estudiantes trabajaron colaborativamente en el propio laboratorio (Figura 3), con acceso a internet, y con el apoyo del profesor en todo momento. Al finalizar esta etapa, cada grupo discutió con el profesor la planificación llevada a cabo elaborando un esquema consensuado que indicaría qué técnica se utilizaría, cuándo se realizaría el análisis, y quién lo llevaría a cabo.
- 3) Realización de los análisis. Se dedicaron 6-7 sesiones completas (24-28 h) para llevar a cabo los análisis según la planificación propuesta por cada grupo.
- 4) Resolución del caso. En las dos últimas sesiones de la asignatura (8 h), cada grupo realizó una presentación oral sobre la resolución del caso, donde tenían que presentar cómo habían abordado y planificado el caso, los análisis llevados a cabo, los problemas encontrados y cambios de planificación realizados, y la resolución del caso, dando respuesta a las preguntas inicialmente planteadas. Después de la presentación, se abrió un espacio de debate con los profesores y el resto de los alumnos.

Se llevó a cabo una encuesta de satisfacción sobre la actividad del estudio de casos donde se les preguntó a los estudiantes en relación a las 4 etapas llevadas a cabo a lo largo de la actividad. Así, prácticamente el 100% de los estudiantes consideró que la presentación del caso fue adecuada (tanto en contenido, información proporcionada, como en duración). Sin embargo, con respecto al tiempo de planificación del caso, tan solo el 75% consideró que fue suficiente, el resto habría necesitado más tiempo para llevar a cabo la planificación. Respecto a la calidad de los casos seleccionados, el 96% de los alumnos consideró que claramente simulaban una situación real, de una dificultad superior al resto de las prácticas del laboratorio (79%), que requirieron un mayor trabajo no presencial, especialmente durante la planificación (50%), y un 25% habría deseado un mayor número de sesiones para el estudio de casos. Los estudiantes manifestaron que el estudio de casos claramente les permitió mejorar competencias como búsqueda de información (71%), interpretación crítica de datos e información (92%), gestión del tiempo (88%), planificación (83%), capacidad para aplicar conocimientos previos a



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

---

situaciones nuevas (88%), toma de decisiones (83%), trabajo en equipo (75%), liderazgo (75%), comunicación oral (83%) y comunicación escrita (83%).

Con respecto a la satisfacción global (encuesta con cuatro niveles), el 67% de los estudiantes estuvo “completamente a favor” y el 25% “a favor” de la introducción del estudio de casos en esta asignatura práctica. Cabe destacar que los resultados obtenidos en las encuestas institucionales realizadas en este grupo han sido también muy favorables en relación al estudio de casos llevado a cabo, destacando los testimonios de diversos estudiantes que comentaron que, por primera vez en el Grado de Química, les habían hecho pensar.

El grado de satisfacción de los profesores ha sido también elevado. Sin embargo, será necesario mejorar algunos aspectos en futuras implementaciones, tales como:

- 1) Planificar mejor la temporalidad de la implementación de los casos a lo largo de las sesiones de la asignatura, valorando la diferente complejidad y tiempo requerido para los tratamientos de las muestras y la realización de los análisis en cada caso.
- 2) Mejorar la formación previa de los alumnos en la estructura y contenidos de la planificación.
- 3) Replantear la estructura de las sesiones de resolución final del caso, para evitar que la discusión final se limite a un diálogo entre el subgrupo que presenta su caso y el profesorado. Se tendrían que ensayar modalidades que permitan una mayor participación simultánea de todo el alumnado.

### *Asignatura de primero de grado con más de 50 estudiantes*

La metodología se ha aplicado a un grupo de 70 estudiantes de la asignatura ‘Química de los Sistemas Acuáticos’ de 6 ECTS situada en el 2º semestre del grado de Ciencias Ambientales. Los conocimientos de química de los estudiantes al inicio de esta asignatura dependen de las optativas seguidas en el bachillerato.

El contenido de la asignatura está dedicado al estudio de los diferentes tipos de equilibrio químico en sistemas abiertos al intercambio de materia. La opción de presentarlos a través de un caso real constituye una opción concreta y atractiva sobre la que construir el conocimiento complejo.

El caso propuesto fue “La contaminación del río Ebro en Flix como consecuencia de los procesos productivos de la empresa Sociedad Electroquímica de Flix”. En esta empresa química se fabricaron diferentes productos vertiendo sus residuos al río Ebro. Se propuso estudiar la contaminación debida a diferentes procesos productivos: a) contaminación por mercurio, b) contaminación con compuestos organoclorados (DDT) y c) contaminación radioactiva. De forma complementaria, se incluyeron los efectos socioeconómicos, epidemiológicos y sobre el medioambiente.

El objetivo era describir el proceso e identificar y describir los procesos químicos



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

---

asociados.

El desarrollo del caso se estructuró en tres etapas:

- 1) una primera sesión en la que el profesor explicaba el caso, indicaba las pautas para su desarrollo y se formaban los grupos.
- 2) una semana de trabajo en grupo (que incluía tres clases presenciales de 1 h y el trabajo no presencial) en la que los estudiantes desarrollaban el estudio y planteaban dudas al profesor.
- 3) dos últimas sesiones que incluían la presentación por parte de los estudiantes del caso que habían trabajado (durante 5-8 minutos), seguida de un debate con la participación de toda la clase y del profesor, si era necesario.

El caso se desarrolló durante las dos últimas semanas del curso y los grupos se formaron con 5-7 alumnos según sus propias afinidades. Como recursos básicos, se puso a disposición de los estudiantes información general sobre la empresa y los procesos.

Cada grupo entregaba un único documento con el resumen de su trabajo (5 hojas). La pauta para el desarrollo del trabajo incluía: la descripción del proceso; el comportamiento de los productos y residuos en el medio acuoso; la gestión de los residuos y los efectos sobre el medio ambiente y la población. La calificación de la actividad tenía un peso del 5% de la nota final y era la misma para todos los miembros del grupo.

Al final del estudio se realizó una encuesta de satisfacción. Al 98% de los estudiantes la realización del caso les pareció interesante, al 90% la estructura adecuada y el 86% estaba satisfecho con la introducción de casos en esta asignatura. Por otra parte, el 93% opinaba que el tiempo para desarrollarlo había sido insuficiente y para el 44% el trabajo no presencial era excesivo.

A partir de esta primera implementación, se plantea como principal acción de mejora el desarrollo del caso a lo largo de todo el curso, lo que permitiría despertar el interés de los alumnos por un caso real desde el inicio y la conexión con los conceptos explicados en el marco de esta asignatura.

### **Conclusiones**

En relación con la participación en la experiencia de innovación docente, los profesores implicados destacan la utilidad de las observaciones sobre la acción de uno mismo o de los compañeros a través de las filmaciones, de la puesta en común de los distintos puntos de vista sobre una misma acción de forma muy constructiva, así como la reflexión continua sobre la mejora de su actividad docente a partir de la acción de los compañeros. En su opinión este tipo de experiencias enriquecen mucho la práctica docente y deberían darse más a menudo.

Respecto a la propia implementación de la metodología, la percepción del profesorado es





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

---

que ha sido muy estimulante y útil para el desarrollo de competencias transversales que, de otra manera, en el marco de la asignatura, se habrían trabajado de forma mucho más limitada. Además, los profesores han aumentado su motivación por la mejora del caso y de su ejecución en la próxima impartición de la asignatura, así como por la difusión de su experiencia a otros profesores de la misma asignatura o de otras asignaturas que, en realidad, es el objetivo que persigue la Facultad de Química participando en el proyecto RIMDA.

Finalmente, en la implementación definitiva de la metodología, algunas cuestiones comunes a tener en cuenta serían:

- Reflexionar, a priori, sobre los criterios a seguir para la creación de los grupos.
- Disponer de espacios adecuados para el trabajo en equipo.
- Planificar y pautar las tareas que deben realizar los estudiantes y su gestión temporal, sobre todo en las asignaturas de prácticas, en las que el trabajo colaborativo es esencial y la resolución del caso dura muchos días.
- Dejar espacio a los estudiantes para que piensen y tomen decisiones por sí mismos, con una mínima intervención del profesor.
- Proporcionar la documentación necesaria a los estudiantes para mejorar la eficiencia en la resolución del caso.
- Dedicar un espacio de tiempo adecuado para la puesta en común y el debate, con el fin de transmitir claramente que los casos son problemas que poseen múltiples soluciones aceptables, y que una competencia esencial es la capacidad de detectar y evitar opciones erróneas en su resolución.
- Planificar y diseñar de antemano las evidencias que se van a recoger para la evaluación individual y/o grupal, si se considera necesaria.



5.1. FIGURA O IMAGEN 1



Figura 1. Imagen congelada de una de las filmaciones del proyecto

5.2. FIGURA O IMAGEN 2

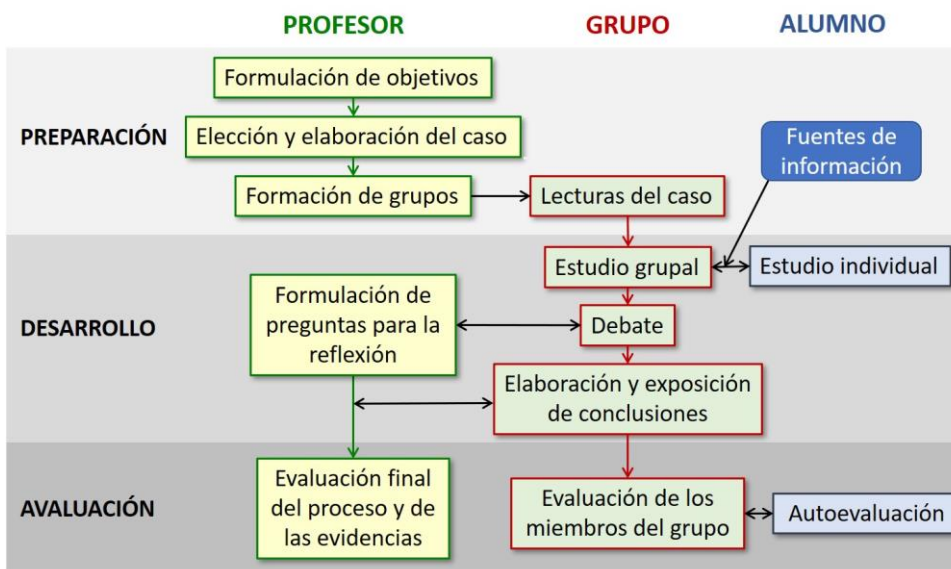


Figura 2. Ejemplo de implementación del estudio de casos<sup>2</sup>



5.3. FIGURA O IMAGEN 3

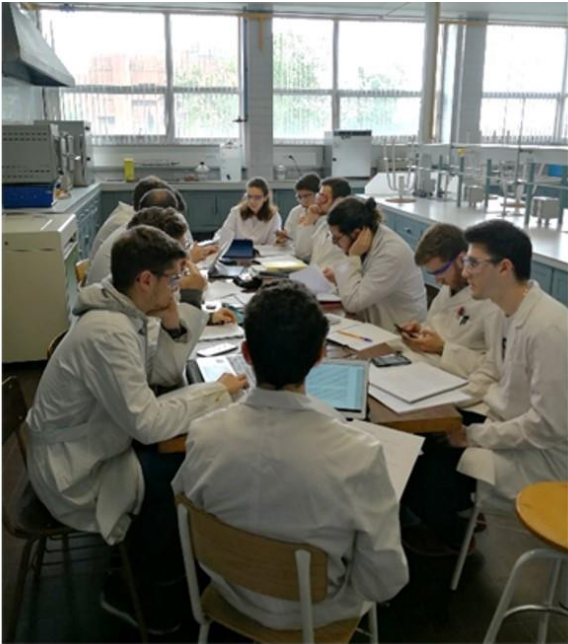


Figura 3. Grupos de estudiantes trabajando la planificación del estudio de casos en el marco de una asignatura de laboratorio



### 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (según normativa APA)

#### Referencias

1. RIMDA. Recerca, Innovació i Millora de la Docència i l'Aprenentatge, Vicerectorat de Docència i Ordenació Acadèmica, Universitat de Barcelona. <http://www.ub.edu/rimda/>.
2. Andreu, M.A.; González, J.A.; Labrador, M.J.; Quintanilla, I.; Ruiz, T. (2004). *Método del caso. Ficha descriptiva y de necesidades*. Universidad Politécnica de Valencia – Grupo Metodologías Activas (GIMA-UPV).



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

---

**TÍTULO:** APLICACIÓN DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN LOS GRADOS Y MÁSTERS EN QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA

**Subtítulo:** FACTORES A CONSIDERAR EN LA APLICACIÓN DEL ABP: EXPERIENCIA EN LOS GRADOS Y MÁSTERS EN QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA

Costa, Anna Maria

Universitat de Barcelona

Facultat de Química

Av. Martí i Franquès 1-11, 08028 Barcelona, España

[amcosta@ub.edu](mailto:amcosta@ub.edu)

Escaja, Núria

Universitat de Barcelona

Facultat de Química

Av. Martí i Franquès 1-11, 08028 Barcelona, España

[nescaja@ub.edu](mailto:nescaja@ub.edu)

Fité, Carles

Universitat de Barcelona

Facultat de Química

Av. Martí i Franquès 1-11, 08028 Barcelona, España

[fite@ub.edu](mailto:fite@ub.edu)



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

---

Fuguet, Elisabet

Universitat de Barcelona

Facultat de Química

Av. Martí i Franquès 1-11, 08028 Barcelona, España

[elifuguetj@ub.edu](mailto:elifuguetj@ub.edu)

González, Miguel

Universitat de Barcelona

Facultat de Química

Av. Martí i Franquès 1-11, 08028 Barcelona, España

[miguel.gonzalez@ub.edu](mailto:miguel.gonzalez@ub.edu)

Madurga, Sergio

Universitat de Barcelona

Facultat de Química

Av. Martí i Franquès 1-11, 08028 Barcelona, España

[s.madurga@ub.edu](mailto:s.madurga@ub.edu)

### 1. RESUMEN:

El aprendizaje basado en problemas (ABP) consiste en utilizar problemas como elemento clave para la adquisición e integración de nuevos conocimientos. Esta metodología se centra en los estudiantes e implica trabajo colaborativo. En la presente comunicación se muestran los resultados de aplicar el ABP a asignaturas a nivel de grado y máster en los estudios de Química e Ingeniería Química de la UB, y se identifican y analizan los factores clave a considerar para su correcto funcionamiento.



### 2. ABSTRACT:

In problem-based learning (PBL) students learn by discussing relevant problems, enhancing acquisition and integration of knowledge. This methodology is focused on the students, and involves collaborative learning. The present work shows the results obtained on applying PBL to different subjects of the Graduate and Master degrees of Chemistry and Chemical Engineering at the UB. As a result, the key factors for a successful implementation of PBL are identified and analyzed.

### 3. PALABRAS CLAVE: 4-6

Aprendizaje basado en problemas (ABP); Autoaprendizaje; Trabajo colaborativo; Química

### 4. KEYWORDS: 4-6

Problem based learning (PBL); Self-learning; Collaborative learning; Chemistry



### 5. DESARROLLO:

#### Introducción

El presente trabajo surge a raíz del programa “Recerca, Millora i Innovació en la Docència i l’Aprentatge” (RIMDA) de la Universidad de Barcelona. Este programa, que fue diseñado como una estrategia institucional de formación, vincula la formación pedagógica y didáctica del profesorado con la innovación docente y la investigación que el profesorado puede realizar sobre su práctica docente, con el objetivo de proporcionar una docencia de calidad y tratar de mejorarla.

