



## Aprendizaje de las reacciones químicas en Educación Secundaria a través de actividades cooperativas

### *Learning chemical reactions in Secondary Education through cooperative activities*

Juan Peña Martínez<sup>1</sup>, Elena García Chamocho<sup>2</sup>, Raquel Pérez López<sup>3</sup> y Noelia Rosales Conrado<sup>4</sup>

Recepción: 19-06-2020

Aceptación: 22-04-2021

#### Resumen

En el presente trabajo se propone una secuencia didáctica para la enseñanza de las reacciones químicas en educación secundaria, que incluye dos actividades diferentes de aprendizaje cooperativo. La primera, para trabajar la diferencia entre cambio físico y cambio químico y, la segunda, para consolidar la parte experimental que también se ha llevado a cabo en el laboratorio. Un total de 43 estudiantes valoraron la experiencia y la metodología empleada mediante un cuestionario. Los resultados muestran que aproximadamente un 80% están a favor de emplear el modelo de aprendizaje con grupos cooperativos. No obstante, un 30% de los estudiantes señalan que hay que asegurar que todos los miembros de los equipos participen y realicen el trabajo asignado. La metodología cooperativa se podría emplear en la enseñanza de las reacciones químicas.

#### Palabras clave

Aprendizaje cooperativo, educación secundaria, reacciones químicas.

#### Abstract

In this research, we propose a didactic sequence for teaching chemical reactions in secondary education, which includes two different cooperative learning activities. The first one aims to work the differences between physical change and chemical change, and the second activity intends to consolidate the experimental job that was carried out in the laboratory. A total of 43 students completed a questionnaire to assess the experience and the methodology used. Results show that around 80% of the participants are willing to learn in cooperative groups, nevertheless 30% of students pointed out that teachers should encourage that each team member equally participates and shares the workload. Cooperative strategies might be useful for teaching chemical reactions.

#### Keywords

Cooperative learning, secondary education, chemical reactions.

<sup>1</sup> Departamento de Didáctica de Ciencias Experimentales, Sociales y Matemáticas. Universidad Complutense de Madrid, España. Correo de contacto: [jpe01@ucm.es](mailto:jpe01@ucm.es)

<sup>2</sup> Departamento de Química Inorgánica. Universidad Complutense de Madrid, España.

<sup>3</sup> Departamento de Investigación y Psicología en Educación. Universidad Complutense de Madrid, España.

<sup>4</sup> Departamento de Química Analítica. Universidad Complutense de Madrid, España.

## Introducción

El método cooperativo, como alternativa al método tradicional, es una estrategia de aprendizaje activo que se emplea en la enseñanza de la química (Balocchi *et al.*, 2005; Balochhi *et al.*, 2006; Madrid *et al.*, 2013). A pesar de que algunos autores utilizan indistintamente la colaboración y la cooperación, se sugiere diferenciar claramente entre ambas (Pujólas, 2009a; Zañartu, 2000). Mientras que el primer tipo de aprendizaje requiere de una mayor autonomía y organización por parte del grupo o equipo, tomando decisiones entre todos los miembros y con muy poca labor estructurante por parte del docente, el segundo necesita de una mayor organización, planificación y estructuración por parte del profesor. Aparte de aspectos organizativos, la cooperación fomenta la solidaridad, ayuda mutua y generosidad entre los estudiantes (Pujolàs, 2009a). Asimismo, uno de los rasgos diferenciadores del aprendizaje cooperativo es que los estudiantes se responsabilizan y comprometen activamente de su propio aprendizaje, sucediendo en un contexto de interdependencia positiva o necesidad de trabajar en equipo para culminar la tarea encomendada; esta es la clave de este tipo de aprendizaje porque permite crear una situación en la que la única forma de alcanzar las metas personales sea a través de las metas del equipo (Díaz-Aguado, 2002). Además, al incrementarse el nivel de satisfacción de los estudiantes con la experiencia de aprendizaje, se promueven actitudes positivas hacia el tema trabajado en clase (Cooper, 1995, citado en Balocchi *et al.*, 2005a). En cuanto a la organización de una actividad con estructura cooperativa, se fija una meta cooperativa para los estudiantes, pero permitiendo la competición y el trabajo individual (Slavin, 1980).

