

Aprendizaje cooperativo en las prácticas de laboratorio de la asignatura “Ciencia de Materiales”

L. Quiles-Carrillo^a, V. Fombuena^a, T. Boronat^a, R. Balart^a, N. Montanes^a

^aGrupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA), Universitat Politècnica de València, Plaza Ferrándiz y Carbonell s/n, Alcoy, Alicante (ESPAÑA).

Abstract

The authors have restructured the way of imparting the practices of the subject Materials Science of the degree of chemical engineering approaching a model based on cooperative learning. With this methodology, students are able to obtain and improve different skills and abilities while increasing their knowledge in a group and effective manner. During the process the students assume different roles and responsibilities, generating among them a direct feedback with the course of each practice and generating a positive work environment where each of them is a fundamental part of the final objective. In this way, they all generate a positive boost in the career of their self-learning, always supported by the teacher as the main guide. The satisfaction of the students in relation to the new method has been evaluated and not only good results have been obtained, but an improvement in the academic performance and in the motivation of the students.

Keywords: Cooperative learning, new methodologies, transversal competences, critical thinking

Resumen

Los autores han reestructurado la manera de impartir las prácticas de la asignatura Ciencia de Materiales del grado de ingeniería química acercándose a un modelo basado en el aprendizaje cooperativo. Con esta metodología los alumnos son capaces de obtener y mejorar diferentes competencias y habilidades mientras aumentan su conocimiento de una manera grupal y efectiva. Durante el proceso los alumnos asumen diferentes roles y responsabilidades, generando entre ellos una retroalimentación directa con el transcurso de cada práctica y generando un ambiente de trabajo positivo donde cada uno de ellos es parte fundamental del objetivo final. De esta manera entre todos generan un empuje positivo en la carrera de su autoaprendizaje siempre apoyados por el profesor como guía principal. Se ha evaluado la satisfacción del alumnado en relación al nuevo método y no solo se han obtenido buenos resultados, sino una mejora en el rendimiento académico y en la motivación del alumnado.

Palabras clave: Aprendizaje cooperativo, nuevas metodologías, competencias transversales, pensamiento crítico.

Introducción

El ser humano tiene la capacidad de pensar de manera innata. Es una de las principales diferencias que nos separan del resto de las especies. Aunque tengamos la capacidad de pensar, esta habilidad es necesario desarrollarla a un nivel superior, para así seguir creciendo y adquiriendo nuevas habilidades.

Investigadores del Proyecto Zero de Harvard de entre los que se encuentra como director el conocido psicólogo Howard Gardner dicen que la mayoría de las personas no desarrollan su pensamiento. En general las personas se muestran pasivas e indiferentes y no cultivan actitudes de pensamiento profundo. Este factor puede ser un grave problema a la hora de tomar decisiones, pensar diferente por un tiempo y aprovechar todas las oportunidades que inciten a la reflexión.

Si nos centramos en las prácticas de laboratorio de las asignaturas estas brindan a los estudiantes la posibilidad de entender cómo se construye el conocimiento dentro de una comunidad científica, cómo trabajan los científicos, cómo llegan a acuerdos y cómo reconocen desacuerdos, qué valores mueven la ciencia, cómo se relaciona la ciencia con la sociedad, con la cultura, la industria, etc. (López Rúa 2012)

Según González (Eduardo 1992) “Muchos alumnos realizan los experimentos o las sesiones de prácticas sin tener una idea clara de que están haciendo; no son capaces de identificar las cuestiones básicas, los conceptos y los fenómenos involucrados en el experimento, y además, no ven la experimentación como un proceso de construcción del conocimiento”.

Por diversas razones es necesario un cambio visible en la concepción de la clase. Como indica Montanes (Montanes 2017) “Se hace imprescindible la sustitución de los sistemas clásicos de docencia, por nuevas prácticas educativas en las que el alumnado no sea un mero receptor de las informaciones y datos expuestos por el profesorado, sino un agente activo que intervenga en su propio proceso de enseñanza-aprendizaje”.