Hay evidencias que indican que es difícil que se realicen cambios y mejoras docentes, cuando las soluciones provienen de modelos de formación propuestos por expertos ajenos a la realidad particular de las facultades y departamentos. Por esta razón, este programa se basa en poner en práctica innovaciones docentes a través de la cooperación de los profesores de una misma facultad. En esta cooperación, un profesor “especialista”, con formación previa, utiliza el asesoramiento reflexivo o la supervisión clínica (Medina, 2018) para asesorar a un grupo de profesores que aplican distintas prácticas docentes en sus cursos.

El programa RIMDA se inició en la Facultad de Química de la Universidad de Barcelona en septiembre de 2018. En una primera etapa se identificaron las inquietudes y demandas del profesorado de la facultad en el ámbito docente. Como resultado se propusieron cinco líneas prioritarias de innovación docente: Aprendizaje basado en problemas (ABP), Estudio de casos, Aula inversa (tanto en modalidad de Enseñanza Just-in-Time como en modalidad Enseñanza basada en equipos) y Aprendizaje y servicio. A continuación, entre el propio profesorado de la facultad, se eligió un asesor con experiencia previa para cada una de las líneas y se animó al resto de profesorado a participar en alguna de las líneas planteadas. Esto dio origen a 5 equipos docentes (uno por línea), cada uno coordinado por un asesor, con el objetivo de aplicar a la práctica docente las respectivas metodologías.

Los resultados que se muestran en la presente comunicación son una síntesis de la experiencia adquirida en el ámbito del aprendizaje basado en problemas. El ABP es una metodología de aprendizaje basada en el principio de utilizar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos (Barrows, 1996). Los orígenes del ABP se encuentran en algunas facultades de medicina, en las que se proponía un caso clínico a los estudiantes para que, en el avance de la resolución del caso, adquirieran conocimientos concretos. Actualmente el ABP se aplica en prácticamente todas las áreas de conocimiento.

Esta metodología se caracteriza principalmente por ser un aprendizaje centrado en los estudiantes, puesto que son ellos los que toman la principal responsabilidad de su propio





aprendizaje, identificando los elementos que necesitan conocer para resolver cada problema. El profesor adopta un rol de guía, planteando preguntas, a medida que aparece su conveniencia, que ayuden a los estudiantes a cuestionar sus razonamientos para que encuentren por ellos mismos la mejor estrategia para llegar a la solución de los problemas. Por consiguiente, este no es un método que promueva el conocimiento receptivo, sino que promueve la autorregulación de un aprendizaje integrado, en el que se engloba tanto el qué, como el cómo y para qué se aprende. Otras características del ABP son:

- Los estudiantes deben lograr los objetivos planteados en el tiempo establecido trabajando en equipo y a través del trabajo autónomo.
- Al trabajar en pequeños grupos, se favorece la gestión de los posibles conflictos que puedan surgir entre ellos, y que todos se responsabilicen del logro de los objetivos previstos.
- Se favorece la posibilidad de interrelacionar distintas materias o disciplinas. Para resolver el problema propuesto puede que los estudiantes deban recurrir a conocimientos de distintas asignaturas ya adquiridos. Esto ayuda a que los estudiantes integren sus aprendizajes.
- La extensión del ABP puede ser muy diversa, desde un pequeño problema dentro de una asignatura hasta un tema completo o una asignatura entera.

Como se puede observar, el ABP es un método de aprendizaje interactivo. Una vez conocido el problema, se procede a la identificación de las necesidades de aprendizaje y a continuación, se buscan los recursos necesarios para encontrar la respuesta. A partir de las aportaciones individuales, se contrastan los diferentes argumentos entre los componentes del grupo y se consensua una solución. Así se trabajan diferentes habilidades y competencias, de entre las cuales De Miguel (De Miguel, 2006) destaca la resolución de problemas, la toma de decisiones, el trabajo en equipo, las habilidades de comunicación (argumentación y presentación de la información), y el desarrollo de actitudes y valores: precisión, revisión, tolerancia... (De Miguel, 2006; Escribano y Del Valle, 2015; Morales-Bueno y Landa-Fitzgerald, 2004).

### **Objetivos**

El objetivo principal del presente trabajo es evaluar los factores a considerar en la ejecución de un ABP, mostrando los puntos fuertes y los puntos débiles, a través de un proceso reflexivo, tras la implementación del ABP en asignaturas de diferente tipología en el campo de la química.



### **Metodología**

El equipo docente de ABP de la Facultad de Química consta de cinco profesores y una asesora. Después de varias sesiones formativas sobre la metodología, cada profesor escogió una de sus asignaturas y, junto con la asesora, diseñó una estrategia para implementar un ABP de tres sesiones de duración en la asignatura seleccionada.

Las sesiones de ABP se desarrollaron en el transcurso del segundo semestre del curso 2018-2019 y el primer semestre del 2019-2020. Tanto la asesora como los participantes asistieron como observadores a las sesiones de cada uno de sus compañeros. Además, las sesiones fueron grabadas en video para que todos los profesores, incluyendo quien desarrolla la actividad docente, tuvieran la oportunidad de observar y reflexionar sobre el desarrollo de las sesiones. Los resultados presentados en este trabajo son fruto de esta reflexión y debate entre los componentes del equipo docente.

### **Resultados**

Para realizar el estudio se escogieron cinco asignaturas de muy diferente tipología, lo que dio lugar a cinco casos ABP muy diferentes entre sí. La Figura 1 muestra un resumen de las particularidades de cada uno de los casos. Se puede observar que éstos abarcan desde asignaturas de primer curso de Grado, a asignaturas optativas, e incluso asignaturas de Máster, lo que comporta tener estudiantes con distintos grados de madurez. También se puede observar que el número de estudiantes es relativamente bajo en la mayoría de casos, pero uno de ellos (Caso 2) se aplica en un grupo numeroso. En lo que se refiere a cómo los profesores organizaron el ABP, algunos decidieron utilizar un único problema para todos los grupos de ABP, mientras que otros plantearon un problema distinto para cada grupo, aunque todos ellos con los mismos objetivos de aprendizaje. La temporalidad con la que se aplicó la estrategia y la duración de las sesiones también difiere entre grupos, y vino muy marcada por la programación académica de las asignaturas. Finalmente, la evaluación del ABP se llevó a cabo de distintas formas, ya que cada profesor la adaptó según conveniencia dentro de la evaluación global de su asignatura.

A modo de ejemplo, se muestra cómo se desarrollaron dos de los casos mostrados:

#### **Caso 2**

**Asignatura:** Química Física III. Asignatura obligatoria de 6º semestre del Grado de Química. 67 estudiantes matriculados.



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

---

**Organización espacio-temporal:** para las sesiones se distribuyeron los estudiantes en dos aulas contiguas y el profesor alternaba explicaciones y asistencia a los grupos entre las dos aulas. Estas aulas son las típicas en las que se desarrollan las clases teóricas, con bancos fijos que ocupan todo el ancho de la clase, por lo que organización por grupos dentro de las clases fue relativamente dificultosa. Cada sesión tuvo 1 hora de duración y éstas se realizaron en 3 días consecutivos.

**Organización del ABP:** se crearon 13 grupos, con unos 5 estudiantes por grupo. El profesor preparó un único problema (la Figura 2 muestra un extracto del problema propuesto, junto con los objetivos de aprendizaje del problema), con el que trabajaron todos los grupos de forma autónoma. El desarrollo de las sesiones se organizó de la siguiente forma:

- Previo al inicio del ABP: se explicó a los estudiantes en qué consistía y el desarrollo de la actividad.
- Día 1: presentación y contextualización del problema. Establecimiento del plan de trabajo. Inicio del trabajo en grupo.
- Día 2: trabajo en grupo. Puesta en común de resultados parciales y discusión con el profesor.
- Día 3: trabajo en grupo. Puesta en común del resto de resultados y discusión con el profesor.

**Evaluación:** se realizó con una pregunta específica en el examen final de la asignatura.

### Caso 5

**Asignatura:** Química Heterocíclica. Asignatura optativa del Máster de Química Orgánica. 24 estudiantes matriculados.

**Organización espacio-temporal:** para las sesiones se distribuyeron los estudiantes en el aula de clase. Esta aula está estructurada con hileras de sillas con respaldo para la escritura, por lo que se puede cambiar la distribución dentro del aula, aunque no dispone de mesas. Cada sesión tubo 1 hora de duración y se realizaron con un espaciado de media semana entre ellas.

**Organización del ABP:** se crearon 6 grupos, con 4 estudiantes por grupo. El profesor preparó un problema para cada grupo (la Figura 3 muestra un extracto del problema propuesto, junto con los objetivos de aprendizaje del problema). El desarrollo de las sesiones se organizó de la siguiente forma:



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

---

- Previo al inicio del ABP: se explicó a los estudiantes en qué consistía y el desarrollo de la actividad.
- Día 1: presentación y contextualización del problema. Establecimiento del plan de trabajo. Inicio del trabajo en grupo.
- Día 2: trabajo en grupo.
- Días 3 y 4: Presentaciones de los resultados: presentación oral de unos 10-15 minutos por grupo con preguntas y discusión final.

**Evaluación:** presentación oral y preguntas relacionadas con la actividad en el examen final.

Tras poner en práctica la metodología, el equipo docente se reunió para debatir cómo había transcurrido la actividad en cada caso particular. El hecho de que se grabaran las sesiones fue de especial importancia porque de esta forma cada profesor pudo ver a posteriori el desarrollo de la actividad en su asignatura, hecho que ayudó mucho a la autorreflexión.

De cara a facilitar el análisis de cada sesión de ABP, durante las clases, cada profesor observador anotó en una plantilla los momentos que consideraba clave en el desarrollo del ABP de los compañeros. En esta plantilla se indicaban las acciones del profesor, las acciones y reacciones de los estudiantes, comentarios al respecto, etc. indicando el momento temporal de cada acción, para favorecer la puesta en común y su identificación rápida en la sesión grabada en vídeo. Además, previo a las sesiones de discusión del equipo docente, los profesores observadores rellenaron un informe en el que se analizaba las sesiones del profesor que había ejecutado el ABP, considerando distintos aspectos como: identificar aspectos positivos, aspectos a modificar, o aspectos a implementar en la propia asignatura. Así mismo, el profesor que había llevado a cabo el ABP en su asignatura también rellenó una plantilla para hacer una reflexión en base a su propia experiencia.

Estas sesiones de debate permitieron identificar los puntos fuertes y los puntos débiles, susceptibles de mejora en futuras ediciones, en cada uno de los cinco casos. Asimismo, gracias a las diferentes características de las asignaturas, estas sesiones también permitieron llegar a una serie de conclusiones en relación a factores clave a tener en cuenta cuando se aplica la metodología ABP.

A continuación se describen dichos factores clave:

- Madurez de los estudiantes: la tipología y distribución de las asignaturas elegidas (tres asignaturas de grado de 2º, 6º y 7º semestre y dos asignaturas de máster), permitió



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

---

poder evaluar la respuesta del alumno frente al ABP en función de la madurez y experiencia de aprendizaje previa del alumno. En general, se observó una mayor motivación e implicación de los alumnos de las asignaturas de máster, probablemente debido a que se trata de estudios no obligatorios más de acuerdo a sus preferencias. En las asignaturas de grado la respuesta resultó más variable en cuanto a la dedicación e implicación del alumnado.

- Número de estudiantes vs. número de profesores: se detectó que el ABP es fácilmente controlable con un único profesor en el aula cuando el número de participantes no excede de 20-25, lo que en general equivale a 4-5 grupos de trabajo. De esta forma es posible interaccionar con todos los grupos sin dificultad. Sin embargo, grupos clase más numerosos requieren la presencia de 2 o incluso 3 profesores en el aula para un correcto seguimiento del ABP.
- Un único problema para todos los grupos vs. un problema diferente para cada grupo: la opción de que todos los grupos trabajen con el mismo problema parece conveniente cuando el número de estudiantes es elevado, puesto que facilita la discusión entre el profesor y los estudiantes. Sin embargo, es una práctica arriesgada, ya que en estos casos es fácil que el profesor, sin voluntad de ello, adquiera protagonismo excesivo y participe de forma demasiado activa en la resolución del problema.
- Duración de las sesiones y tiempo entre sesiones: sesiones de 2h de duración son preferibles a sesiones de 1h. Aunque puede funcionar con sesiones de 1h de duración, el ABP requiere seguimiento de la evolución de los grupos por parte del profesor, y este seguimiento puede ser limitado cuando el tiempo disponible es corto. Respecto al tiempo entre sesiones, hemos observado que, cuando los problemas son relativamente sencillos, media semana es suficiente para que haya un avance real del problema entre sesiones. Con problemas complejos que requieren trabajo adicional sería deseable que las sesiones fueran semanales. En los casos en que las sesiones son en días consecutivos es prácticamente imposible la dedicación de los estudiantes fuera del aula, aparte que el abordaje del problema en un período corto de tiempo dificulta la consolidación de los conocimientos a adquirir.
- Evaluación: existen muchas posibilidades de evaluación. Sin embargo, hemos detectado que el esfuerzo de los estudiantes es mayor cuando deben entregar un trabajo o realizar una presentación oral al final de la actividad. En aquellos casos en que la evaluación se realiza mediante alguna pregunta en el examen final de la asignatura, o simplemente el profesor evalúa la evolución del grupo en la resolución del problema, el nivel de consecución del ABP no es tan elevado.
- Mejora de los aprendizajes: en todos los casos se ha notado un cierto grado de mejora en las calificaciones de preguntas relacionadas con el ABP, comparado con



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

---

ediciones anteriores de la asignatura en las que los mismos contenidos se habían trabajado de forma tradicional. De todas formas, el grado de implicación de los estudiantes es un factor decisivo para lograr una mejora significativa en el aprendizaje.

- Grado de satisfacción de los estudiantes: los estudiantes valoran positivamente el ABP, aunque reconocen que implica una carga de trabajo extra. Un porcentaje elevado afirma que repetiría la experiencia o trabajaría más contenidos de esta forma.



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

---

### 5.1. FIGURA O IMAGEN 1

Tabla 1: Descripción de los distintos casos de ABP

	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5
Nivel	Grado de Química	Grado de Química	Grado de Ingeniería Química	Máster de Química Orgánica	Máster de Química Orgánica
Tipología de asignatura	Obligatoria 2º semestre	Obligatoria 6º semestre	Optativa 7º semestre	Obligatoria	Optativa
Número estudiantes	26	67	20	29	24
Número de grupos de trabajo	6	13	4	6	6
Problema ABP	Uno por grupo	Único para toda la clase	Único para toda la clase	Uno por grupo	Uno por grupo
Duración sesiones ABP	2h	1h	2h	2h	1h
Tiempo entre sesiones ABP	½ semana	Días consecutivos	½ semana	1 semana	½ semana
Evaluación	Presentación oral y trabajo escrito	Preguntas en examen	Informe resultados	Presentación oral y trabajo escrito	Presentación oral y preguntas en examen

### 5.2. FIGURA O IMAGEN 2

#### QUÍMICA FÍSICA III. ACTIVIDAD ABP DE ESPECTROSCOPIA

##### Problema

La molécula de  $H_2$  es la más abundante en el medio interestelar (ISM), pero también es la más elusiva por lo que se refiere a su detección, dado que es homonuclear. En este ámbito, la molécula de CO es particularmente relevante. Examinando con un radiotelescopio la emisión de microondas (**espectro rotacional puro**) del  $^{12}C^{16}O$  procedente de una cierta región del ISM, se observó que la línea más intensa correspondía a una frecuencia de 230538.000 MHz. Determinad la **temperatura** de esta región del espacio, considerando el modelo del rotor rígido.

