

# “*Quid pro quo*” químico: mejora en la enseñanza de la Química en titulaciones de ciencias

## ***Autores***

*Martín Villacorta, Javier\*, Pereira García, Fernando J., López González, Roberto, Muñoz Lucas, M. Iluminada, Lozano, Alba, Aller Fernández, Javier.*

*\*Departamento de Química y Física Aplicadas*

## ***Nombre del Grupo de Innovación***

*INQAPID. Grupo de Innovación Docente de la ULE “Química Aplicada”*

## **RESUMEN**

Los objetivos generales que se están obteniendo en el desarrollo de este proyecto son principalmente dos: Mejorar los resultados de los alumnos matriculados de la asignatura Química I del primer curso del Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CTA) y reducir las tasas de abandono de la materia, debido a que se incrementa la satisfacción y motivación de los estudiantes, al promover actitudes más positivas y participativas hacia la materia de estudio. La experiencia innovadora que se está aplicando desde hace seis cursos en Química I de CTA está basada en el aprendizaje colaborativo (AC) y desarrolla especialmente una competencia como es el trabajo en equipo entre los alumnos. El trabajo en equipo se lleva a cabo en grupos de seis alumnos, que resuelven alrededor de 160 ejercicios y problemas relacionados con todos los conceptos de teoría que se explican en el temario de las asignaturas. Con la aplicación de este proyecto, la mejora de los resultados académicos de los alumnos ha sido significativa en términos de aprobados y mejores notas, y también se observan mejoras significativas en otros objetivos: El aumento del esfuerzo individual, fomento de las relaciones interpersonales, fomento de la coordinación, la enseñanza entre iguales, desarrollando la competencia de mayor interés en la sociedad tan cambiante que vivimos “aprender a aprender” y el trabajo en equipo, competencia fundamental que permite alcanzar, mediante la colaboración dentro de un grupo, objetivos individual y colectivamente más ambiciosos.

**Línea de actuación:** Aprendizaje Colaborativo

## **Introducción**

### Descripción de la situación actual

En el Departamento de Química y Física Aplicadas se ha advertido que, en los últimos años, en determinadas titulaciones universitarias y de manera cada vez más acusada, los resultados académicos están empeorando. Esto parece indicar que los métodos tradicionales de enseñanza/aprendizaje resultan poco eficaces con los nuevos alumnos. Según el modelo tradicional de enseñanza/aprendizaje, la educación está orientada a la adquisición de multitud de contenidos tan diversos como extensos. Sin embargo, actualmente, se apuesta por un sistema en el que el alumno se desarrolle integralmente: su aprendizaje no sólo incluye la interpretación y asimilación de los contenidos anteriormente citados (Pérez, 2007), sino que engloba la capacidad de producir pensamientos complejos, de crear y de expresarse con propiedad, en el manejo de la información que

le llega por distintos canales. Por tanto, se trata de que adquieran competencias y recursos potenciales que les permita gestionar de forma eficiente esta información y garanticen su éxito profesional en el futuro (Monereo y Pozo, 2007). Se podría considerar como raíz de la situación planteada la etapa de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato que han cursado los alumnos que se incorporan al primer curso universitario. La Química y la Física forman un binomio indisoluble en todos los cursos de estas etapas hasta segundo de Bachillerato. Podría ocurrir que, en función de la formación de los profesores de secundaria, muchos estudiantes no recibiesen toda la carga lectiva correspondiente a alguna de estas materias. Otras causas por las que los discentes no han completado su formación científica podrían ser el excesivo número de alumnos por aula, la falta de recursos y tiempo, o la gran carga teórica, sin funcionalidad, considerada como poco participativa y escasamente práctica por parte de los estudiantes. A estas circunstancias se le añade el hecho de que los aprendices actuales son, en palabras de Mark Prensky, “nativos digitales” (Prensky, 2011), con intereses alejados del aprendizaje de las Ciencias Básicas como la Química. De hecho, han modificado sus estilos de aprendizaje respecto a las generaciones anteriores, ya que:

- a) Aprenden mejor a través de ejemplos que a través de una exposición magistral.
- b) Resuelven problemas de manera intuitiva, manipulativa y empírica.
- c) Requieren herramientas de aprendizaje multimodales (imágenes, vídeos, esquemas, etc.).
- d) Aprenden mejor de las experiencias vividas. Como es imposible que tengan experiencia en muchos aspectos, aprenderán de las de sus semejantes (Stephenson, 2004). Todo ello hace que las clases no cumplan las expectativas creadas por el estudiante y que el profesor no sea capaz de mantener la motivación del alumno, resintiéndose su capacidad de esforzarse para aprender.