### Enseñanza de las reacciones químicas y objetivo del trabajo

Los estudiantes suelen presentar dificultades para diferenciar entre cambio físico y cambio químico, tanto a nivel microscópico como macroscópico, donde lo importante es si hay o no un cambio en la naturaleza de las sustancias (Dávila, Cañada y Sánchez, 2017). Los alumnos, a tenor de la observación cualitativa de los cambios drásticos de propiedades como aspecto, color, olor, formación de gases, etcétera, suelen extraer conclusiones rápidas sobre la no permanencia de las sustancias en los procesos químicos (Hall, 1976, citado en Carbonell y Furió, 1987). Consideran que cualquier “hecho real” es la imagen directa que detectan sus sentidos (Pozo y Gómez, 1998). Además, para ellos el mundo de los átomos, moléculas, etcétera, es el mismo mundo macroscópico de los materiales y las sustancias, pero en diminuto (Furió y Furió, 2000). Por ello, se sugiere un modelo de enseñanza en el que el alumno sea el protagonista, teniendo en cuenta sus opiniones, debatiéndolas y haciendo fehacientes sus creencias y opiniones al interpretar los procesos químicos (Carbonell y Furió, 1987).

Complementariamente, no se ha de olvidar que, en el aprendizaje de la química en educación secundaria, la realización de actividades prácticas es clave para fomentar el origen de emociones positivas (Dávila *et al.*, 2016). Por lo tanto, el objetivo del presente trabajo es conocer las valoraciones que los estudiantes realizan tras llevar a cabo una intervención educativa centrada en aplicar técnicas de aprendizaje cooperativo para el estudio de las reacciones químicas.

## Metodología

La muestra está compuesta por 43 estudiantes, 28 mujeres y 15 varones, con una edad media de 15 años pertenecientes a dos grupos de 3º de Educación Secundaria Obligatoria, de un centro escolar de la Comunidad de Madrid (España).

La intervención educativa consistió en una secuencia didáctica, con sus respectivas actividades de apertura, desarrollo y cierre; diseñada con la intención de vincular a los estudiantes entre sí, al desarrollarse en un ambiente cooperativo, facilitando compartir responsabilidades y conocimientos, a la vez que estrechando relaciones personales y afectivas entre los estudiantes (Miskoski *et al.*, 2018).

Como inicio de la secuencia didáctica, dentro de la fase de apertura, se desarrolló una actividad *Respuesta-Debate-Reflexión* (RDR) (Ezquerro, 2012) que se caracteriza por plantear una pregunta o cuestión por parte del profesor que da lugar a un debate entre los alumnos para culminar con una reflexión final. En este caso, la profesora formuló a todo el grupo una primera pregunta sobre qué creían que ocurría con los átomos en las reacciones químicas. Seguidamente, tras el visionado de un vídeo que ilustraba la reacción de combustión de una vela y la oxidación de una malla de hierro sin estar contenidas en un recipiente herméticamente cerrado, la docente preguntó a todo el grupo sobre la ley de conservación de la masa. A continuación, la docente facilitó y moderó el debate entre los estudiantes para finalizar con un resumen del mismo y la respuesta a las dudas.

En la fase de desarrollo, se plantearon una serie de actividades que se enuncian en orden creciente de dificultad: exposiciones empleando material multimedia y un simulador de ajustes de reacciones químicas (<https://phet.colorado.edu/>); resolución de ejercicios extraídos del libro de De Prada, Cañas y Caamaño (2015); y actividades de aprendizaje cooperativo, incluyendo experiencias de laboratorio con la finalidad de que los estudiantes percibieran las diferentes manifestaciones en las que se presentan los cambios químicos, y donde se incluían ejercicios de cálculos estequiométricos para tener en cuenta la ley de conservación de la masa (Mortimer y Miranda, 1995). Los diferentes equipos constituidos tenían que realizar una experiencia de laboratorio distinta (véase Tabla 1) y completar un informe de prácticas.

Finalmente, en la fase de cierre, las actividades incluyeron un seminario, para solventar posibles dudas sobre los contenidos teóricos y los ejercicios realizados por los estudiantes, una prueba de evaluación y la corrección de la misma en clase.