##### Objetivos de aprendizaje

Entender los fundamentos de la espectroscopia molecular (desde las reglas de selección de dipolo eléctrico hasta la espectroscopia electrónica de moléculas diatómicas).



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

### 5.3. FIGURA O IMAGEN 3

**QUÍMICA HETEROCÍCLICA.**

**Problema**

Discutid cuál de las síntesis de pirroles (Paal-Knorr, Knorr i Van Leusen) es la más adecuada para preparar el pirrol del que se habla en el artículo. En valorar una síntesis tened en cuenta aspectos como la disponibilidad y precio de los materiales de partida y reactivos, el número de pasos, etc. Escribid un mecanismo detallado para la mejor síntesis.

---

**DRUG DISCOVERY**

### Hunting for new anesthetics

*N*-aryl pyrrole has anesthetic effects in frogs and rats without the side effects found with currently available drugs

Existing anesthetics in clinical use have side effects that can make the drugs dangerous for vulnerable populations, such as the very young and the very old. These side effects include drops in blood pressure and inhibition of steroid biosynthesis. Anesthesiologists know how to mitigate these side effects, but drugs without them would be safer and easier to use.


A team led by Edward J. Bertaccini of Stanford University School of Medicine and the VA Palo Alto Health Care System has identified a class of compounds that could lead to a new family of anesthetics without the side effects (*Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 2019, DOI: 10.1073/pnas.1824916116).

Through a series of modeling studies, one of which involved finding compounds that could bind strongly to the  $\gamma$ -aminobutyric acid (GABA) type A receptor, the researchers identified *N*-aryl pyrroles as a class of molecules to pursue. They searched compound databases for molecules with that core and turned up 11 commercially available diphenyl *N*-aryl pyrroles, none of which had been considered as anesthetics. The compounds exhibited anesthetic effects in frogs and rats. The most potent compound doesn't cause drops in blood pressure, even at doses of about five times the amount needed to knock out the rats.

Bertaccini is collaborating with Stanford's SPARK drug-development program to do preliminary toxicology and formulation studies on the lead compound. His goal is to develop a drug that requires less expertise to administer safely than is required for currently available anesthetics.

Stuart A. Forman, an anesthesiologist at Massachusetts General Hospital, points out that there's a history of potential anesthetics failing to reach the market and being unable to compete with propofol—the most popular anesthetic—if they do.

"Anesthesia providers have managed to adapt their use of propofol and other available induction agents to ameliorate dangers to vulnerable patients. Until an alternative anesthetic drug with superior overall clinical performance is developed, this state of affairs will persist," Forman says. "Only time and more scientific work will tell if the diphenyl pyrroles can meet this challenge." —CELA ARNALD



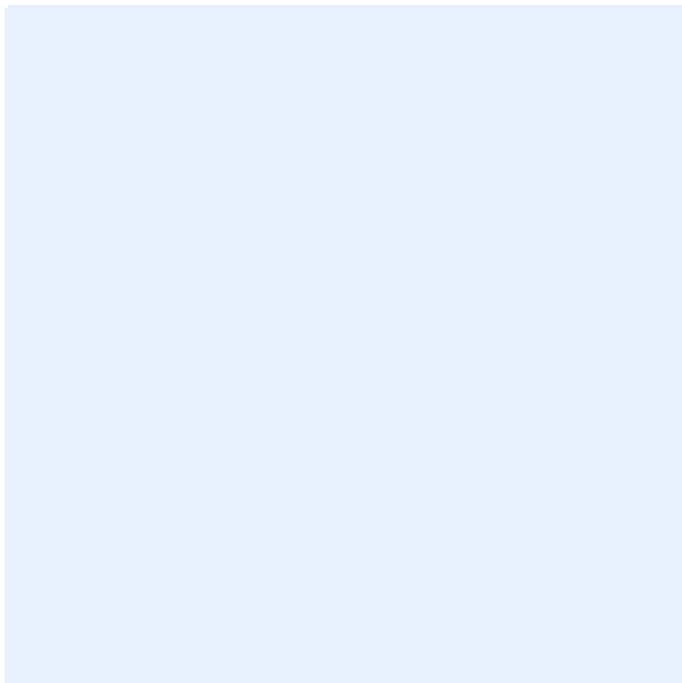
**Potential anesthetic**

*Chem & Eng. News* July 22, 2019, 97(29), 7

**Objetivos de aprendizaje**

Adquirir e integrar nuevos conocimientos sobre los métodos de síntesis de algunos de los heterociclos más habituales.

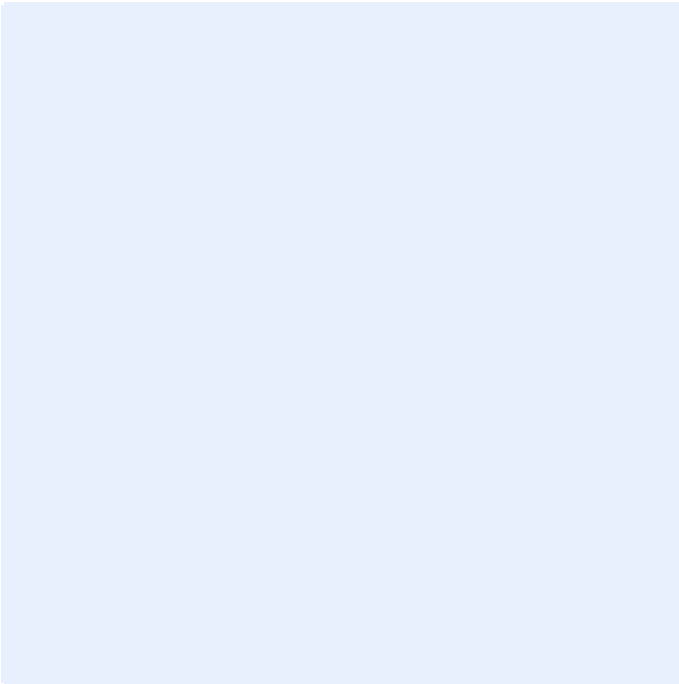
### 5.4. FIGURA O IMAGEN 4



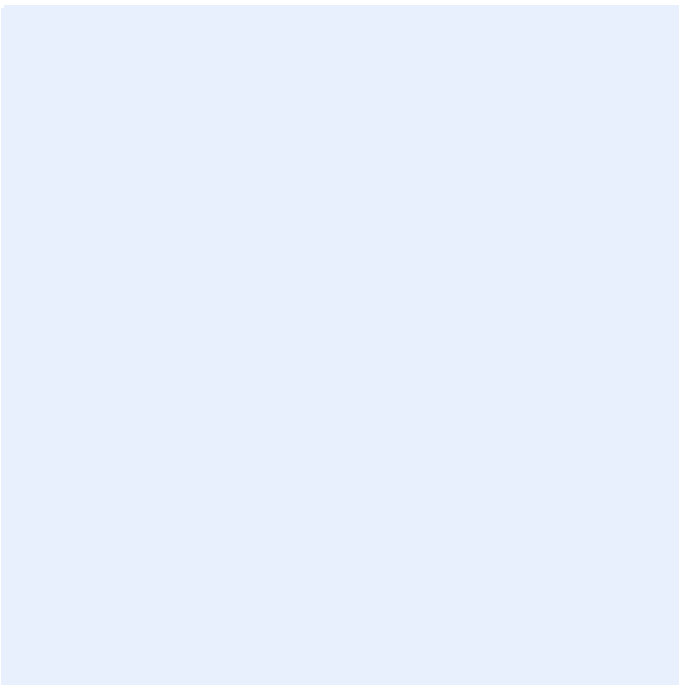




**5.5. FIGURA O IMAGEN 5**



**5.6. FIGURA O IMAGEN 6**





**6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (según normativa APA)**

Barrows, H.S. (1996). Problem-Based Learning in medicine and beyond: A brief overview. En Wilkerson, L., & Gilselaers W. H. (Eds.), *New directions for teaching and learning* (Vol 68, pg. 3-12). Jossey-Bass.

De Miguel, M. (2006). *Metodologías de enseñanza para el desarrollo de competencias. Orientaciones para el profesorado universitario ante el Espacio Europeo de Educación Superior*. Alianza.

Escribano, A., & Del Valle, A. (Eds.). (2015). *El Aprendizaje Basado en Problemas*. Nárcea S.A. Ediciones.

Medina, J.L. (2018). L'assessorament reflexiu en la formació del professorat universitari. Barcelona: Universitat de Barcelona. Documento policopiado.

Morales-Bueno, P., & Landa-Fitzgerald, P. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas – Problem-Based Learning. *Theoria*, 13, 145-157.



## 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](mailto:josemanuel.diaz@ub.edu); [eliana.ramirez-rangel@ub.edu](mailto:eliana.ramirez-rangel@ub.edu); [nuria.serrano@ub.edu](mailto:nuria.serrano@ub.edu);  
[xavier.subirats@ub.edu](mailto: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

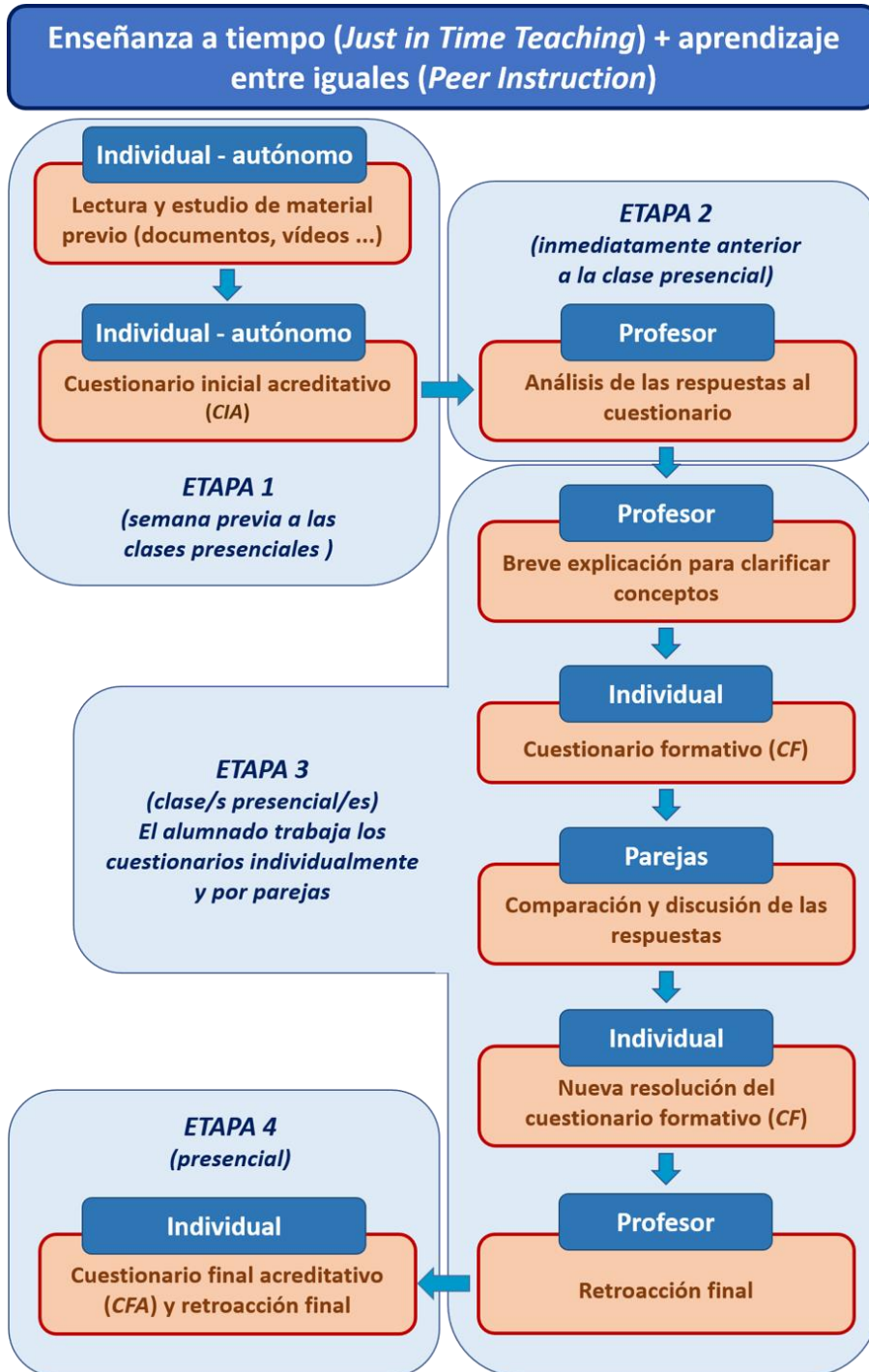
Queremos agradecer, en primer lugar, la participación de nuestros estudiantes de Química Analítica en la implantación de esta estrategia de aula invertida. Ellos y ellas son el centro de nuestra actividad docente. Y, en segundo lugar, los consejos de los Dres. José Luis Medina y Gabriel Hervás, del Departamento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





5.1. FIGURA 1



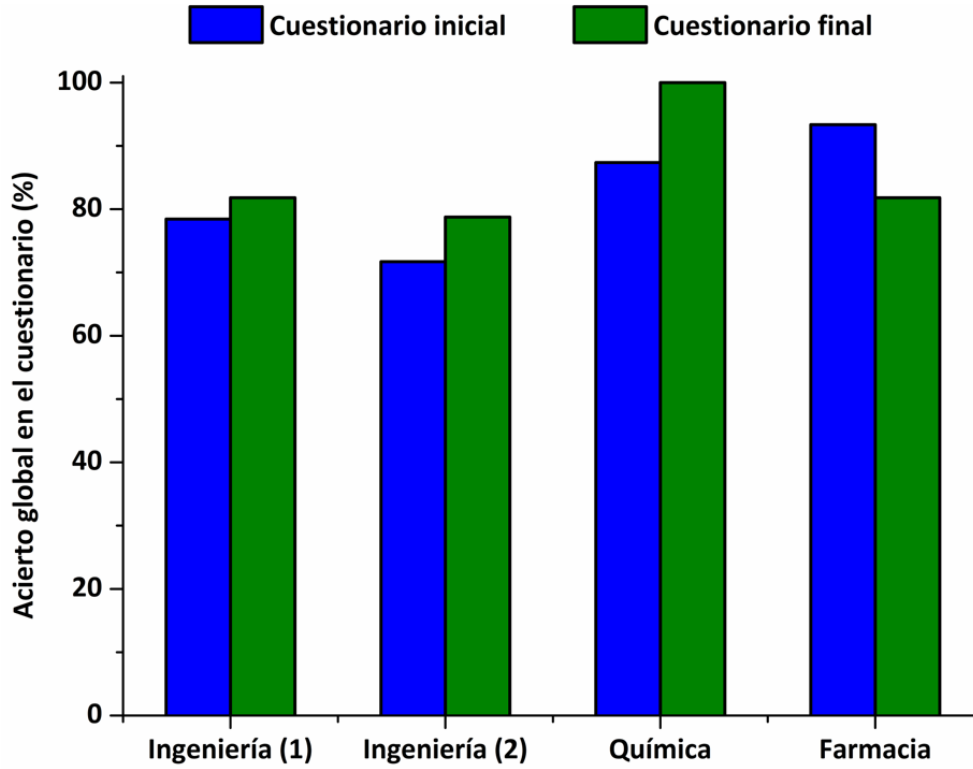
**Figura 1.** Esquema de la estrategia combinada de enseñanza a tiempo y aprendizaje entre iguales utilizada en la actividad de aula invertida.