#### Selección y definición del problema

Como se expuso anteriormente, en muchas ocasiones los estudiantes no son capaces de integrar la Química I en sus competencias profesionales, lo cual conduce a que sea una de las asignaturas que primero abandonan. Si, a través de un cambio de metodología, se consiguiesen aunar los conceptos “teoría en el aula-práctica en el laboratorio” y “práctica en el laboratorio-recursos en el ámbito laboral”, la mayor parte del problema expuesto podría quedar solventado. Por tanto, y a modo de resumen, los problemas evidenciados en la asignatura de Química I y que se pretenden corregir son:

1. Falta de conocimientos previos en la materia de Química I.
2. Inexperiencia en el laboratorio de Química.
3. Dificultad para relacionar la teoría y la práctica químicas.
4. Incapacidad para comprender la utilidad de la asignatura en el ámbito de su titulación universitaria. Todos estos problemas se traducen en una alarmante desmotivación del alumnado y aumento de la tasa de abandono de la asignatura.

## Experiencia innovadora

### Objetivos

Los objetivos generales que se están consiguiendo con el desarrollo de este proyecto son dos:

1. Mejorar los resultados de los alumnos matriculados de la asignatura Química I del primer curso del Grado en Ciencia y Tecnología de los Alimentos (CTA).
2. Reducir la tasa de abandono de la asignatura. Este objetivo general se está alcanzando mediante la consecución de los siguientes objetivos particulares:
  - a) Motivar a los alumnos.
  - b) Conseguir que los discentes conciban la asignatura como necesaria para capacitarse en un futuro mercado laboral en su ámbito de especialización (CTA).
  - c) Implementar experiencias prácticas de aula.
  - d) Potenciar diferentes capacidades de los discentes empleando el trabajo colaborativo.

### Descripción de la experiencia

Kagan (1994), define Aprendizaje Colaborativo (AC) como “conjunto de estrategias instruccionales que incluyen a la interacción cooperativa de estudiante a estudiante como una parte integral del proceso de aprendizaje”. El AC se basa en la teoría constructivista, que otorga un papel fundamental a los alumnos como actores principales de su proceso de aprendizaje. Johnson y Holubec (1999) señalan cinco elementos básicos que forman el AC: interdependencia positiva, interacción “cara a cara” o simultánea, responsabilidad individual, habilidades sociales y autoevaluación del grupo (García, 2001).

Para llevar a buen puerto este proyecto, se ha seleccionado la técnica educativa Jigsaw, Puzzle o Rompecabezas (Aronson, 2000). La secuencia de etapas en la aplicación de esta técnica al aprendizaje de la Química I en CTA, en relación a cada tema del temario, ha sido la siguiente:

#### Primera etapa

El profesor ha elaborado cada tema, los ha subido a la plataforma Moodle y ha propuesto a los alumnos que los leyesen, explicándolos posteriormente en clase y resolviendo las dudas planteadas. Una vez terminada esta primera fase de comprensión y estudio, el profesor ha abordado la segunda fase: aplicación de los conocimientos adquiridos mediante la resolución de ejercicios y problemas, subidos a la plataforma Moodle previamente, con los que discentes deben adquirir los conocimientos necesarios para que pueden desempeñar de forma eficiente su trabajo futuro.

#### Segunda etapa

Es en esta segunda etapa en la que se ha aplicado el aprendizaje colaborativo, dividiendo a los alumnos nuevos, y los repetidores que han participado en el proyecto, en “grupos” de seis alumnos. En cada grupo, a cada alumno se le ha asignado un número de 1 a 6 (Fig. 1). A los estudiantes con el

número 1 de cada grupo se les ha asignado la resolución y explicación al resto de miembros de un grupo de entre doce y veinticuatro ejercicios y problemas de cada tema. A los alumnos con el número 2 se les asignan otros ejercicios y problemas; y así sucesivamente al resto de estudiantes de cada grupo hasta repartir los ejercicios y problemas de cada tema. En cada grupo se ha nombrado a un alumno como coordinador que tiene como funciones propiciar las reuniones del grupo y relacionarse con el profesor. El trabajo realizado por los alumnos se ha organizado en las siguientes fases:

1. Los alumnos, individualmente y una vez que han entendido los conceptos teóricos, intentarán resolver los ejercicios y problemas asignados. El profesor estimulará la cooperación entre los estudiantes de cada grupo en la resolución, y resolverá las dudas que hayan surgido en las tareas asignadas. Estas reuniones tendrán lugar fuera y dentro del aula