La implantación de una docencia alejada de las clases magistrales permite mejorar de manera directa no solo la capacidad de pensar de los alumnos, sino sus aptitudes y el incremento en la retención de conceptos. En este ámbito se pretende utilizar el aprendizaje cooperativo como nuevo método de aprendizaje en las prácticas para favorecer al máximo el conocimiento del alumno.

El aprendizaje cooperativo es un enfoque de enseñanza en el cual se pretende utilizar al máximo actividades en las cuales es necesaria la ayuda entre estudiantes, ya sea en pares o grupos pequeños, dentro de un contexto enseñanza-aprendizaje. El aprendizaje cooperativo se basa en que cada estudiante intenta mejorar su aprendizaje y resultados, pero también el de sus compañeros (García 2001). Como bien afirmaron y defendieron sus autores más representativos, Freire y Habermas, la finalidad de este tipo de metodología es que cada estudiante intente mejorar su aprendizaje y resultados pero también el de obtener por su cuenta una serie de competencias que le permitan crecer profesional y personalmente. (Habermas 2008)

La aplicación del aprendizaje cooperativo en el aula le permite al docente alcanzar varias metas importantes al mismo tiempo. En primer lugar, le ayuda a elevar el rendimiento de todos sus alumnos, incluidos tanto los especialmente dotados, como los que tienen dificultades para aprender. En segundo lugar, le ayuda a establecer relaciones positivas entre los alumnos, sentando así las bases de una comunidad de aprendizaje en la que se valore la diversidad. En tercer lugar, les proporciona las experiencias que necesitan para lograr un saludable desarrollo social, psicológico y cognitivo. La posibilidad que brinda el aprendizaje cooperativo de abordar estos tres frentes al mismo tiempo lo hace superior a todos los demás métodos de enseñanza. (Johnson 1999)

En la actualidad es necesaria la sustitución de los clásicos sistemas de docencia con la finalidad de obtener unos estudiantes capaces de no solo, tener amplios conocimientos técnicos, sino buenas capacidades y aptitudes antes diferentes problemas, teniendo su propio pensamiento crítico y habilidades para trabajar en grupo. Todo esto es de vital importancia para formar buenos profesionales que sepan desenvolverse de manera adecuada en la empresa o puestos de elevada responsabilidad.

Objetivos

El objetivo principal de la inclusión del aprendizaje cooperativo en las prácticas de la asignatura “Ciencia de materiales” es darle un nuevo enfoque al proceso de enseñanza, ofreciendo un nuevo trasfondo mucho más profundo y permitiendo que los alumnos se dediquen a resolver de forma coordinada los diferentes problemas y actividades que se van planteando a lo largo de las prácticas de la asignatura. Además, tienen que ser capaces de adquirir ciertas responsabilidades, tanto grupales como individuales para funcionar como un engranaje hacia un bien común. Todo esto siempre supervisado por el profesor que será el guía en los diferentes niveles de aprendizaje con el objetivo de que los alumnos desarrollen su propio aprendizaje.

La finalidad de esta nueva visión, no solo se centra en la mejora en la adquisición de conocimientos, sino en la mejora de las aptitudes y competencias de cada alumno. Dentro de la Universitat Politècnica de València (UPV) existe un proyecto con el objetivo de orientar las prácticas docentes a una educación superior basada en las competencias, en el cual se han establecido 13 competencias transversales.(UPV 2017) La aplicación de este nuevo enfoque nos permite trabajar dentro de las aulas diferentes competencias como son:

- **Comprensión e Integración:** Comprender quiere decir "percibir y tener una idea clara del que se llama, se hace o sucede, o descubrir el sentido profundo de algo". Para demostrar que algo se ha comprendido, la persona identifica y recupera la información, y lo explica con sus palabras, interpretando e integrando las ideas desde su perspectiva.
- **Aplicación y Pensamiento Práctico:** El estudiante, en la vida real, necesita estar preparado para hacer frente a situaciones en las que no basta aplicar recetas o

fórmulas y en las que las decisiones o soluciones que se propongan deben estar argumentadas y acomodarse a los recursos disponibles. En este sentido, esta competencia desarrolla el modo de pensar dirigido a la acción, que permite adaptarse a nuevas situaciones, tomar decisiones y, consecuentemente, ACTUAR.