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

---

5.2. FIGURA 2

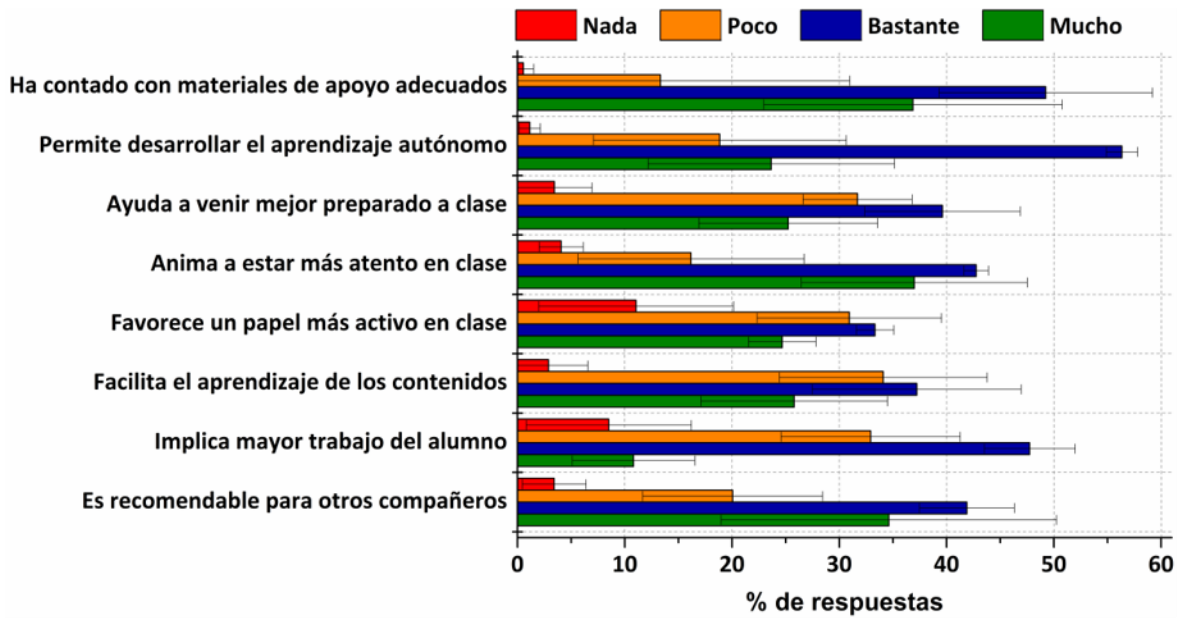


**Figura 2.** Comparativa de notas medias obtenidas en los cuestionarios acreditativos inicial (CIA) y final (CFA) para los dos grupos del grado de Ingeniería Química y los grupos de los grados de Química y Farmacia.



## 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.



**TÍTOL:** Study of implementation of the Flipped Classroom methodology (Just In Time Teaching) in the Inorganic Materials elective course of the Chemistry Degree at University of Barcelona

**Subtítol:** Click here to enter text.

Figuerola, Albert  
Universitat de Barcelona  
Departament de Química Inorgànica i Orgànica  
c/ Martí i Franquès 1-11, 08028 Barcelona (Espanya)  
[albert.figuerola@ub.edu](mailto:albert.figuerola@ub.edu)

Ramírez, Eliana  
Universitat de Barcelona  
Departament d'Enginyeria Química i Química Analítica  
c/ Martí i Franquès 1-11, 08028 Barcelona (Espanya)  
[eliana.ramirez-rangel@ub.edu](mailto:eliana.ramirez-rangel@ub.edu)

**1. RESUM:** *400-500 caràcters AMB espais en l' idioma de la comunicació*

The Flipped Classroom (FC) strategy was implemented in an elective course of the Chemistry Degree at UB under its Just In Time Teaching approach. The methodology includes a self-studying activity, an assessment of students' initial level, the on-site FC session, and a verification of their achievements. The results evidenced some deficiencies in the assessment of student's achievements. Nevertheless, students highly appreciated the methodology, which helped them to develop self-learning skills.

**2. ABSTRACT:** *400-500 characters WITH spaces in English*

Click here to enter text.

**3. PARAULES CLAU:** *4-6 (en l' idioma de la comunicació)*



## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

Flipped classroom, JITT, Chemistry degree, elective course.

#### 4. KEYWORDS: 4-6 (*in English*)

Click here to enter text.



## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

### 5. DESENVOLUPAMENT: *tindrà una extensió d'entre 10.000 i 20.000 caràcters AMB espais i sense comptar les referències bibliogràfiques ni les figures.*

The Inorganic Materials subject is an elective course of the Chemistry Degree of the University of Barcelona (UB). It is usually performed during the 7th or 8th Semester of the curricular path, when students have passed most of the mandatory specialized courses of the different Chemistry areas. It represents a total of 3 ECTS which imply 30 hours of on-site class plus 30 additional hours of autonomous learning and 15 hours of guided work. The on-site classes are carried out throughout seven weeks. This academic year 2019-20 there have been a total of 26 students registered, from which 23 perform Continuous Evaluation. The assessment of the students learning is provided by means of a final written exam that stands for 60% of the final mark, while the remaining 40% is obtained from the average mark upon the realization of different tests and/or exercises during the course. The course is conducted in English language and in the form of mater classes, where the professor is the only responsible for the transfer of knowledge to the students, although a few bibliographic sources are suggested to the students for their better understanding. The course offers a comprehensive view of most important types of inorganic materials, including a description of their physical properties, synthetic methods, characterization techniques and main applications, divided in a total of 14 different lessons.

The course includes a significant amount of topics and concepts that need to be reviewed in a very short time, which forces the students to focus their attention in a different aspect over the seven weeks of on-site class. My previous experience indicates that students' attention usually suffers a significant drop during the last three weeks of the course. Most likely this is due to the accumulation of an important amount of knowledge in a compressed time lapse, which they did not assimilate yet, while there is still more theory to come that is not strongly linked to the previous one. All in all I had the feeling I needed to involve and recaptivate students, by making them part of the knowledge searching and data harvesting processes. This would also help the students to successfully achieve some of the abilities pursued during this course such as: i) organizing and planning self's work, ii) self-solving doubts and questions and iii) analysis and communication of data. This was the main motivation to undertake this proposal in this particular course by following the strategy described below.

The Flipped Classroom model (FC) pretends to encourage students to learn new contents in advance outside the classroom, by exploiting available online Information Technologies, in order to be able to perform later more personalized activities during the lessons (Figure 5.1).<sup>1</sup> In this way, the time dedicated in the classroom for the knowledge consolidation step of the learning process is ideally much longer compared to that dedicated in traditional models, in which most of the time is needed for simple



## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

knowledge communication from the professor to the students. In particular, the Just In Time Teaching (JITT) version of the FC consists in offering the students a guided studying activity and an on-line test that they perform at home previous to the FC session.<sup>2-3</sup> Based on the results obtained in the on-line questionnaire, the professor prepares the face-to-face FC session with the goal to address those issues and deficiencies identified among the different answers, and prepare the student to consolidate and extend knowledge further. After the FC session, an activity to check their achievements is performed.

From the full list of topics included in the subject, I selected the lesson on Semiconductor Materials for the development and testing of the FC session. The high impact that such type of materials show in all past, present and future technologies was assumed to become a strong motivation for the students to undertake this self-studying activity. The evaluation of the knowledge achieved through the FC activities should be quantified within the 40% of the final mark, but taking into account that it will be based on just one out of a total of 14 lessons, we considered it should not exceed 15%. Thus, the evaluation includes a pre-FC on-line test and a post-FC activity with a 7.5% weight each.

The preparation of the guided pre-FC activity required the selection of appropriate studying material for the students. Among the different sources a portion of a related chapter from a text book was selected, together with a comprehensive and very educational video on the topic of interest published in You Tube. Based on the information that the students could find in these sources, the on-line test was prepared by stating ten unfinished sentences in which each of them was followed by three or four possible endings. The students had to identify those appropriate endings and those that are erroneous or inaccurate in each case. Additionally, a guide for the students concerning the FC-related activities was also elaborated, in which the aim of the strategy was highlighted together with some practical instructions for its appropriate development, as well as the corresponding timeline. The timeline indicated the first and last day (seven days) of on-line availability of both the studying material for the self-studying guided activity and the test previous to the FC session, clearly stating the deadline for submitting the answers to the on-line test. It also indicated the precise days (2 days) in which the FC face-to-face session would take place, emphasizing that a post-FC activity would also be carried out on the second day. The timeline precisely indicated the % weight of both pre- and post-FC activities on the final mark of the course.

The correction of the pre-FC on-line test was performed before the face-to-face FC session, so that those concepts that were generally well assimilated after the self-studying guided activity were identified. The results of the test also evidenced those parts of the lesson that represent a harder challenge for the students and that consequently required further work in order to be understood and consolidated. Based on these results





## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

I prepared the material for the on-site FC session: the first slides included an overview of the well assimilated basic concepts, which were reviewed briefly by showing the high degree of success in the related sentences of the on-line test. Next, the most challenging concepts were illustrated in several slides, each of them preceded by the corresponding sentence of the on-line test, in such a way that the connection between the theoretical concepts explained and the pre-FC exercise performed was straightforward. This was the methodology followed during the face-to-face FC session of the first day, during which the students were encouraged to ask their doubts and participate in the discussion to select or refuse the different options available in the test. On the second day of the FC session, some additional concepts were explained, which were not fully covered by the provided material for the guided self-studying activity and the lesson was concluded by performing the post-FC activity consisting of four open questions that the students needed to answer in about 40 minutes.

The results were assessed by means of the average marks obtained in the group for both the pre- and post-FC activities. For the initial on-line test an average mark of  $8.0 \pm 0.8$  was obtained, while for the post-FC activity carried out in the classroom the average mark dropped down to  $5.8 \pm 1.7$ . Contrary to what was expected, the results obtained indicated a much lower value for the second exercise and seemed to suggest a poor consolidation of knowledge after the implementation of the FC strategy. Nevertheless, a detailed comparative analysis of the two exercises shed some light into this issue and clarified some points: on the one hand, the results of the pre-FC on-line test showed a significant lower value of standard deviation, meaning a very narrow distribution of marks among the students, and indeed a close look at the specific answers given by the students revealed that the correct and incorrect answers were generally the same. This fact suggests that the test was generally answered in groups of students, which is a priori a positive point since the activity foments discussion and interaction between students, although this justifies the homogeneous results obtained and their low distribution. This could not happen in the post-FC activity since it was performed individually in the classroom and no discussion between students was allowed. Consequently, the standard deviation doubled, and the significantly lower average mark obtained might indicate that many students did not really consolidate knowledge during the first activity. On the other hand, while the pre-FC test was more focused on basic and/or more simple notions of the lesson, the post-FC activity was preferentially elaborated to understand if students assimilated those concepts of higher complexity. In order to minimize this discrepancy, the average mark of the pre-FC on-line test was recalculated considering only those sentences of the test related to the same advanced concepts included in the post-FC activity, obtaining a value of  $6.5 \pm 1.7$  closer to that of the post activity and with the same deviation of the results. The unexpected still lower value obtained in the post-FC activity might be explained by the higher level of understanding and written expression required in the latter, which was not necessary at all to answer the on-line test. All in all,



## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

everything indicates that the post-FC activity showed a significantly higher level of difficulty in different senses and thus it might not be quantitatively comparable to the pre-FC test.

The FC methodology performed was also evaluated through the satisfaction survey filled by the students (Figure 5.2). Generally speaking, they found the prepared studying material and the resolution at the classroom of the on-line test very useful for the comprehensive understanding of the lesson. In general terms, the students believe that the FC strategy helped them to develop self-learning skills and to attend the lesson with a previous and useful knowledge on the topic, although it demands a larger amount of work and so they do not fully agree in extending the methodology to other lessons. As a professor, the most challenging part was the timescale organization and the preparation of the material for the face-to-face session, which was quite different from the traditional one. However, I would highlight that I received a significantly larger amount of questions from students who showed a strong motivation for the topic, most likely because they got involved into it already from the days before the FC face-to-face session.

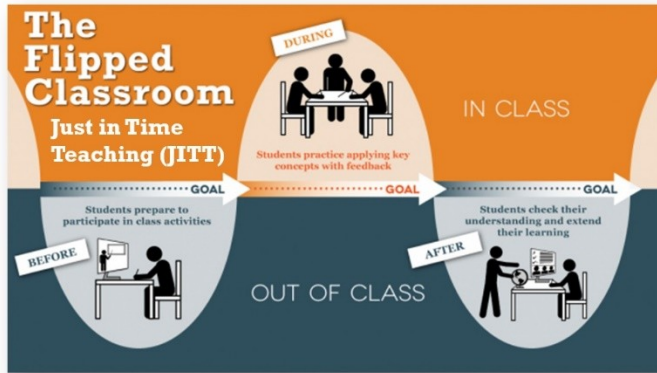
Considering the results observed in this first experience, the next attempt should definitely address the issue of making both pre- and post-FC activities much more comparable. This can be done by first, answering both exercises individually in the classroom and second, focusing the questions of both activities on the same advanced concepts of the lesson. If the basic and fundamental concepts acquired by the students need to be assessed, this could be done in a separate questionnaire.



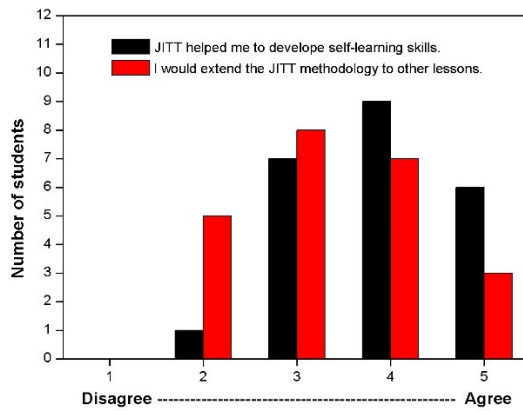
## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

### 5.1. FIGURA O IMATGE 1



### 5.2. FIGURA O IMATGE 2





## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

### 6. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES (segons normativa APA)

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

- 1) Bergman, J. i Sams, A. (2013). Flip Your Students' Learning. *Educational Leadership*, 70(6), 16-20.
- 2) Novak, G., Patterson, E., Gavrin, A. i Cristhian, W. (1999). *Just-in-Time Teaching: Blending active Learning and Web Technology*. Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- 3) Prieto Martín, A., Díaz Martín, D., Aguilera, I. L., Monserrat Sanz, J., Sanvicen Torner, P., Santiago Campión, R., Corell Almuzara, A., y Álvarez-Mon Soto, M. (2018). Nuevas combinaciones de aula inversa con *just in time teaching* y análisis de respuestas de los alumnos. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), pp. 175-194. doi: <http://dx.doi.org/10.5944/ried.21.1.18836>



## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

**TÍTOL:** **Aplicación de la metodología de aula invertida “Team Based Learning” en cinco asignaturas en la Facultad de Química a través de un proyecto de aprendizaje reflexivo/experiencial.**

**Aguilar Navarro, Antonio**

Universitat de Barcelona  
Departamento de Ciencia de Materiales y Química Física  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.  
[a.aguilat@ub.edu](mailto:a.aguilat@ub.edu)

**Amézqueta Pérez, Susana**

Universitat de Barcelona  
Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.  
[samezqueta@ub.edu](mailto:samezqueta@ub.edu)

**Granados Juan, Mercè**

Universitat de Barcelona  
Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.  
[mgranados@ub.edu](mailto:mgranados@ub.edu)

**Huarte Larrañaga, Fermín**

Universitat de Barcelona  
Departamento de Ciencia de Materiales y Química Física  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.  
[fermin.huarte@ub.edu](mailto:fermin.huarte@ub.edu)

**López Sanchez, José Fermín**

Universitat de Barcelona  
Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.  
[fermin.lopez@ub.edu](mailto:fermin.lopez@ub.edu)



## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

**Ràfols Llach, Clara**

Universitat de Barcelona

Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.