Tipo de reacción	Reacciones químicas
Precipitación	$K_2CrO_4 + 2AgNO_3 \rightarrow Ag_2CrO_4 + 2KNO_3$
Sustitución	$2HCl + Zn \rightarrow ZnCl_2 + H_2$
Redox	$4HNO_3 + Cu \rightarrow Cu(NO_3)_2 + 2NO_2 + 2H_2O$
Descomposición	$2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$
Oxidación	$C_2H_5OH + 2MnO_7 \rightarrow 2CO_2 + 4MnO_2 + 3H_2O$

**TABLA 1.** Experiencias de laboratorio realizadas por los estudiantes.

En cuanto a las actividades de aprendizaje cooperativo, con una configuración de equipos base de 4 o 5 estudiantes, se han empleado dos técnicas: “El número” (Alonso y Ortiz, 2005) y “El método de rompecabezas o técnica puzle de Aronson” (García, Traver y Candela, 2001; Martínez y Gómez, 2010). La primera plantea una estructura cooperativa simple, que se puede llevar a cabo a lo largo de una sesión de clase, y la segunda, algo más compleja, necesita la aplicación de varias sesiones (Pujolàs y Lago, 2007).

En la primera actividad cooperativa, una vez constituido el equipo de base, a cada grupo se le proporcionó tres fotografías distintas, que los alumnos analizaron en términos de existencia o no de cambios físicos o químicos, identificando y justificando los cambios químicos y físicos observados. Usando la técnica de “El número” —esto es introducir escrito en un trozo de papel en una bolsa o recipiente similar el número correspondiente al número de la lista de alumnos—, la profesora extrajo al azar un papel de la bolsa y el estudiante asociado al número seleccionado compartió con toda la clase los cambios que su equipo había observado. El proceso se repitió hasta agotar el tiempo establecido para la actividad.

En la segunda actividad cooperativa, con el método de rompecabezas, se constituyeron unos equipos de expertos, que se forman a partir y en conexión con los miembros de los equipos de base y se caracterizan porque un miembro de cada equipo de base, “especialista” en la reacción química que ha llevado a cabo en el laboratorio, se reúne con otros miembros de otros equipos de base “expertos” también en otras reacciones químicas, para intercambiar sus conocimientos. Así, cada experto, compartió la información de las prácticas realizadas por cada equipo de base. Una vez compartida dicha información, los integrantes de los equipos de expertos regresaron a sus equipos de base, informando al resto de sus compañeros. Seguidamente, un miembro de cada equipo de base tuvo que comentar a toda la clase un experimento realizado por otro equipo y, si era necesario clarificar o corregir algún detalle, era ayudado por uno de los miembros del equipo que llevó a cabo dicho experimento.

Posteriormente, como actividades de cierre, se llevaron a cabo un seminario para resolver las dudas y una prueba de evaluación que fue corregida para todo el grupo. Para terminar, los estudiantes valoraron el trabajo realizado y la metodología aplicada completando un cuestionario anónimo.

Al completar la secuencia didáctica, se recogió la evaluación de los estudiantes sobre las actividades realizadas en equipo. El objetivo era averiguar su actitud y percepción sobre la metodología de aprendizaje cooperativo empleada. El instrumento utilizado fue un cuestionario anónimo adaptado de la literatura (Tamariz, 2018) con la siguiente estructura:

- Título del cuestionario e introducción, donde se especifica a quién va dirigido y recoge variables sociodemográficas como la edad y sexo.
- Primer apartado de cuestiones, con la valoración de las dimensiones del aprendizaje cooperativo (véase Tabla 2), mediante 17 ítems (véase Anexo 1) de escala tipo Likert con un rango de puntuación de 0 a 4 (0: totalmente en desacuerdo - 4: Totalmente de acuerdo).
- Segundo apartado, que consta de 5 preguntas abiertas: ¿Qué es lo que más te ha gustado de las actividades? ¿Te gustaría realizar más actividades en equipo? ¿Realizas tareas en equipo en otras asignaturas? ¿Por qué crees que los profesores no proponen realizar tareas en equipo? ¿Quieres hacer alguna sugerencia sobre el trabajo en equipo?

Ítems	Dimensiones	Indicadores
1 - 5	D1 - Interdependencia positiva	Los miembros del grupo perciben que están vinculados entre sí para realizar una tarea
6 - 8	D2 - Interacción cara a cara	Trabajan juntos, aprenden con otros, comparten conocimientos, recursos, y se ayudan
9 - 12	D3 - Responsabilidad individual	Responsabilidad de contribuir al aprendizaje y al éxito del grupo
13 - 15	D4 - Habilidades sociales	Roles que cada persona ejerce en el equipo
16 - 17	D5 - Autoevaluación del grupo	Evalúan el proceso de aprendizaje del grupo

**TABLA 2.** Distribución de los ítems según dimensiones analizadas (Tamariz, 2018).

Para el análisis de datos se utilizó la aplicación informática Statistical Package Social Sciences (SPSS) versión 25.