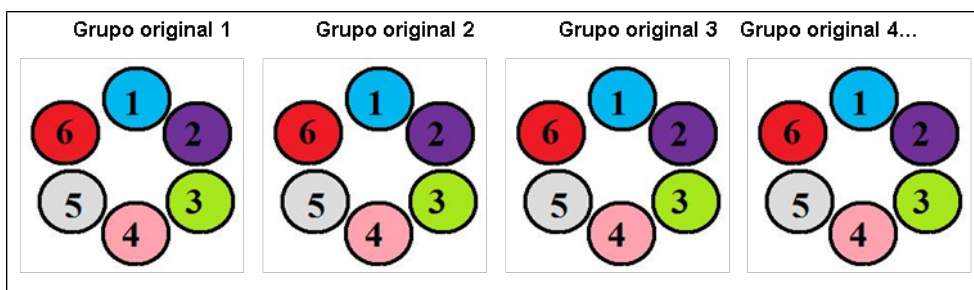


Figura 1. Grupos originales en la técnica JIGSAW – Rompecabezas

2. Una vez que haya finalizado el tiempo estimado para la resolución de los ejercicios y problemas, comienza la segunda fase que se denomina “Reunión de Expertos”. En este momento, todos los alumnos con el número 1 se reúnen para debatir y comentar la resolución de los ejercicios y problemas asignados (que son los mismos). Los alumnos con el número 2 también se reúnen, y así sucesivamente con el resto de los números (Fig. 2).

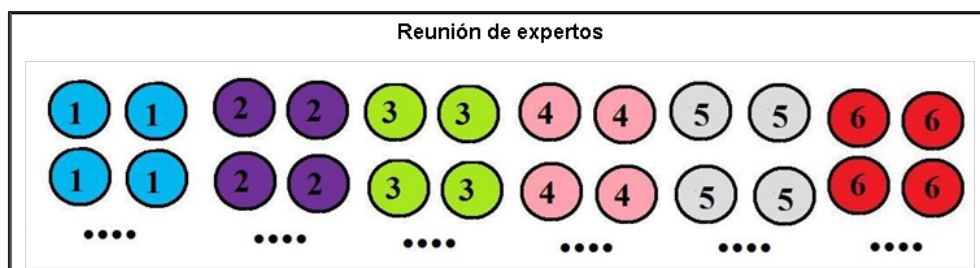


Figura 2. Grupos de expertos

La finalidad de esta fase es doble: por un lado, cada alumno se hace experto en la resolución de los ejercicios y problemas asignados a través del debate y de las explicaciones que se hagan en dichos grupos y, por otro, que juntos diseñen un plan para comunicar la resolución al resto de compañeros.

3. Finalizadas las reuniones de expertos, llega la tercera fase, que supone el regreso al grupo original para que cada alumno explique al resto de sus compañeros la resolución de las tareas y documentos que ha preparado (Fig. 3) en reuniones convocadas por el coordinador de cada grupo. Estos documentos se han entregado al profesor para su corrección y, posteriormente, han sido devueltos a los coordinadores corregidos.

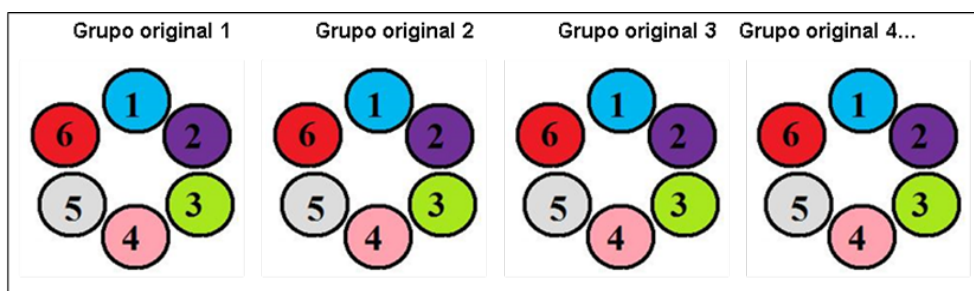


Figura 3. Regreso a los grupos originales

4. Por último, la fase cuarta, ha consistido en evaluar el aprendizaje logrado y la eficacia de la técnica individualmente. Para ello, se han realizado dos controles y dos exámenes parciales en los que se ha propuesto a los alumnos la resolución de ejercicios y problemas del mismo nivel de dificultad que los propuestos. También se ha realizado la coevaluación de los estudiantes sobre su trabajo en el “Grupo”, en los “Grupos de expertos” y las opiniones de los estudiantes sobre el “Proyecto” a través de un cuestionario que han realizado todos los estudiantes. Como última consideración decir que, además de los ejercicios y problemas propuestos en cada tema, se han desarrollado prácticas de aula y de laboratorio que pretenden, por una parte, fomentar la relación de los conceptos teóricos y la práctica química reduciendo la abstracción, y por otra, potenciar las habilidades de los alumnos en el manejo del material de laboratorio.