[crafols@ub.edu](mailto:crafols@ub.edu)

**Sahuquillo Estrugo, Àngels**

Universitat de Barcelona

Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.

[angels.sahuquillo@ub.edu](mailto:angels.sahuquillo@ub.edu)

**Santos Vicente, Francisco Javier**

Universitat de Barcelona

Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.

[javier.santos@ub.edu](mailto:javier.santos@ub.edu)

**Sarret Pons, Maria**

Universitat de Barcelona

Departamento de Ciencia de Materiales y Química Física  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.

[m.sarret@ub.edu](mailto:m.sarret@ub.edu)

**Tarancón Sanz, Alex**

Universitat de Barcelona

Departamento de Ingeniería Química y Química Analítica, Facultad de Química  
c/ Martí i Franquès, 1-11, 08028 Barcelona, España.

[alex.tarancon@ub.edu](mailto:alex.tarancon@ub.edu)

### 1. RESUM:

La metodología de Aula Inversa “Team Based Learning” (TBL) se ha aplicado en 5 asignaturas en la Facultad de Química de la Universitat de Barcelona. El proyecto se ha desarrollado en un entorno reflexivo/experiencial en el que los profesores (10 en total) han actuado como profesores y observadores. Este funcionamiento les ha permitido adquirir una experiencia que facilitará la futura aplicación de la metodología TBL, la cual ha sido valorada positivamente por docentes y estudiantes.



## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

### 2. ABSTRACT:

Team Base Learning (TBL) Flipped Classroom methodology has been applied in 5 subjects in the Faculty of Chemistry of the Universitat de Barcelona. The project has been developed in a reflexive/experiential environment in which the teachers (10) have acted as teachers and observer. By this way, they have achieved an experience that will facilitate the application of the TBL methodology, which has been positively assessed by teachers and students, in their subjects.

### 3. PARAULES CLAU: 4-6

Aula Invertida; Química; Equipo Docente; TBL ; aprendizaje reflexivo/experiential

### 4. KEYWORDS: 4-6

Flipped Classroom, Chemistry, Teaching Team, TBL, reflexive/experiential learning



## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

### 5. DESENVOLUPAMENT:

Los cambios surgidos en la estructura de la educación superior y sus paradigmas, surgidos a partir de las propuestas del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), sumados a la irrupción de las tecnologías de la información en los últimos años, han hecho posible y necesaria la incorporación de nuevas metodologías docentes que faciliten un aprendizaje del alumnado centrado en la adquisición de competencias y orientado a responder las demandas de la sociedad y del mercado laboral. En el caso de la Facultad de Química de la Universitat de Barcelona se pretende incorporar estas nuevas metodologías a través del proyecto institucional RIMDA-QUÍMICA, mediante un entorno de trabajo colaborativo entre docentes, utilizando un proceso de aprendizaje reflexivo/experiencial en el que el docente tiene una doble condición: de observador y de aplicador de la metodología.

De las diferentes estrategias contempladas en el proyecto RIMDA-QUÍMICA, el Aula Inversa mediante *aprendizaje basado en equipos* (TBL por sus siglas en inglés) ha sido una de las desarrolladas. En la metodología TBL el alumno estudia los conceptos antes y fuera del aula, mientras que el tiempo en el aula se dedica a reflexión y consolidación mediante la resolución de cuestionarios, problemas y actividades en equipo. Presenta un formato estandarizado de tres fases:

- Fase 1: Los alumnos preparan de forma autónoma el tema a partir de la información suministrada por el profesor. Esta fase tiene lugar los días previos a la primera sesión presencial.
- Fase 2: Los alumnos realizan en el aula un test individual. El mismo test, y sin que los alumnos sepan la calificación, se realiza posteriormente esta vez de manera grupal, en equipos previamente establecidos. A partir de un rápido análisis de los resultados del cuestionario, el docente realiza a continuación una mini-clase en la que se trabajan los contenidos más relevantes, las dudas de los alumnos o las preguntas del cuestionario que han presentado mayor dificultad. Esta fase 2 presenta la duración de 1 sesión presencial y tiene como objetivo el aseguramiento del aprendizaje inicial.
- Fase 3: Los mismos equipos de trabajo realizan actividades (una o varias) y presentan la solución a los problemas planteados de forma oral o escrita. La fase 3 se puede dar en una o más sesiones según requieran las actividades planteadas. El objetivo es profundizar en aquellos aspectos de aprendizaje más complejos o fundamentales mediante la realización de actividades o situaciones significativas.

La metodología TBL se ha aplicado en 5 asignaturas diferentes tal como se muestra en la siguiente tabla y han participado un total de 10 profesores, 9 a cargo de la docencia y uno como asesor en base a su experiencia previa en el uso de dicha metodología.





## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

Asignatura	Química Básica II	Química- Física III	Ampliación de Química Analítica			Sistema Coloidales y Macromoléculas	Calidad del Proceso Analítico
Estudios	Grado en Química	Grado en Química	Grado en Química			Grado en Química	Máster en Química Analítica
Carácter asignatura	Formación básica	Obligatoria	Obligatoria			Optativa	Obligatoria
Alumnos matriculados	38	78	22	40	48	19	33
Alumnos que participan	30	70	22	32	36	18	33
Nº de equipos	8	13	6	8	9	4	8

Las asignaturas abordadas cubren un amplio abanico de situaciones docentes ya que incluyen obligatorias y optativas del Grado de Química de primer, tercer y cuarto curso y asignaturas de Máster. Esto ha permitido evaluar la metodología en escenarios muy diversos en lo referente a madurez de los alumnos, nº de grupos,... Para cada aplicación (6 en total) se ha creado un subgrupo docente de entre 4 a 6 docentes formado por los profesores que imparten la asignatura, el asesor y otros docentes que actúan como observadores (entre 2 y 4). Cada aplicación ha constado de las siguientes etapas:

- Reunión previa de planificación (todo el subgrupo docente)
- Preparación del material docente, cuestionarios y actividades (docentes que imparten la asignatura)
- Aplicación de la metodología en el aula en la que todos los docentes del subgrupo asisten a las clases ya sea como docentes o como observadores. Las sesiones se graban en video.
- Visualización de videos por todo el subgrupo docente y cumplimentación de los documentos de reflexión. Existen tres modelos de documento en función de la tarea realizada: aplicador/asesor/observador.
- Reunión de devolución en la que los miembros del subgrupo docente comparten la experiencia en base a lo reflejado en los documentos de reflexión.

En todas las aplicaciones realizadas el material de estudio se suministró a los alumnos con entre 5 y 10 días de antelación. Los equipos de trabajo se elaboraron siguiendo el criterio de heterogeneidad. Los cuestionarios online se resolvieron empleando dispositivos



## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

mòviles. Al final de la aplicació se realitzà un qüestionari per obtenir la opinió de los alumnes respecte a la metodologia.

En la assignatura Química Bàsica II, se treballà en la unitat temàtica dedicada a las *Reaccions de neutralització y las disoluciones amortiguadoras de pH*. El uso de la metodologia TBL permetí que se tractaran de forma muy provechosa conceptos que a un estudiante de primer año habitualmente le cuesta integrar y comprender, siempre y cuando haya habido un trabajo previo del estudiante de leer y preparar los contenidos. Se constatà una mejora de los conocimientos que adquirieron los alumnos al comparar los resultados obtenidos en el tema trabajado en las sesiones con los de cursos anteriores, y que la metodologia TBL es una buena herramienta que se puede aplicar en otros temas de la assignatura.

En la assignatura Química-Física III, la metodologia TBL se implantà en la unitat temàtica dedicada al *Oscilador Armónico*. En la primera sessió, en la transició del qüestionari individual al grupal, el 70,5% mejoró sus resultados y sólo 3 estudiantes lo empeoraron. La sessió pràctica consistí en la resolució de dos problemas. El primer problema más conceptual y matemático supuso una mayor dificultad para la mayoría de los grupos. El docente tuvo que dar numerosas indicaciones respecto a la resolució de un ejercicio matemático. El segundo problema, más centrado en la aplicació, quedó incompleto en la mayoría de los casos, debido a las dificultades encontradas en el primero. En general los estudiantes estimaron que haber trabajado autónomamente el tema de manera previa a la sessió presencial representaba un esfuerzo notable por su parte, pero con una mejor percepción del aprendizaje adquirido.

En Ampliació de Química Analítica se aplicó a tres grupos y a dos temas de la assignatura: *Toma de muestra y Extracción en fase sólida*. En la segunda sessió de cada aplicació se realizó un ejercicio práctico: la selecció de la estrategia y materiales en la toma de muestra de un conjunto de situaciones habituales en el primero; y la selecció de las etapas de un proceso real y complejo de separación en fase sólida en el segundo. En este aplicació el rendimiento de los estudiantes, tanto durante las sesiones como en el examen parcial, fue satisfactorio.

En Sistema Coloidales y Macromoléculas se desarrolló el tema de *Reacciones de Copolimerización* ya que es uno de los que tradicionalmente resultaban más complicados a los estudiantes. En la segunda sessió se resolvió un problema complejo y se discutieron los resultados. Los estudiantes trabajaron el tema con anterioridad, colaboraron activamente en las sesiones y los resultados de aprendizaje fueron mejores que otros cursos, especialmente en el contenido de la actividad trabajada con más intensidad y profundidad en el aula.



## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

En Calidad del Proceso Analítico, por la dificultad conceptual que implica, se trabajó el tema *Introducción a la norma ISO 17025* que describe los requisitos para la acreditación de la competencia técnica de los laboratorios de análisis. Las actividades propuestas en la segunda sesión consistieron en el análisis de aspectos de formato de documentos del sistema de gestión de calidad, y en un caso práctico sobre los requisitos del personal en un laboratorio de análisis. Fundamentalmente se pudo comprobar que gracias al trabajo en equipo guiado por el profesor se facilitó enfrentarse de un modo más interactivo y aplicado a un tema tedioso como los contenidos de un documento técnico de estas características. Los aspectos a mejorar son: una mejora en la descripción de las actividades y en la temporalización que requieren estas, y hacer extensiva esta metodología a otros requisitos de la norma.

En general, la valoración de la aplicación de la metodología TBL fue muy positiva, tanto por parte de los alumnos como por parte del docente. Se observó que el estudiante tiene una percepción de mayor aprendizaje tras el estudio previo y aplicación en el aula. Este mayor aprendizaje no se ve necesariamente reflejado en la prueba de evaluación, pero sí en las dinámicas de discusión en grupo.

Por otro lado, el modelo de aplicación de la innovación docente basado en un equipo trabajando en base a un procedimiento reflexivo/experiencial fue valorado de forma positiva por los profesores ya que permitió ampliar la visión de la tarea docente a partir del desempeño y comentarios de los otros integrantes del equipo y de las peculiaridades de cada una de las asignaturas trabajadas. Este hecho permitió por un lado mejorar la evaluación del desempeño de la metodología TBL y por otro facilitó herramientas para adaptar la metodología de forma óptima a cada asignatura en particular. Esta evaluación de la metodología incluyó aspectos como:

- Actitud del alumno respecto a este tipo de metodologías. Los alumnos se mostraron receptivos a la incorporación de la metodología y la evaluación del grado de satisfacción fue mayoritariamente positiva.
- Efecto en la interacción alumno-docente. Se observó una detección precoz de las dificultades del alumnado para el aprendizaje de ciertos conceptos lo que abre la posibilidad de intervención por parte del profesorado en estos aspectos de mayor dificultad lo que corrige y mejora el del proceso de aprendizaje.
- Efecto del tamaño y número de equipos de trabajo en la aplicación de la metodología.
- Efecto de la madurez del alumno en la calidad de las discusiones grupales y en las actividades relacionadas con exposiciones orales.
- Aumento de las competencias trabajadas.
- Profundidad y extensión alcanzada en los temas trabajados y cambios respecto al



## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

modelo docente tradicional. Mediante el uso de la metodología TBL se observó que en los aspectos trabajados en las actividades se desarrollaron con mayor intensidad y profundidad mientras que otros aspectos se trabajan menos. Esto obliga a diseño óptimo de las actividades pero también a tomar conciencia del cambio de modelo docente.

- Resultado obtenido al utilizar actividades basadas en situaciones más realistas.
- Necesidad de trabajar en equipo docente para disminuir la carga de trabajo en la preparación del material, especialmente si se pretende consolidar este tipo de metodologías a más temas de las asignaturas
- Necesidad de ajustar la visión de las capacidades/dificultades de los alumnos para conseguir una mejor adecuación de la complejidad y duración de las actividades grupales ya que de lo contrario las actividades pueden resultar demasiado complejas lo que impide alcanzar los objetivos de aprendizaje y puede tener un impacto negativo en la percepción de los alumnos respecto a la metodología.
- Nivel de carga de trabajo autónomo para el alumno. Se constata que esta puede ser adecuada para una aplicación pero puede causar sobrecarga de trabajo autónomo en caso de aplicación de forma mayoritaria en el conjunto de la asignatura.
- Espacios y recursos necesarios para cubrir los aspectos de movilidad y conectividad. Se observó que el disponer de espacios y mobiliario adecuados tiene un impacto en la realización de las actividades ya que incide en la disposición de los alumnos a participar en las discusiones globales y en como el docente puede interactuar con los equipos.

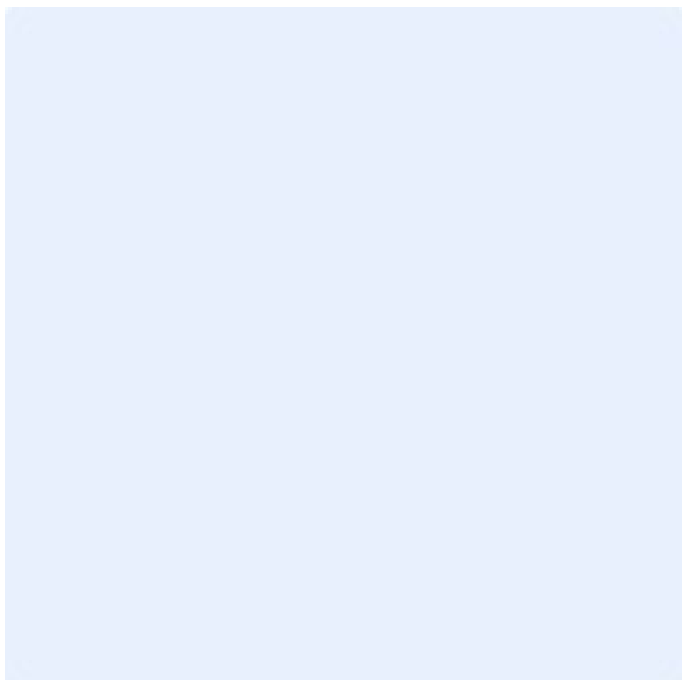
Actualmente el proyecto docente se encuentra en una segunda fase de desarrollo en la que los docentes están consolidado la aplicación de la metodología en sus asignaturas tomando como la base de la experiencia adquirida en la primera fase del proyecto. Cabe destacar que esta aplicación se ha visto alterada en su planificación e implementación por la situación sanitaria que ha tenido lugar durante el año 2020.