### Resultados de la intervención educativa y valoración de los estudiantes

En el desarrollo de la actividad de apertura, RDR, se evidenciaron las dificultades de los estudiantes para aplicar la ley de la conservación de la masa y comprender completamente qué es una reacción química. Aunque los estudiantes opinaron que en las reacciones químicas los átomos “se juntan”, no fueron capaces de hablar en términos de reagrupación de los átomos para dar lugar a los productos. Tampoco comprendían por qué una malla de hierro al oxidarse (formándose la herrumbre) podría aumentar su masa.

En la primera actividad cooperativa, solamente 2 de los 9 equipos que participaron en la intervención didáctica, identificaron correctamente los cambios físicos y químicos que podían observarse en las diferentes fotografías. No obstante, los estudiantes se mostraron participativos e intentaron ayudarse mutuamente en sus respectivos equipos. A modo de ejemplo, ante una fotografía de varias velas de cera encendidas (véase la Figura 1), un grupo de estudiantes identificaron los 3 cambios enumerados en la Figura 1. Según los estudiantes, el cambio número 1 es químico porque es una combustión, el número 2 es un cambio físico, porque si se enfría la cera vuelve a ser sólida y no se altera la materia, y finalmente el 3, de nuevo es un cambio químico porque la cerilla se está quemando.

En la aplicación de la técnica del rompecabezas, la docente observó una actitud favorable de los estudiantes, éstos interactuaron en sus equipos de base y con los miembros de otros equipos, siendo elevada también la participación de los alumnos a la hora de recabar y compartir información acerca de los experimentos llevados a cabo en el laboratorio. En cuanto a los informes elaborados por los equipos durante la sesión de laboratorio, la mayoría de ellos evidenciaban que los estudiantes tenían dificultades con los cálculos estequiométricos y, algunos estudiantes, seguían mostrando dichas dificultades en la prueba de evaluación de carácter individual.



**FIGURA 1.** Ejemplo de fotografía usada en la identificación de cambios químico y/o físicos. Los cambios identificados por los estudiantes están numerados en la imagen.

En cuanto a la valoración de los diferentes aspectos de las dimensiones del aprendizaje cooperativo por parte de los estudiantes, los resultados muestran que las valoraciones medias se encuentran en el intervalo 2,00-3,25, es decir, en una franja medio-alta de la escala, siendo los ítems 9 (me siento en parte responsable del resultado final de mi equipo) y 3 (no cambiaría a ningún miembro de mi equipo) el mejor y peor valorado respectivamente (véase Tabla 3).

Dimensión	Ítem	N	Media	D.T.
Interdependencia positiva	1	40	3,00	1,13
	2	40	2,68	1,14
	3	39	2,00	1,38
	4	40	3,10	0,98
	5	40	2,50	1,01
Interacción cara a cara	6	40	3,00	0,91
	7	40	3,10	0,93
	8	40	3,03	0,92
Responsabilidad individual	9	40	3,23	0,95
	10	40	3,00	0,93
	11	39	2,56	1,14
	12	40	2,73	1,11
Habilidades sociales	13	40	3,03	0,97
	14	40	2,83	0,96
	15	40	2,75	1,17
Autoevaluación del grupo	16	39	2,82	0,97
	17	40	2,65	0,89

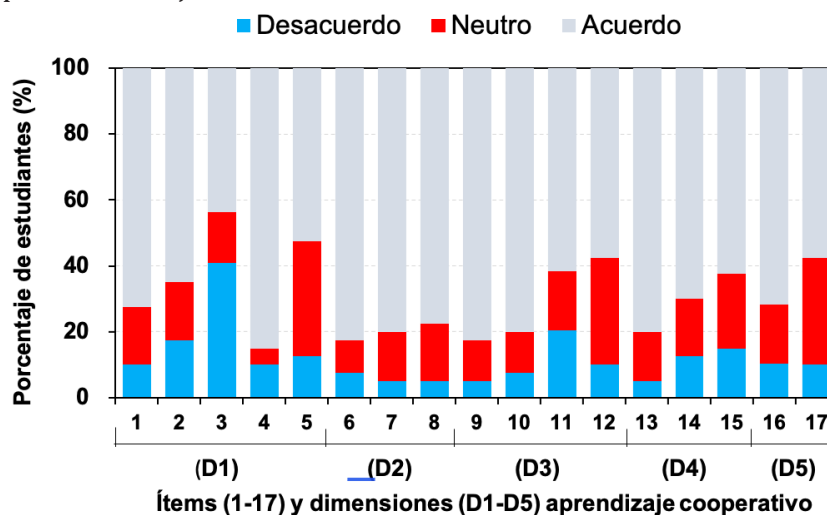
**TABLA 3.** Estadísticos descriptivos de la valoración de los estudiantes.