#### *Plan de seguimiento e indicadores para evaluar los resultados*

Tras el proceso de AC, se espera que los alumnos hayan adquirido los conocimientos que se planteaban con la actividad y llega el momento de analizar la información y el seguimiento de la metodología aplicada y los objetivos alcanzados. ¿Se evaluará el rendimiento sólo individual o sólo el grupal? ¿O se evaluarán ambos? La elección será la que parezca más adecuada al docente, aunque no se puede obviar que se obtendrá más información evaluando ambos rendimientos. ¿Cómo podría realizarse esta evaluación? El aprendizaje individual puede evaluarse con pruebas de teoría, resolución de problemas y prácticas de laboratorio con el fin de conocer el grado de aprendizaje del alumno. El rendimiento grupal también debe evaluarse a través de las actividades desarrolladas: Los estudiantes han estado trabajando juntos y han “convivido” durante un período de tiempo para lograr el resultado exigido por el profesor. Así, son ellos quienes tienen una información privilegiada sobre lo que ha

ocurrido en el seno del grupo. Teniendo en cuenta que el AC se centra en el aprendizaje en equipo y en el desarrollo de habilidades y competencias necesarias para enfrentarse al mundo profesional, es necesario prestar atención a estos procesos. Por ello, se puede utilizar o elaborar un pequeño cuestionario con preguntas sobre cómo ha sido el trabajo en grupo en general y, en particular, el trabajo de los compañeros de grupo. De esta manera sería conveniente tener en cuenta esta valoración. Así se le puede pedir a cada alumno una reflexión personal sobre: (i) su participación en el grupo, (ii) su implicación con los objetivos previstos, (iii) aprendizajes logrados, (iv) aspectos fuertes de su actuación dentro del grupo, (v) aspectos débiles (o a mejorar) de su actuación dentro del grupo. Puede parecer lógico que la primera evaluación sobre el rendimiento individual y/o grupal sea la que mayor peso tenga en la calificación de la actividad. Pero es aconsejable tener en cuenta, aunque el porcentaje sea mucho menor, los otros tipos de evaluación ya que, conociendo esto, los alumnos no sólo centrarán su atención en el dominio de los contenidos sino también en los aspectos más humanos orientados a la buena convivencia y coordinación dentro del equipo de trabajo. En cuanto a las evidencias cuantitativas decir que las notas conseguidas por los alumnos, comparadas con las obtenidas en años anteriores y los problemas resueltos correctamente con los resultados y sus unidades son buenos indicadores. Las evidencias cualitativas sobre los beneficios del proyecto podemos conocerlas a través de la expresión oral y escrita de los alumnos a la hora de contestar razonadamente las cuestiones planteadas en los exámenes de teoría. Ambos indicadores nos informarán sobre el grado de cumplimiento de los objetivos planteados.

## **Resultados alcanzados**

Una de las mejoras conseguidas con la aplicación de este proyecto ha sido un aumento muy importante del número de alumnos nuevos presentados a los exámenes en todo el curso, que pasó de aproximadamente el 60-70 % de los alumnos en años anteriores al 90-97 % de los alumnos desde que se aplica esta metodología. Se observan mejores resultados especialmente en los alumnos repetidores; en el año que repiten tienen toda la información de teoría y los ejercicios y problemas resueltos. Esto unido a su experiencia del primer año les permite seguir mejor la asignatura, si no pueden asistir a clase por incompatibilidad horaria con los cursos superiores.

Con la aplicación de este proyecto, la mejora de los resultados académicos de los alumnos ha sido significativa en términos de aprobados y mejores notas; también se observan mejoras significativas en otros objetivos. De forma concreta, las mejoras más destacadas que se han observado son:

1. Promoción del aprendizaje independiente, activo y autónomo.
2. Estimulación de competencias del alumnado: coordinación, liderazgo, razonamiento crítico, comunicación oral y comunicación escrita.

3. Incremento del nivel de aprendizaje mediante la interacción entre compañeros: Aprendizaje entre iguales.

4. Reducción de las tasas de abandono de la materia, ya que incrementa la satisfacción y motivación de los estudiantes y promueve actitudes más positivas hacia la materia de estudio.