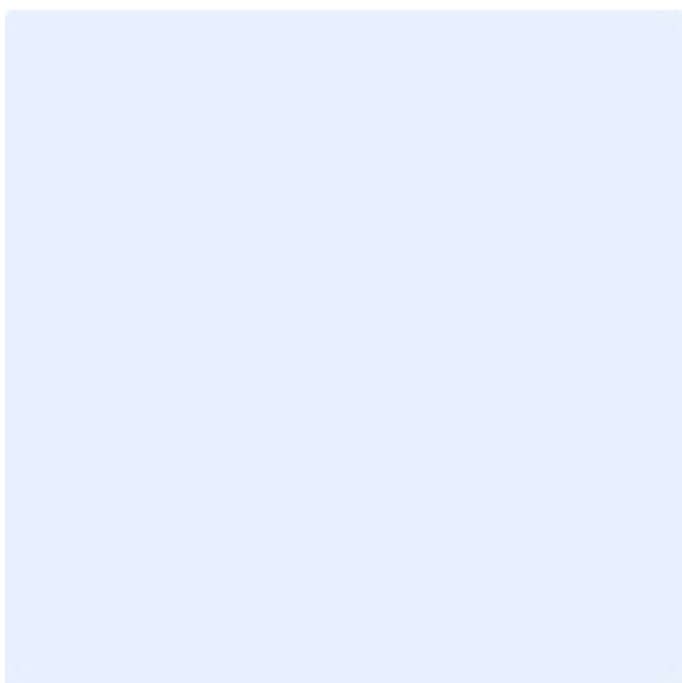
## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

### 5.1. FIGURA O IMATGE 1



### 5.2. FIGURA O IMATGE 2

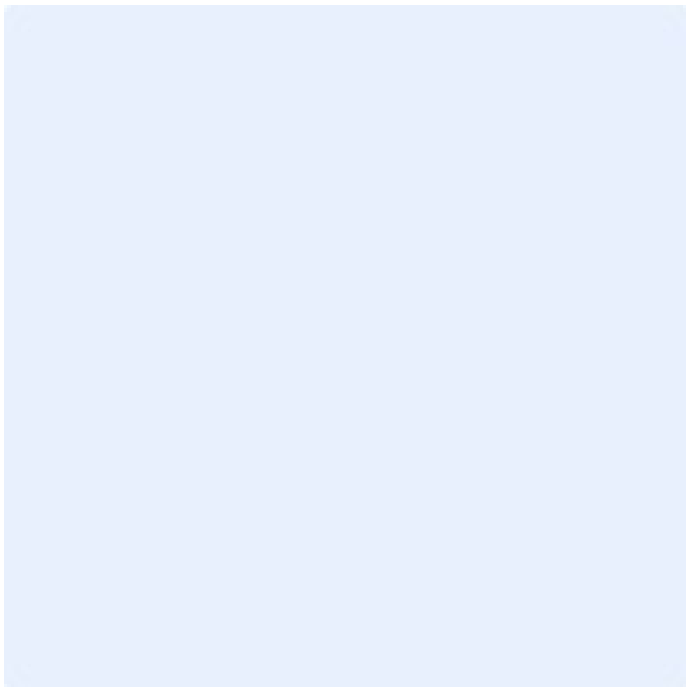




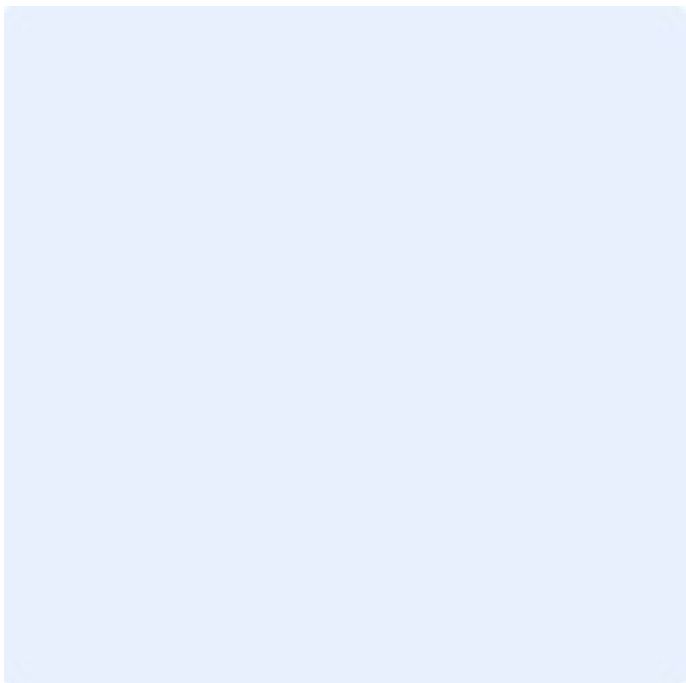
## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

### 5.3. FIGURA O IMATGE 3



### 5.4. FIGURA O IMATGE 4

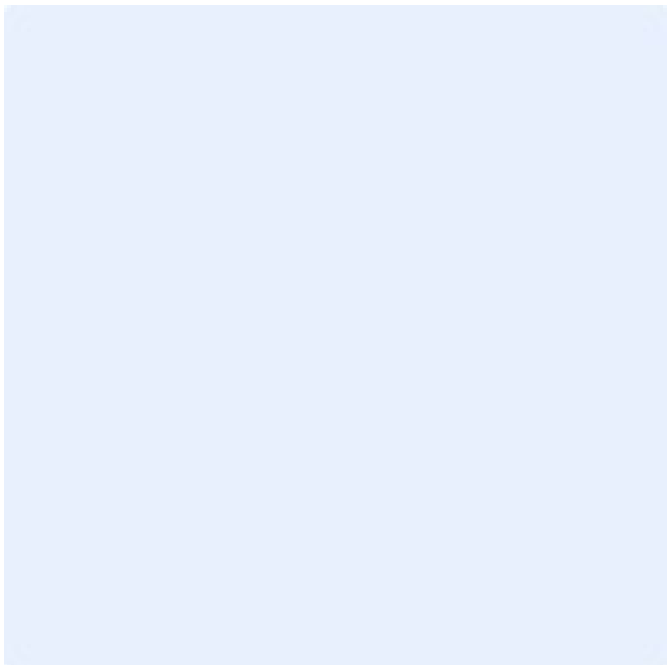




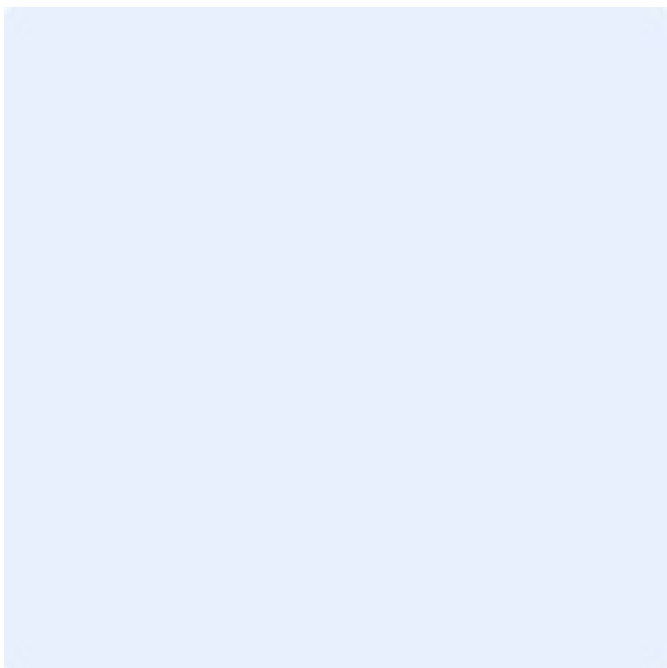
## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

### 5.5. FIGURA O IMATGE 5



### 5.6. FIGURA O IMATGE 6





## MÉS ENLLÀ DE LES COMPETÈNCIES: NOUS REPTES EN LA SOCIETAT DIGITAL

---

### 6. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES

Dean Parmelee, Larry K. Michaelsen, et al (2012) Team-based learning: A practical guide. AMEE Guide No. 65, Medical Teacher, 34:5, e275-e287, doi: 10.3109/0142159X.2012.651179

Michaelsen, L. K. and Sweet, M. (2008), The essential elements of team-based learning. New Directions for Teaching and Learning, 2008: 7-27. doi:10.1002/tl.330

Gemma Abío, Manuela Alcañiz, et al (2017) Retaking a course in economics: Innovative teaching strategies to improve academic performance in groups of low-performing students, Innovations in Education and Teaching International, DOI: 10.1080/14703297.2017.1389289

José Luis Medina Moya, Jordi Badia et al (2016). La docencia universitaria mediante el enfoque del aula invertida. Ediciones Octaedro ISBN: 978-84-9921-842-7



# Adaptation of problem-based learning to online teaching in the graduate and undergraduate chemistry courses at the University of Barcelona

Anna M Costa, Núria Escaja, Carles Fité, Elisabet Fuguet, Miguel González and Sergio Madurga

Facultat de Química, Universitat de Barcelona. C/ Martí i Franquès 1-11, 08028 Barcelona, España

## ABSTRACT

Problem-based learning (PBL) is a teaching strategy in which students learn concepts by dealing with challenging problems, developing at the same time problem-solving skills and improving collaborative work. In the past years, we have applied this strategy to different subjects of the Graduate and Master degrees of Chemistry and Chemical Engineering at the University of Barcelona. With the advent of the COVID-19 pandemic, we were forced to adapt the PBL experience to online teaching. As a result, we have been able to compare the results obtained from face-to-face PBL implementation with those obtained using online PBL. Although the effectiveness of PBL learning is dependent on several factors (number of students in the group, maturity of these students, type of subject, etc.), in general, the online PBL implementation proved to be less effective in all of the cases considered. One of the main challenges that had to be overcome was the lack of a suitable platform for students and teachers to interact and discuss the problems under consideration, especially one with the capability to draw chemical structures quickly and easily. We will present the implementation of the online PBL strategy to different groups, with different characteristics, analyzing the results obtained and suggesting ways to improve them.

**Keywords:** online teaching; problem-based learning; chemistry; self-learning; collaborative learning

### PROYECTO RIMDA-QUÍMICA PROYECTO INSTITUCIONAL DE FOMENTO DE LA CALIDAD DOCENTE EN LA FACULTAD DE QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD DE BARCELONA

Oscar Núñez<sup>1,2</sup>, Elisabet Fuguet<sup>1,2</sup>, Fermín Huarte<sup>1</sup>, Mònica Martínez<sup>1</sup>,  
Eliana Ramírez<sup>1</sup>, Anna Rigol<sup>1</sup>, Alex Tarancón<sup>1,2</sup>, Miquel Vidal<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Química, Universidad de Barcelona. Martí i Franquès 1-11, 08028 Barcelona.

<sup>2</sup> Profesor Agregado Serra Húnter, Generalitat de Catalunya, Barcelona.

*Se presenta el Proyecto Institucional de Fomento de la Calidad Docente de la Facultad de Química (Proyecto RIMDA-Química), promovido por el equipo decanal de la Facultad de Química y por el Vicerrectorado de Docencia de la Universidad de Barcelona (UB), en el marco del programa de Investigación, Innovación y Mejora de la Docencia y del Aprendizaje de la UB. El proyecto se centra en la aplicación de cinco metodologías de aprendizaje activo (Aprendizaje Basado en Problemas, Estudio de Casos, Aula Invertida (Just In Time Teaching y Team-Based Learning) y Aprendizaje-Servicio) en asignaturas teóricas y prácticas de titulaciones de grado y máster.*

El cambio profundo que está experimentando la educación superior a partir de las propuestas emanadas del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y la transformación radical y acelerada de su estructura, están teniendo una especial repercusión en los procesos de enseñanza y en la formación del profesorado universitario. La aparición de una nueva estructura curricular basada en competencias, la propuesta de nuevos métodos de enseñanza centrados explícitamente en el aprendizaje del alumnado y la nueva concepción del trabajo del profesorado emergente después de estos cambios, están generando unas exigencias pedagógico-didácticas que no tienen parangón en la reciente historia de las universidades europeas. Se requiere ahora un nuevo perfil docente que pueda satisfacer las demandas del EEES, en el que la capacidad de fomentar en el alumnado aprendizajes significativos, habilidades de pensamiento superior, el aprender a aprender mediante la revisión del ejercicio profesional y la habilidad para el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo, son considerados como puntos clave. Así, es necesario implementar nuevas metodologías docentes más centradas en la adquisición de competencias por parte del alumnado que en la mera transmisión de conocimientos. La metodología docente debe permitir el desarrollo de competencias transversales, tales como la capacidad de análisis, el pensamiento crítico, el trabajo colaborativo, la interpretación de datos y de información, la gestión eficaz del tiempo, la toma de decisiones, afrontar problemas nuevos y abiertos, aplicar correctamente los conocimientos adquiridos y comunicar resultados de forma oral y escrita. En general, estas competencias se trabajan con menor intensidad y son más difíciles de evaluar, pero cada vez son más reclamadas por los empleadores de nuestros titulados.

En este contexto el Vicerrectorado de Docencia de la Universidad de Barcelona (UB) ha diseñado el Programa

de Investigación, Innovación y Mejora de la Docencia y del Aprendizaje (RIMDA; <http://www.ub.edu/rimda/>) para ofrecer soluciones que permitan dar una respuesta adecuada a estas nuevas exigencias académicas y que fomenten la mejora de la calidad de la docencia en la UB, desde la perspectiva de la formación pedagógico-didáctica, la innovación y la investigación en docencia universitaria.

La evidencia internacional disponible sobre la formación del profesorado universitario indica que será difícil que se produzcan cambios y mejoras docentes sostenibles si las soluciones provienen de modelos de formación en los que los expertos ofrecen soluciones abstractas para problemas concretos y son ajenos a la realidad de las facultades y departamentos. Se trata de elaborar y realizar proyectos de innovación docente de manera que su experimentación (investigación) redunde en la formación de los docentes y en la mejora de su docencia, que sean localmente relevantes y motivadores para los docentes y que se basen en su percepción de las limitaciones de las metodologías docentes tradicionalmente aplicadas. Así, una de las acciones más significativas del proyecto RIMDA ha sido promover la institucionalización de buenas prácticas de mejora de la calidad docente a nivel de centro, para asegurar que los propios docentes de una facultad ofrezcan soluciones docentes para la mejora de la adquisición de competencias de sus estudiantes. En este marco, este trabajo de divulgación presenta el Proyecto RIMDA-Química, Proyecto Institucional de Fomento de la Calidad Docente en la Facultad de Química de la UB, e iniciado de forma coordinada por el equipo decanal y el vicerrectorado de Docencia, y coordinado internamente por el Coordinador de Formación de Profesorado e Innovación Docente.

A partir de las inquietudes y demandas detectadas entre el profesorado de la Facultad de Química de la UB que imparte docencia en los grados de Química, Ingeniería de Materiales e Ingeniería Química, así como en diversos programas de Máster, se identificaron cinco líneas metodológicas transversales y prioritarias para diseñar e implementar buenas prácticas de mejora docente, en las que se apuntaron de forma libre profesorado de la Facultad, constituyéndose como equipos docentes de cada línea. Las líneas prioritarias establecidas fueron:

- Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)
- Estudio de Casos (EdC) [1,2]
- Aula invertida (Just in Time Teaching, JITT) [3,4]

- Aula invertida (*Team-Based Learning*, TBL)
- Aprendizaje-Servicio (AS)

Para llevar a cabo el proyecto RIMDA-Química, se seleccionaron cinco profesores especialistas en cada una de las estrategias de aprendizaje, los cuales fueron formados para participar como asesores de cada uno de los equipos docentes durante la duración del proyecto. La participación inicial del profesorado de la Facultad de Química en este proyecto ha sido muy positiva, con cerca de 40 profesores involucrados en el proyecto, distribuidos homogéneamente en las cinco líneas.