**VALOR MÍNIMO/MÁXIMO:**  
 0/4.

En cuanto al análisis pormenorizado de los ítems (véase Figura 2) se ha decidido agrupar las respuestas para una mayor claridad; así los estudiantes que han puntuado dicho ítem con 3 y 4 se agrupan bajo la etiqueta de acuerdo, los que han puntuado con 0 y 1 en desacuerdo y los que puntúan con 2 se encuentran en posición neutral. De este modo se observa que un porcentaje igual o superior al 80% de los estudiantes están de acuerdo (es decir, han puntuado con 3 o 4) en las proposiciones indicadas en los ítems 4, 6, 7, 9, 10 y 13, que se refieren a trabajar en un ambiente agradable, desarrollar la interacción cara a cara y aumentar el grado de participación y de responsabilidad. En cuanto a los ítems con mayor porcentaje de estudiantes en una actitud neutra, se encuentran los ítems 5, 12 y 17, que hacen referencia a si han entendido los conceptos trabajados en clase, si todos los miembros trabajan y aportan al equipo, y si el equipo decide qué acciones o actitudes deben continuar o cambiar para mejorar el desempeño del mismo, respectivamente. Donde se posiciona el mayor porcentaje de estudiantes en desacuerdo (41%) es en el ítem número 3, relativo a si no procederían con el cambio de algún miembro de su equipo.

Con relación a las respuestas a las preguntas abiertas, queda patente que las prácticas en el laboratorio han sido de gran interés para los estudiantes y que estos valoran el trabajo en equipo realizado y la ayuda mutua proporcionada. Un 82% de los estudiantes estaría dispuesto a repetir la experiencia de trabajo cooperativo que, según apuntan, han empleado en alguna otra asignatura como Ciencias Sociales o Matemáticas. Sin embargo, un 52%

argumenta que los profesores no usan una estrategia cooperativa debido a un posible comportamiento inadecuado de los estudiantes; además, un 18% menciona que este tipo de práctica podría ser causa potencial de distracción. En relación con esto, al analizar las sugerencias de mejora, un 30% de los estudiantes apuntan que sería conveniente optimizar el control de los miembros de los distintos grupos para asegurar que todos participen y realicen su parte de trabajo.



**FIGURA 2.** Porcentaje de las respuestas de los estudiantes al valorar la intervención educativa basada en el aprendizaje cooperativo.

## Discusión y conclusiones

Según Mortimer y Miranda (1995, citado en Balocchi *et al.*, 2005b), la dificultad al estudiar las reacciones químicas reside en la extensión y generalización de este concepto, es decir, qué es lo que puede haber en común entre fenómenos aparentemente tan diferentes como la combustión de una vela o la oxidación de un clavo. Es importante que los estudiantes discutan sobre el fenómeno de cambio químico entre ellos utilizando su propio vocabulario (De Vos y Verdonk, 1985). La actividad RDR, que fue la primera actividad de la secuencia didáctica, cumplió una doble función puesto que motivó a los estudiantes para que comentaran con sus palabras cómo interpretaban un cambio químico, en términos de reorganización de los átomos, y puso de manifiesto algunos de los errores conceptuales que habría que trabajar en sesiones posteriores, por ejemplo, no considerar en el balance de materia la masa de una sustancia por ser un gas.

Asimismo, a lo largo de la intervención didáctica, se detectaron las dificultades que presentan los estudiantes con los conceptos de mol, masa molar y cálculos estequiométricos y que ya habían puesto de manifiesto autores como Marín-Becerra y Moreno-Esparza (2010). De hecho, algunos estudiantes seguían mostrando dichas dificultades en la prueba de evaluación final. La estrategia para facilitar la enseñanza de las reacciones químicas se basó, por un lado, en la resolución de ejercicios complementado con una combinación de otros recursos como experimentos y simulaciones para mejorar la comprensión de los conceptos involucrados en la estequiometría de las reacciones químicas (Raviolo y Lerzo, 2015) y, por otro lado, en fomentar el trabajo en equipo mediante técnicas de aprendizaje cooperativo (Balocchi *et al.*, 2005a).