- Trabajo en equipo y liderazgo: El trabajo en equipo implica crear y desarrollar un clima de confianza mutua entre los componentes que permita trabajar de forma responsable y cooperativa. El término más apropiado para describir esta situación es COMPARTIR: compartir conocimientos, compromiso y responsabilidad. Supone el reparto de tareas y roles y el respeto a las normas y reglas de juego establecidas por y para el grupo.
- Comunicación efectiva: Comunicarse efectivamente significa tener desarrollada la capacidad de transmitir conocimientos y expresar ideas y argumentos de manera clara, rigurosa y convincente, tanto de forma oral como escrita, utilizando los recursos apropiados adecuadamente y adaptándose a las circunstancias y al tipo de público.
- Planificación y gestión del tiempo: Esta competencia implica ser capaz de organizar y distribuir correctamente el tiempo del que disponemos y distribuirlo en función de las actividades necesarias para alcanzar nuestros objetivos a corto, medio y largo plazo.
- Pensamiento crítico: El pensamiento crítico va más allá de las destrezas del análisis lógico, ya que, implica poner en cuestión los supuestos subyacentes en nuestras formas habituales de pensar y actuar y, en base a ese cuestionamiento crítico, estar preparado para pensar y hacer diferente.

Se trabajan gracias a los objetivos principales que persigue el aprendizaje cooperativo como son la interdependencia positiva, la exigibilidad individual, la interacción cara a cara, habilidades interpersonales y de trabajo en grupo y reflexión en grupo. De este modo se pretende lograr un proceso de enseñanza-aprendizaje capaz de englobar las virtudes de los distintos puntos de vista para obtener el objetivo principal de cualquier proceso de enseñanza: aprender de manera efectiva. Además, con la incorporación de esta nueva metodología, se pretende aprovechar la inercia del aprendizaje cooperativo implantado en la asignatura de “Ciencia de Materiales” para que sacar el mayor potencial posible en la continuación de esta asignatura en tercero del Grado de ingeniería química “Ampliación de Ciencia de Materiales”. Esto permitirá obtener una mayor cantidad de resultados sobre el aprendizaje cooperativo, ya que se podrá ver en primera mano los conocimientos o ideas principales que han sido asimilados por los alumnos.

Desarrollo de la innovación

La implantación del aprendizaje cooperativo se ha aplicado en las prácticas de la asignatura “Ciencia de Materiales” con una asignación de 0.75 créditos de un total de 4.5 en el segundo curso, primer cuatrimestre, del Grado de Ingeniería Química. La media de alumnos por curso es de 40 alumnos. Y las prácticas se llevan a cabo durante 5 semanas a 1,5 horas semanales.

La idea principal ha sido cambiar por completo la dinámica actual de las prácticas de la asignatura alejándose de la explicación generalista del profesor y la repetición por parte del alumno de los pasos. La repetitividad aporta resultados a corto plazo, pero esto no aporta realmente un conocimiento profundo.

Se ha pretendido conseguir a partir del aprendizaje cooperativo una dinámica global que permita mejorar la concepción de los conceptos principales y permitan a los alumnos crecer notablemente en ciertas aptitudes como el trabajo en equipo, el liderazgo, la colaboración, la mejora de análisis de resultados, etc. Todo esto para que el alumno trabaje y mejore las competencias de manera directa tratando de cumplir los objetivos de la UPV y además le sirva de modelo real a la hora de trabajar en una empresa.

En la primera sesión de laboratorio de la asignatura, el profesor se encarga de explicar la dinámica de las prácticas a todos los integrantes de la clase, además de explicar el funcionamiento y la finalidad principal de cada una de las máquinas a utilizar. Esta primera práctica sirve para poner en contexto sobre, maquinarias, materiales y factores generales del desarrollo de la práctica, para que los alumnos tengan una base inicial a partir de la cual empezar a contruir conocimientos.

A continuación, los alumnos se organizan en grupos reducidos de 4 personas. A cada grupo se le asigna inicialmente por sorteo una de las máquinas del laboratorio, por lo que serán responsables de la máquina durante el desarrollo de las prácticas.