El proyecto RIMDA-Química tiene una duración inicial de 2 cursos académicos, y se basa en una estrategia en la que se integra la formación y la innovación docente con la investigación y documentación de los procesos docentes innovadores. Se plantea la puesta en práctica de innovaciones como un proceso de indagación y se requiere la participación colaborativa de los profesores en todas las fases del proceso, desde una perspectiva de observación clínica en etapas de Acción-Observación-Reflexión, lo que permite y promueve la colaboración entre docentes y la construcción de las competencias requeridas para la mejora de la calidad docente.

Dentro de cada línea y entre líneas algunos aspectos de la implementación han sido comunes, pero otros se han tenido que adaptar a las características del grupo (número de estudiantes, nivel de conocimientos y madurez personal), a los conocimientos que se han querido trabajar (de tipo teórico o práctico) y a la situación de la asignatura en el itinerario de grado o máster (primer curso o asignaturas avanzadas).

En una primera etapa, los profesores participantes, con la ayuda del asesor correspondiente, diseñan, planifican e implementan en alguna de sus asignaturas estrategias docentes de aprendizaje relacionadas con la línea de innovación docente en la que participan. La implementación de la acción se documenta mediante observaciones por parte del profesorado participante en cada línea *in situ* y/o *ex-post* a través de la filmación de las acciones de cada profesor en el aula, participando en consecuencia todo el equipo docente de la línea correspondiente en un proceso de supervisión clínica. Posteriormente, se analiza la acción por el propio profesor, el asesor y el resto de los profesores de la línea, para acabar con una nueva puesta en común y el diseño de propuestas de mejora para una nueva implementación de la acción. Se diseñan también herramientas para recoger la opinión de los estudiantes hacia las estrategias llevadas a cabo, lo que permite mejorar el ciclo de mejora de la acción.

En una segunda etapa, en la que se encuentra en este momento el proyecto, el profesorado participante vuelve a aplicar las estrategias de aprendizaje mejoradas, documenta los resultados obtenidos con las evidencias de evaluación correspondientes y recoge de nuevo la

valoración de los estudiantes en referencia a la acción realizada.

Desde el punto de vista del profesorado participante, la implantación del Programa RIMDA-Química en su primer año ha permitido mejorar diversos aspectos como aprender a trabajar bajo una sistemática de Acción-Observación-Reflexión, aprender a escuchar y a respetar las opiniones entre iguales, aprender de la aplicación de la misma estrategia de aprendizaje en entornos muy diferentes (Grado vs. Master; clases teóricas vs. clases prácticas; número bajo-alto de estudiantes, etc.), así como poder detectar los puntos débiles y fuertes de cara a la mejora durante la implementación en el segundo curso académico. En las sesiones de reflexión llevadas a cabo, el profesorado participante ha destacado en gran medida el enriquecimiento de su práctica docente conseguido gracias a las observaciones realizadas por el resto de profesorado del equipo docente. En definitiva, el Proyecto RIMDA-Química está permitiendo mejorar y aumentar las opciones metodológicas del profesorado participante de la Facultad de Química para la mejora del aprendizaje de los estudiantes.

Desde el punto de vista de los estudiantes, su aceptación ha sido excepcionalmente favorable, incluso con el hecho de autorizar las filmaciones en el aula y su alta participación en los mecanismos de valoración de las acciones implementadas. Por otra parte, el desarrollo del proyecto RIMDA-Química, ha permitido una clara mejora en el proceso de aprendizaje de los estudiantes y en su percepción individual de un mayor grado de adquisición de conocimientos y competencias, tanto específicas como transversales, de las asignaturas donde se han aplicado estas acciones.

Los resultados de las encuestas realizadas a los estudiantes (tanto las diseñadas *ad-hoc* por los miembros de los equipos docente para conocer la opinión de los estudiantes hacia una estrategia de aprendizaje concreta, como las encuestas institucionales de las asignaturas) han mostrado la gran aceptación y satisfacción de los estudiantes para con las actividades propuestas en el marco de este proyecto, recomendando incluso en muchos casos que se continúe con este tipo de acciones en los próximos cursos académicos y que se extiendan a asignaturas de perfiles similares.

### Referencias

- [1] Stake, R.E. (2010), Investigación con estudio de casos, Ediciones Morata, S.L.
- [2] Simons, H. (2011), El estudio de caso: Teoría y práctica, Ediciones Morata, S.L.
- [3] Santiago, R., Bergmann, J. (2018), Aprender al revés. Flipped learning 3.0 y metodologías activas en el aula, Paidós Educación.
- [4] Medina, J.L. (2016). La docencia Universitaria mediante el enfoque del aula invertida. Ediciones Octaedro S.L.

## 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.

1  
2 Este trabajo plantea el desarrollo e implementación de  
3 diferentes estrategias de clase inversa basadas en  
4 herramientas web 2.0 en la asignatura de Química  
5 Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería  
6 Química de la Universitat de Barcelona. Se pretende  
7 garantizar la consecución de las competencias de la  
8 asignatura, fomentar la motivación y participación del  
9 estudiante, además de facilitar una retroacción activa,  
10 ágil y constante. En definitiva, se intenta mejorar el  
11 proceso de aprendizaje de los alumnos.

### 12 Introducción

13  
14 El Espacio Europeo de Educación Superior fomenta un  
15 modelo educativo en el que la docencia está centrada en  
16 el alumno, preparándolo, sobre todo, para el  
17 aprendizaje autónomo. En éste, el papel del profesor  
18 cambia completamente: de estar centrado en la simple  
19 transmisión de contenidos pasa a ser el gestor del  
20 proceso de aprendizaje de los alumnos. Además, este  
21 modelo educativo demanda una definición más clara de  
22 objetivos, ya que la organización de la formación se  
23 orienta de cara a la consecución tanto de competencias  
24 específicas de su titulación como competencias  
25 transversales, cada vez más demandadas por la  
26 sociedad [1]. Por lo tanto, en un modelo centrado en el  
27 estudiante las estrategias de aprendizaje y los  
28 procedimientos para evaluar su adquisición son de  
29 especial relevancia. Todo esto ha promovido la  
30 introducción de cambios muy relevantes en las  
31 metodologías docentes de las universidades,  
32 centrándose en el proceso de aprendizaje del estudiante  
33 y en sus resultados, medidos por el grado de adquisición  
34 de las competencias.

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

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

52 aprendizaje activo, con la idea de conseguir promover la  
53 participación y reflexión continua de los estudiantes  
54 mediante actividades que propicien el diálogo, la  
55 colaboración, el desarrollo y la construcción de  
56 conocimientos, así como la adquisición de ciertas  
57 competencias. Así pues, el aprendizaje activo permite  
58 que el alumno tome un papel protagonista y que no se  
59 limite a ser un receptor pasivo de la información.

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

101 Por otra parte, son claramente visibles los profundos  
102 cambios y transformaciones de diferente naturaleza que  
103 está provocando la explosión de las conocidas



<p>1 tecnologías de la información y la comunicación (TIC) 60</p> <p>2 en todos los ámbitos de nuestra sociedad, así como la 61</p> <p>3 integración en la vida cotidiana de los dispositivos 62</p> <p>4 móviles (ordenadores portátiles, tabletas, teléfonos 63</p> <p>5 inteligentes...) [7]. Así pues, el aprendizaje con móvil (<i>m-</i> 64</p> <p>6 <i>learning</i>), entendido como una metodología de 65</p> <p>7 enseñanza y aprendizaje que se desarrolla a través de 66</p> <p>8 pequeños dispositivos móviles, es una magnífica 67</p> <p>9 oportunidad para introducir innovaciones necesarias y 68</p> <p>10 urgentes en la enseñanza, y particularmente en la 69</p> <p>11 Universidad [8]. 70</p> <p>12 Este trabajo se centra en la introducción de la técnica de 71</p> <p>13 clase inversa, en la modalidad combinada de enseñanza 72</p> <p>14 a tiempo (<i>just in time teaching</i>) y de aprendizaje entre 73</p> <p>15 iguales (<i>peer instruction</i>), en la asignatura de Química 74</p> <p>16 Analítica de los Grados de Química, Farmacia e 75</p> <p>17 Ingeniería Química, con el objetivo de hacer un 76</p> <p>18 seguimiento continuo y real del proceso de aprendizaje 77</p> <p>19 que permita detectar y corregir deficiencias en el mismo 78</p> <p>20 y proporcionar una retroacción más efectiva, al mismo 79</p> <p>21 tiempo que se fomenta el rol activo de los estudiantes 80</p> <p>22 como protagonistas de su proceso de aprendizaje. 81</p> <p>23 <b>Contexto de aplicación y objetivos de aprendizaje</b> 82</p> <p>24 83</p> <p>25 La actividad de clase inversa se ha llevado a cabo en la 84</p> <p>26 asignatura Química Analítica (6 ECTS) de los Grados de 85</p> <p>27 Química (obligatoria y correspondiente al tercer 86</p> <p>28 semestre curricular), Farmacia (de formación básica y 87</p> <p>29 correspondiente al segundo semestre curricular) e 88</p> <p>30 Ingeniería Química (obligatoria y correspondiente al 89</p> <p>31 quinto semestre curricular). 90</p> <p>32 El grupo de Química Analítica del Grado de Química 91</p> <p>33 donde se ha aplicado la innovación contaba con 22 92</p> <p>34 alumnos matriculados, de los cuales 19 han participado 93</p> <p>35 en la actividad de clase inversa y con un 75% de 94</p> <p>36 alumnos que repiten la asignatura. El grupo de Química 95</p> <p>37 Analítica del Grado de Farmacia presenta unes 96</p> <p>38 características similares: 25 alumnos matriculados, 97</p> <p>39 todos repetidores de la asignatura y de los cuales 11 han 98</p> <p>40 participado en la actividad. En cambio, el grupo de 99</p> <p>41 Química Analítica del Grado de Ingeniería Química era 100</p> <p>42 bastante numeroso: 70 estudiantes, de los cuales 66 han 101</p> <p>43 participado de la actividad de clase inversa y con sólo 8 102</p> <p>44 alumnos repetidores. 103</p> <p>45 El objetivo de la asignatura Química Analítica es 104</p> <p>46 introducir al alumno en el conocimiento de los 105</p> <p>47 equilibrios iónicos que fundamentan las reacciones 106</p> <p>48 ácido-base, de complejación, de precipitación y de 107</p> <p>49 oxidación-reducción, con el fin de poderlos utilizar para 108</p> <p>50 la determinación volumétrica y gravimétrica de la 109</p> <p>51 concentración de analitos en muestras sencillas. 110</p> <p>52 En concreto, la estrategia de clase inversa que aquí se 111</p> <p>53 expone se ha desarrollado en la lección de introducción 112</p> <p>54 a los métodos de análisis volumétrico y gravimétrico. Se 113</p> <p>55 trata de un tema clave dentro de la asignatura, 114</p> <p>56 fundamental para el desarrollo de competencias 115</p> <p>57 instrumentales para la resolución de problemas 116</p> <p>58 analíticos, que prevé los siguientes objetivos de 117</p> <p>59 aprendizaje: 118</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los fundamentos del análisis volumétrico.</li> <li>• Diferenciar las volumetrías en función del modo operacional y del tipo de reacción analítica.</li> <li>• Identificar las características esenciales de una solución valorante y cómo prepararla (patrones primarios, estandarizaciones, patrones secundarios).</li> <li>• Interpretar una curva de valoración.</li> <li>• Tomar conciencia del error de la valoración (diferencia entre el punto de equivalencia y el punto final).</li> <li>• Identificar las diferentes etapas de una determinación gravimétrica.</li> <li>• Plantear los cálculos volumétricos y gravimétricos, usando correctamente los factores de conversión para expresar concentraciones.</li> </ul> <p>75 <b>Estrategia de trabajo</b></p> <p>76</p> <p>77 Con el objetivo final de mejorar el proceso de</p> <p>78 aprendizaje de los estudiantes. se aplicó una</p> <p>79 metodología de clase inversa combinando las</p> <p>80 estrategias de enseñanza a tiempo y de aprendizaje</p> <p>81 entre iguales. Además, se pretendía que estas</p> <p>82 estrategias potenciaran el uso y la aplicación de las TIC,</p> <p>83 en especial de los dispositivos móviles y de las</p> <p>84 herramientas web 2.0.</p> <p>85 Esta metodología se estructura en 5 etapas (Figura 1):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Etapas 1 (Día 1): Presentación del material de estudio (individual, trabajo autónomo)</i></li> </ul> <p>90 El profesorado proporciona a los estudiantes, a</p> <p>91 través del campus virtual, materiales de lectura y</p> <p>92 audiovisuales del tema a tratar. Los estudiantes</p> <p>93 deben trabajar este material en casa, de manera</p> <p>94 individual, con la ayuda de una guía de estudio.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Etapas 2 (Día 7): Resolución de un cuestionario en línea (individual, trabajo autónomo)</i></li> </ul> <p>97 Los estudiantes, en casa y de manera nominal,</p> <p>98 resuelven un cuestionario (<i>Cuestionario inicial, X</i>) de</p> <p>99 carácter teórico con preguntas de opción múltiple</p> <p>100 sobre los aspectos más relevantes del tema</p> <p>101 trabajado, mediante la aplicación para dispositivos</p> <p>102 móviles <i>Socrative</i>. Al terminar el cuestionario,</p> <p>103 disponen de las respuestas correctas y de la nota</p> <p>104 final. Este cuestionario constituye una actividad de</p> <p>105 evaluación continua acreditativa con un valor del</p> <p>106 40% del total de la actividad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Etapas 3 (Día 8): Estudio de las respuestas al cuestionario</i></li> </ul> <p>109 Los profesores recopilan las respuestas al</p> <p>110 cuestionario y las analizan. De esta forma obtienen</p> <p>111 información sobre el nivel de comprensión de los</p> <p>112 alumnos y de los errores más comunes. Este análisis</p> <p>113 permite decidir cómo estructurar la sesión</p> <p>114 presencial que tendrá lugar a continuación,</p> <p>115 determinando qué aspectos del tema no es necesario</p>
--	--

1 mencionar, aquéllos que hay que clarificar por ser 57  
 2 objeto de los errores más frecuentes. 58

3 • *Etapa 4 (Días 10 y 11): Trabajo en clase (2 sesiones de 59*  
 4 *1 hora)* 60

5 - Etapa 4.1 (Grupal): Al comenzar la clase el 61  
 6 profesor hace una breve explicación, de no más 62  
 7 de 10-15 min, para clarificar aquellos conceptos 63  
 8 claves que son fuente de los errores más 64  
 9 habituales. 65

10 - Etapa 4.2 (Individual): A continuación, el 66  
 11 profesor propone un cuestionario nominal 67  
 12 (*Cuestionario formativo, Y*) que los alumnos 68  
 13 resolverán utilizando la herramienta *Socrative* de 69  
 14 manera individual, con preguntas de opción 70  
 15 múltiple sobre aspectos más aplicados. Al 71  
 16 terminar el cuestionario (7-10 min) los 72  
 17 estudiantes no disponen de las respuestas 73  
 18 correctas, pero sí de la calificación obtenida a 74  
 19 efectos meramente informativos. 75

20 - Etapa 4.3 (Parejas): Seguidamente el estudiante 76  
 21 compara y discute sus respuestas (7-10 min) con 77  
 22 otro compañero. Durante este tiempo de 78  
 23 discusión el profesor asiste a las parejas y ayuda 79  
 24 en los razonamientos. 80