Respecto al trabajo realizado mediante grupos cooperativos, la valoración de los estudiantes indica una actitud favorable hacia este tipo de aprendizaje. En este sentido, aspectos relacionados con la idea de interacción cara a cara, es decir, llegar a trabajar juntos, aprender con otros, compartir conocimientos recursos, y ayudarse en el proceso de aprendizaje, son los elementos mejor valorados. Igualmente, aspectos claves del aprendizaje cooperativo, como la interdependencia positiva y la responsabilidad individual, fueron evaluados positivamente. Únicamente, como aspecto a mejorar, un 30% de los estudiantes sugiere que se asegure que todos los integrantes de los equipos participan de una manera efectiva para lograr las metas propuestas del equipo.

En consecuencia, en el presente trabajo se ha comprobado que el aprendizaje cooperativo es valorado positivamente por los estudiantes cuando se emplea para la enseñanza de las reacciones químicas, sin embargo, también se ha puesto de manifiesto que es necesario garantizar la participación igualitaria o equitativa de los estudiantes en sus respectivos equipos de trabajo. Esto podría conseguirse con la práctica de diferentes técnicas, como las que se han empleado en este trabajo, pues estructuran la actividad a realizar por los estudiantes, que, de otro modo no surgiría espontáneamente si la actividad no lo fuerza (Pliego, 2011). En este sentido, para mejorar el resultado del aprendizaje cooperativo, Pujolàs, Lago y Naranjo (2013) consideran que se debe trabajar simultáneamente en tres direcciones: fomentar la cohesión de los grupos creando las condiciones óptimas para que los estudiantes estén más dispuestos a aprender en equipo y a ayudarse a aprender; generalizar el empleo de estructuras de la actividad cooperativas (simples y complejas), y enseñar al alumnado a trabajar en equipo para superar los problemas que surgen (autorregular el funcionamiento de su equipo) y organizarse cada vez mejor. Para esto último puede ser de gran ayuda utilizar recursos didácticos diseñados expresamente como los cuadernillos de Balocchi *et al.* (2005 y 2006). Hay que tener en cuenta que el aprendizaje cooperativo no se consigue de una vez, sino que se trata de un proceso progresivo, que puede mejorar constantemente (Lago, Pujolàs y Naranjo, 2011) y que la incorporación de este tipo de aprendizaje cooperativo no sustituye a otras estrategias educativas, sino que las complementa y enriquece (Díaz-Aguado, 2002). En la literatura (Pujolàs, 2009b) se pueden encontrar algunas ideas prácticas para enseñar a aprender en equipo con base a lo anteriormente expuesto, pero, como sugiere Felder (1996, citado en Balocchi *et al.*, 2005a), la implantación de nuevos métodos activos y cooperativos no está libre de errores y, durante un tiempo, puede ser menos efectivo que el método usualmente empleado.

En este trabajo, el uso de la estrategia de aprendizaje cooperativo en la enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas ha permitido generar situaciones que no se producen en una clase tradicional. Los estudiantes han tenido oportunidad de aportar ideas, aumentar su participación y evaluar su dominio del tema frente al resto de los miembros del grupo. Los estudiantes estarían dispuestos a repetir la experiencia, y por ello, parece oportuno perseverar en la aplicación de la estrategia y, en una futura investigación, implementar un diseño cuasi-experimental con un grupo de control evaluando el impacto de la metodología en el rendimiento académico.

## Referencias

Alonso, M. J. y Ortiz, Y. (2005). Del cuaderno de equipo al método de proyectos. *Cuadernos de Pedagogía*, 345, 62-65.