5. Consecución de los objetivos de la enseñanza liberal y de la educación general.

6. Acomodo de los diferentes estilos de aprendizaje de los estudiantes actuales.

7. Mayor rendimiento académico en las áreas de matemáticas, ciencia y tecnología.

8. Promueve el desarrollo integral del alumnado.

## **Conclusiones y valoración de la experiencia**

Como conclusiones y valoración de la experiencia, tras aplicar esta metodología de Aprendizaje Colaborativo, exponemos los beneficios observados por los alumnos que se pueden resumir en:

- **El aumento del esfuerzo individual**, ya que los alumnos entienden que el trabajo de cada miembro del grupo ayuda a alcanzar un objetivo común establecido previamente. Por lo tanto, se desarrolla la interdependencia positiva (los estudiantes se esfuerzan en realizar los ejercicios y comprenderlos lo mejor posible para que el grupo se beneficie).

- **El fomento de las relaciones interpersonales**, no sólo el apoyo o motivación que se pueda establecer entre los compañeros, sino también la puesta en común, el intercambio de pareceres, las discusiones. Esta es una de las competencias más importantes si se desea que el alumno se desarrolle integralmente. Además, cabe recordar que son alumnos de primer curso que no se conocen, por lo tanto, esta actividad ha servido para que se conozcan y estrechar lazos entre ellos.

- **El fomento de la coordinación** es básica a la hora de trabajar, ya que siempre se podrán conseguir objetivos más ambiciosos si se trabaja en grupo, pero se conseguirán objetivos todavía más ambiciosos si ese trabajo en grupo es coordinado, si se crean sinergias con los compañeros, si no se solapan las tareas de otro miembro del grupo, etc. A esto también ayuda una buena capacidad de liderazgo.

- **La enseñanza entre iguales**, ya que está comprobado que, de este modo, se pone mayor atención a la actividad desarrollada para poder explicarla a otra persona y se buscan otros enfoques diferentes al evidente. Por lo tanto, se potencia la comprensión a mayores niveles.

Por otro lado, respecto a los inconvenientes manifestados por los discentes sobre que no son capaces de resolver los problemas individualmente, o que no les corresponde a ellos explicar los ejercicios y problemas a otros compañeros, se puede argumentar que el alumno, en su etapa de Universidad, debe adquirir un conocimiento significativo de la Química I, que le permita ser capaz de afrontar la resolución de las tareas planteadas individualmente, desarrollando la competencia de mayor interés en la sociedad tan cambiante que vivimos: “aprender a aprender”. Por otra parte, la

explicación entre compañeros es innegociable en esta metodología, ya que es la base del “trabajo en equipo”, competencia fundamental que permite alcanzar, mediante la colaboración dentro de un grupo, objetivos individual y colectivamente más ambiciosos.

## **Agradecimientos**

El grupo de innovación docente *INQAPID (Grupo de Innovación Docente de la ULE “Química Aplicada”)* agradece a la Escuela de Formación de la Universidad de León el apoyo y financiación de este proyecto de innovación docente en los seis últimos cursos

## **Referencias bibliográficas**

- Aronson, E. (2000). *Jigsaw Classroom: Overview of the Technique*. *Jigsaw Official Site*. Consultado [17/11/2022] en: <http://www.jigsaw.org/overview.htm>
- García, R., Traver, J. y Candela, I. (2001). *Aprendizaje cooperativo. Fundamentos, características y técnicas*. Editorial CCS.
- Johnson, D. y Johnson, R. (2004). *Assessing students in groups. Promoting group responsibility and individual accountability*. Corwin Press.
- Johnson, D., Johnson, R. y Holubec, E. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Editorial. Paidós.
- Kagan, S. y Kagan, M. (2009). *Cooperative Learning*. Kagan Publishing.
- Monereo, C. y Pozo, J.I. (2007). *Competencias para convivir con el siglo XXI*. Cuadernos de Pedagogía (Vol. 1). Consultado [25/11/2022] en: <http://goo.gl/FlvgyE>.
- Pérez, A. (2010). La orientación educativa en la praxis pedagógica del docente de la UPEL-IPB. *Revista de Educación*, 16(32).
- Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. Consultado [02/11/2022] en: [<https://www.marcprensky.com/writing/Prensky%20-%20Digital%20Natives,%20Digital%20Immigrants%20-%20Part1.pdf>]
- Stephenson, K. (2004). *The Quantum Theory of Trust: The Secret of Mapping and Managing Human Relationships*. Financial Times Prentice Hall.