25 - Etapa 4.4 (Individual): Pasado el tiempo de 81  
 26 debate, el estudiante de manera nominal e 82  
 27 individual vuelve a responder el *Cuestionario* 83  
 28 *formativo, Y'*. Al terminar el cuestionario 84  
 29 disponen tanto de las respuestas correctas como 85  
 30 de la nota final obtenida. Este cuestionario es una 86  
 31 actividad de evaluación continua formativa, que 87  
 32 en esta etapa 4 no será acreditativa. 88

33 - Etapa 4.5 (Grupal): El profesor, haciendo uso de 89  
 34 la herramienta *Socrative* que facilita un informe 90  
 35 de los resultados obtenidos tanto por alumno 91  
 36 como por pregunta, proporciona una retroacción 92  
 37 final enfocada a corregir los errores de 93  
 38 comprensión detectados. 94

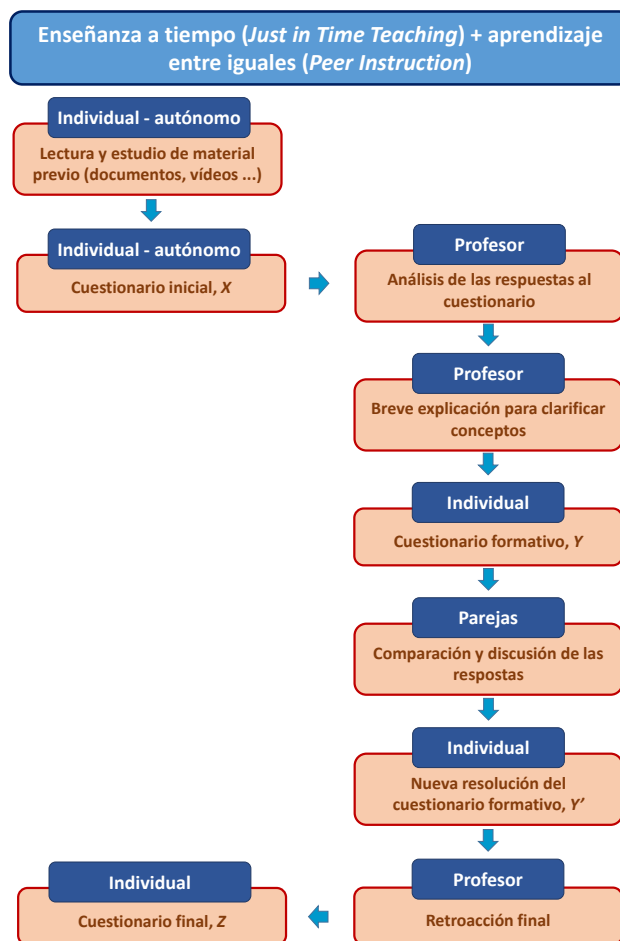
39 • *Etapa 5 (Día 12): Evaluación en clase (sesión de 1 hora)* 95  
 40 100

41 Los estudiantes responden de manera individual y 101  
 42 nominal a un *Cuestionario final Z* con preguntas de 102  
 43 opción múltiple sobre aspectos teórico-prácticos del 103  
 44 tema trabajado. Al terminar el cuestionario disponen 104  
 45 de las respuestas correctas y de la nota final. Este 105  
 46 cuestionario es una actividad de evaluación continua 106  
 47 acreditativa, correspondiente al 60% de la 107  
 48 calificación total de la actividad. 108

49 En la estrategia de trabajo seguida se tuvieron en cuenta 109  
 50 las siguientes consideraciones adicionales: 110

51 • El *Cuestionario inicial X* debía proporcionar 111  
 52 indicadores sobre el grado de desarrollo de 112  
 53 competencias cognitivas sobre los fundamentos del 113  
 54 análisis volumétrico y gravimétrico, y también 114  
 55 competencias instrumentales sobre el correcto 115  
 56 procedimiento de realización de los análisis. 116

Constaba 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.



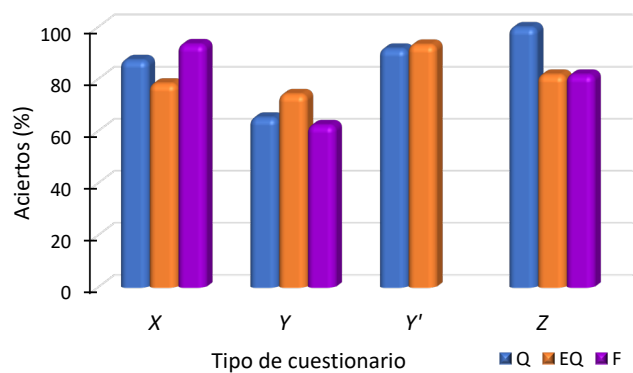
**Figura 1.** Esquema de la estrategia combinada de enseñanza a tiempo y aprendizaje entre iguales que se utiliza en la asignatura de Química Analítica de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química.

- 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 los tres casos 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

1 grupo del Grado de Farmacia constaba de aquellas  
 2 preguntas de carácter más teórico del Cuestionario  
 3 inicial que tuvieron menos del 75% de acierto y la  
 4 resolución de un problema analítico, mientras que en  
 5 los grupos de los Grados de Química y de Ingeniería  
 6 Química constaba de una pregunta de carácter  
 7 teórico del Cuestionario inicial destinada a  
 8 identificar el modo operacional del análisis  
 9 volumétrico y la resolución de un problema analítico.

10 **Resultados**

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

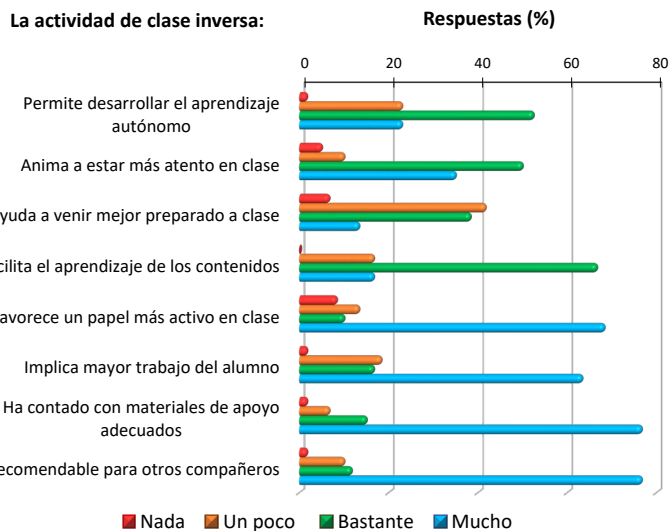


16 **Figura 2.** Comparativa de notas medias obtenidas para cada  
 17 cuestionario para los tres grupos de los Grados de Química,  
 18 Farmacia e Ingeniería Química.

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

39 Para conocer el grado de aceptación y el  
 40 aprovechamiento de esta estrategia de aprendizaje se  
 41 han realizado encuestas entre el alumnado (Figura 3).  
 42 En general, los estudiantes valoran positivamente la  
 43 estrategia de clase inversa realizada, ya que les permite  
 44 desarrollar su capacidad de aprendizaje autónomo, les

45 facilita el aprendizaje de los contenidos trabajados, les  
 46 ayuda a venir más preparados, estar más atentos y a  
 47 participar más activamente en las clases presenciales.  
 48 Por otro lado, también manifiestan que, aunque les ha  
 49 implicado un mayor trabajo por su parte,  
 50 recomendarían a otros compañeros la realización de  
 51 esta actividad.



52 **Figura 3.** Resultados de la encuesta de satisfacción.

53 **Referencias**

54 [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.  
 55 [2] S. Brown, A. Glasner (2007). *Evaluar en la Universidad.* Narcea Ediciones, Madrid.  
 56 [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).  
 57 [4] T. Morell (2009). *¿Cómo podemos fomentar la participación en nuestras clases universitarias?* Editorial Marfil, Alcoy.  
 58 [5] J. Bergmann, A. Sams (2012). *Flip your classroom. Reach every student in every class every day.* Colorado: ISTE. ASCD.  
 59 [6] J.L. Medina (2016). *La docencia universitaria mediante el enfoque del aula invertida.* Ediciones Octaedro, Barcelona.  
 60 [7] L. Alonso, F. Blázquez (2012). *El docente de educación virtual (guía básica).* Narcea Ediciones, Madrid.  
 61 [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.

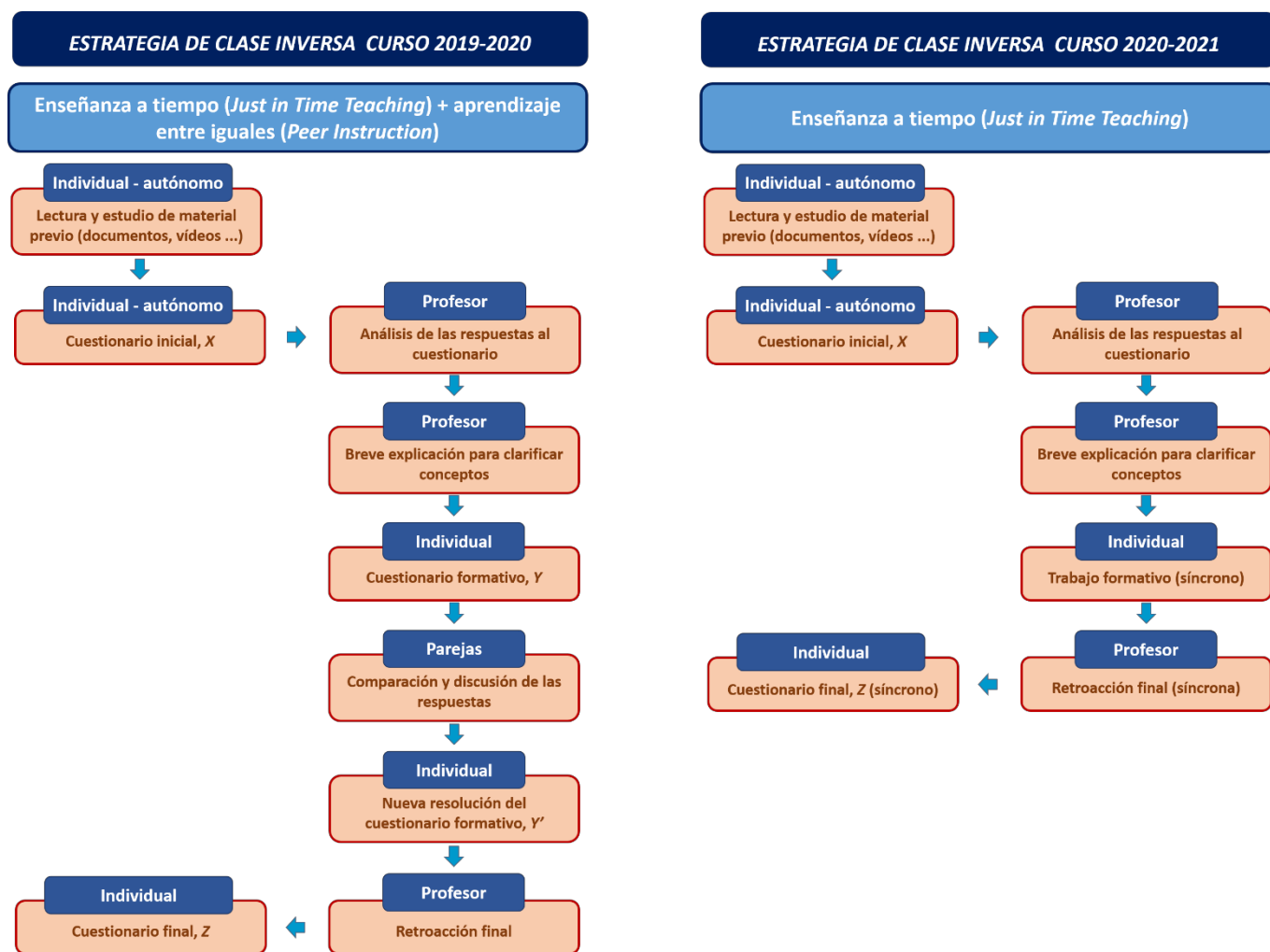
Así pues, los principales objetivos de aprendizaje de esta lección son que el alumno sea capaz de:

- 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 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

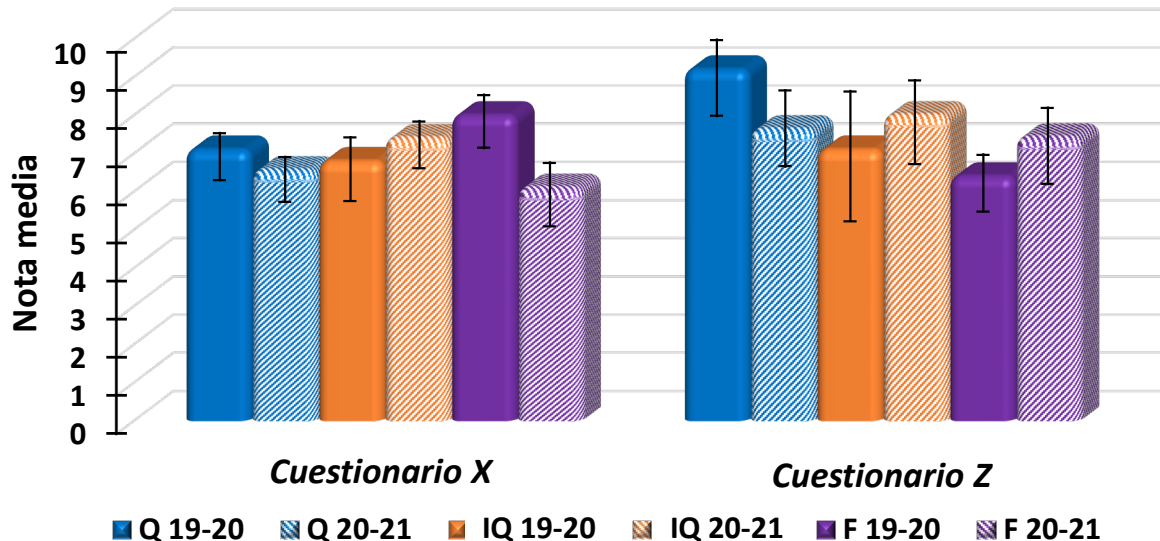


Figura 2. Comparativa de notas medias obtenidas para el *Cuestionario inicial X* y el *Cuestionario final Z* para los grupos de los Grados de Química, Farmacia e Ingeniería Química en los cursos académicos 2019-2020 (relleno sólido) y 2020-2021 (relleno de trama).

*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).*

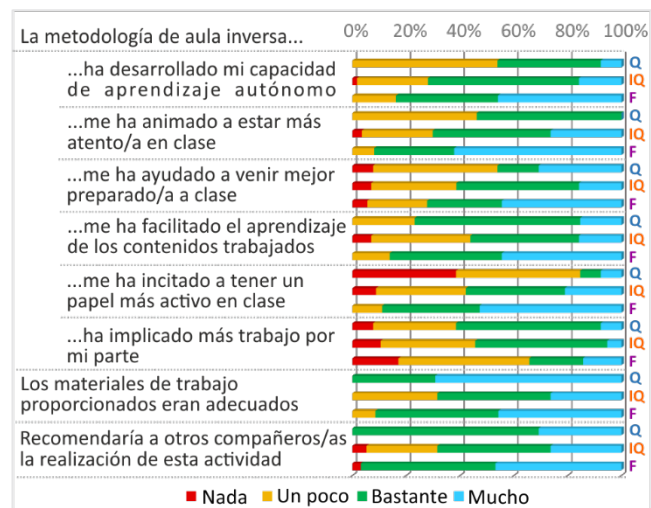


Figura 3. Resultados de las encuestas de satisfacción.