- Balocchi E., Modak, B., Martínez-M., M., Padilla, K., Reyes-C, F. y Garritz, A. (2005a). Aprendizaje cooperativo del concepto 'cantidad de sustancia' con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. Parte I. El aprendizaje cooperativo. Anexo: cuadernillo 'La reacción química y su representación'. *Educación Química*, 16(3), 469-485. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2005.3.66110>.
- Balocchi E., Modak, B., Martínez-M., M., Padilla, K., Reyes-C, F. y Garritz, A. (2005b). Parte II: Concepciones alternativas de 'reacción química' Anexo: cuadernillo 'Masas atómicas relativas de los elementos'. *Educación Química*, 16(4), 550-567. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2005.4.66094>.
- Balocchi E., Modak, B., Martínez-M., M., Padilla, K., Reyes-C, F. y Garritz, A. (2006). Parte III: Concepciones acerca de la 'cantidad de sustancia' y su unidad 'el mol'. Anexo: Cuadernillo 'Cantidad de sustancia'. *Educación Química*, 17(1), 14-32. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2006.1.66062>.
- Carbonell, F. y Furió, C. (1987). Opiniones de los adolescentes respecto del cambio sustancial en las reacciones químicas. *Enseñanza de las ciencias*, 5(1), 3-9.
- Cooper, M. M. (1995). Cooperative Learning. An Approach for Large Enrolment Courses. *Journal of Chemical Education*, 72(2), 162-164.
- De Prada, F. I., Cañas, A. y Caamaño, A. (2015). *Física y Química*. 3 ESO. Savia. Grupo SM Educación.
- Dávila, M. A., Cañada, F., Sánchez, J. y Mellado, V. (2016). Las emociones en el aprendizaje de física y química en educación secundaria. Causas relacionadas con el estudiante. *Educación Química*, 27(3), 217-225. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.001>.
- Dávila M. A., Cañada, F. y Sánchez, J. (2017). Aprendizaje cognitivo y emocional de las reacciones químicas. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 90, 27-36.
- De Ita Cisneros, M. A. y González Vergara, E. (2005). ¿H<sub>2</sub>O igual a agua?: Una experiencia de aprendizaje colaborativo en el aula o el laboratorio. *Educación Química*, 16(1), 39-43. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2005.1.66135>.
- De Vos, W. and Verdonk, A. H. (1985). A New Road to Reactions. *Journal of Chemical Education*, 62(3), 238-240.
- Díaz-Aguado, M. J. (2002). Convivencia escolar y prevención de la violencia. Consultada en junio 16, 2020, en la URL [http://ntic.educacion.es/w3/recursos2/convivencia\\_escolar/index.html](http://ntic.educacion.es/w3/recursos2/convivencia_escolar/index.html)
- Ezquerro, A. (2012). Midiendo la realidad a través de la imagen. Una propuesta de enseñanza apoyada en la gramática visual. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 71, 7-21.
- Felder, R. M. (1996). Active-Inductive-Cooperative Learning: An instructional Model for Chemistry? *Journal of Chemical Education*, 73(9), 832-836.
- Furió, C. y Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química*, 11(3), 300-308. <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2000.3.66442>.

- García, R., Traver, J. A. y Candela, I. (2001). *Aprendizaje cooperativo. Fundamentos, características y técnicas*. Madrid: CCS. <https://bit.ly/3c1RUmd>.
- Hall, J. R. (1976). A study of the teaching of elementary Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*, 13(6), 499-507. <https://doi.org/10.1002/tea.3660130604>.
- Lago, J. R., Pujolàs, P. y Naranjo, M. (2011). Aprender cooperando para enseñar a cooperar: procesos de formación/asesoramiento para el desarrollo del programa CA/AC. *Aula 17*, 89-106. <https://bit.ly/3c1jFLT>.
- Lobato Fraile, C. (1998). *El trabajo en grupo. Aprendizaje cooperativo en Secundaria*. Bilbao: Universidad del País Vasco.
- Madrid, J. C., Arellano, M., Jara, R., Merino, C. y Balocchi, E. (2013). El aprendizaje cooperativo en la comprensión del contenido "disoluciones". Un estudio piloto. *Educación Química*, 24(2), 471-479. [http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X\(13\)72515-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(13)72515-1).
- Marín-Becerra, A. y Moreno-Esparza, R. (2010). Masas relativas y el mol. Una demostración simple de un concepto difícil. *Educación Química*, 21(4), 287-290. [http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30097-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30097-1).
- Martínez, J. y Gómez, F. (2010). La técnica puzzle de Aronson: descripción y desarrollo. En Arnaiz, P., Hurtado, M. D. y Soto, F. J. (Coords.) *25 Años de Integración Escolar en España: Tecnología e Inclusión en el ámbito educativo, laboral y comunitario*, (pp. 1-6). Murcia: Consejería de Educación, Formación y Empleo. <https://bit.ly/3yHcfHv>.
- Miskoski, S., Porcal, G., Granero, A. y Grosso, V. (2018). *Química: la cantidad de sustancia, el mol y la masa molar*. Río Cuarto: UniRío editora. Universidad Nacional de Río Cuarto. <https://bit.ly/3uwCFly>.
- Mortimer, E. F. y Miranda, L. C. (1995). Transformações: concepções dos estudantes sobre reações químicas. *Química Nova na Escola*, 2, 23-26.
- Pliego Prenda, N. (2011). El aprendizaje cooperativo y sus ventajas en la educación intercultural. *Hekademos. Revista Educativa Digital*, 8, 63-75.
- Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Ediciones Morata S.L. <https://bit.ly/3fRQv30>.
- Pujolàs, P. (2009a). La calidad en los equipos de aprendizaje cooperativo. Algunas consideraciones para el cálculo del grado de cooperatividad. *Revista de Educación*, 349, 225-239. [http://www.revistaeducacion.educacion.es/re349/re349\\_11.pdf](http://www.revistaeducacion.educacion.es/re349/re349_11.pdf).
- Pujolàs, P. (2009b). Aprendizaje cooperativo y educación inclusiva: una forma práctica de aprender juntos alumnos diferentes. VI Jornadas de Cooperación Educativa con Iberoamérica sobre educación especial e inclusión educativa, consultada en marzo 29, 2021. <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:9fd29516-0a1f-426b-821e-befca46e1e15/2009-ponencia-jornadas-antiguas-pere-pdf.pdf>
- Pujolàs, P. y Lago, J. R. (2007). La organización cooperativa de la actividad educativa. En J. Bonals y M. Sánchez-Cano (Coords.). *Manual de asesoramiento psicopedagógico*, (pp. 349-392). Barcelona: Graó.

Pujolàs, P. y Lago, J. R. (2007). La organización cooperativa de la actividad educativa. En J. Bonals y M. Sánchez-Cano (Coords.). *Manual de asesoramiento psicopedagógico*, (pp. 349-392). Barcelona: Graó.

Raviolo, A. y Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual. *Educación Química*, 27(3), 195-204. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eq.2016.04.003>.

Slavin, R. E. (1980). Cooperative Learning. *Review of Educational Research*, 50(2), 315-342. <https://doi.org/10.3102%2F00346543050002315>.

Tamariz Milla, M. A. (2018). *Aprendizaje cooperativo y actitudes hacia el Cálculo I en los estudiantes de la Facultad de Ingeniería de una universidad privada de Lima Metropolitana*. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, consultada en junio 11, 2020. <http://repositorio.une.edu.pe/handle/UNE/2285>

Zañartu, L. M. (2000). Aprendizaje colaborativo: una nueva forma de diálogo interpersonal y en red. *Revista digital de educación y nuevas tecnologías*, 1-12, consultada en junio 11, 2020. <https://vdocuments.mx/luz-maria-zanartu-correa-aprendizaje-colaborativo-una-nueva-forma-de-dialogo-interpersonal-y-en-red.html>.

## Anexo 1

### Cuestionario sobre aprendizaje cooperativo

FECHA DE NACIMIENTO: \_\_\_\_\_ CURSO: \_\_\_\_\_ SEXO: Hombre \_\_\_\_\_ Mujer \_\_\_\_\_

Marca con una X el grado de acuerdo o desacuerdo que tienes que cada una de las siguientes afirmaciones.	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1.-Prefiero trabajar en grupo que trabajar individualmente.					
2.-Considero que aprendo más trabajando en grupo.					
3.-No cambiaría a ningún miembro de mi equipo.					
4.-Me he sentido muy cómodo trabajando con mi equipo.					
5.-Trabajando en grupo he entendido los conceptos trabajados en clase.					

6.-Considero que mi equipo ha trabajado de manera cooperativa para alcanzar los objetivos marcados.					
7.-Todos los miembros de mi equipo compartimos nuestros conocimientos, materiales de trabajo y apoyo.					
8.-Cuando un integrante del grupo tiene alguna duda o comete algún error siempre alguno de los miembros del grupo le explica su duda o error y le ayuda a mejorar.					
9.-Me siento en parte responsable del resultado final de mi equipo.					
10.-He participado igual o más que el resto de participantes de mi grupo.					
11.-En general, todos los integrantes de mi equipo han participado por igual.					
12.-Todos los miembros del grupo trabajan y aportan en el desarrollo de las actividades.					
13.-La comunicación en mi grupo ha sido fluida y ordenada.					
14.-Trabajando en grupo, hemos solucionado conjuntamente conflictos surgidos durante las actividades.					
15.-Trabajando en grupo he aprendido a respetar a mis compañeros y sus opiniones.					
16.-Pienso que mi equipo sabe lo que tiene y no tiene que hacer para realizar las actividades de manera adecuada.					
17.-Mi equipo decide qué acciones o actitudes deben continuar o cambiar para mejorar el desempeño del grupo.					