Dentro de los grupos de cuatro personas, se generan cuatro roles diferentes de los cuales cada uno se encargará de una función principal, pero todos tendrán un continuo feedback y autoaprendizaje para el correcto funcionamiento de la dinámica. Estos cuatro roles irán rotando con el cambio de las prácticas o actividades, para que los diferentes integrantes se muevan en los diversos puestos, y sobretodo que cada alumno al final de las prácticas habrá sido el responsable de alguna máquina. Al haber 5 sesiones de prácticas, las prácticas giran alrededor de 5 máquinas diferentes: Máquina de tracción, Máquina de Flexión, Máquina de dureza, Péndulo de charpy y Microscopios ópticos.

Los cuatro roles que se generan dentro de cada grupo son:

1. **Encargado de la máquina.** Se encarga de conocer el funcionamiento principal de la máquina, sus posibilidades y las limitaciones de esta. Tiene que ser capaz de explicar al resto de sus compañeros tanto el funcionamiento como los conocimientos adquiridos sobre la máquina, así como obtener las aptitudes necesarias para utilizarla en cualquier situación.
2. **Encargado de materiales y parámetros generales.** El alumno encargado de los materiales y parámetros tiene que saber las limitaciones existentes para cada ensayo con los distintos materiales y que parámetros son importantes a la hora de realizar el ensayo. Esto afecta directamente a los parámetros de la máquina por lo que la retroalimentación en cada práctica entre el encargado de los materiales y parámetros con el encargado de la máquina debe de ser directa.

3. **Analítico de los resultados.** Este rol se centra principalmente en analizar y valorar los resultados obtenidos en cada ensayo con cada material. Debe conocer que se ha realizado, en qué condiciones y con qué materiales, para así poder valorar y analizar los resultados finales. Esto permite mantener una relación directa con los anteriores compañeros, ya que de esta manera puede conseguir un resultado global lo más adecuado posible.
4. **Encargado de interrelaciones y gestión de tiempo.** El cuarto integrante del grupo se encarga de que todo el proceso se lleve a cabo de manera correcta y en el tiempo establecido. Este integrante no solo tendrá en cuenta el trabajo de su grupo, sino que se encarga de las interrelaciones entre grupos. Esto es algo de vital importancia durante el desarrollo de las prácticas ya que cada práctica o ejercicio esta interrelacionado entre los diversos grupos con la finalidad de obtener un objetivo global, favoreciendo el trabajo en equipo y que todos los integrantes conozcan limitaciones y resultados reales.

Hay que tener en cuenta que, aunque existen roles establecidos, la libertad de decisión y el objetivo grupal permite que todos los integrantes conozcan en todo momento el trabajo del compañero, facilitando un autoaprendizaje y generando debates y toma de decisiones de grupos pequeños a grupos más grandes.

Cada semana van rotando tanto las máquinas como los roles dentro del grupo lo que favorece el aprendizaje cooperativo. Al rotar semanalmente los puestos, el responsable de cada máquina será el encargado de explicarle a sus nuevos compañeros el funcionamiento de esta. De este modo se trabaja por ejemplo, la competencia transversal: Comprensión e integración.. Además, al inicio de cada práctica se crean pequeñas reuniones para comparar entre grupos experiencias y problemas que pueden surgir durante el desarrollo de la práctica. A medida que van pasando las semanas y hay más grupos que han pasado por los mismos puestos y se van incrementando estas reuniones, notándose un aumento en los conocimientos generales.

Esto permite que los alumnos sean los encargados de explicar los conocimientos aprendidos, consiguiendo al finalizar las prácticas de laboratorio diferentes puntos de vista de cada máquina y rol establecido.

El objetivo principal ha sido desarrollar grupos interactivos, que sean capaces de trabajar tanto individualmente, como en grupos grandes y pequeños. Hay que resaltar que las prácticas tienen una finalidad y unos casos reales, en los cuales los alumnos pueden debatir con el objetivo de obtener los mejores resultados y soluciones para el problema planteado.

Un ejemplo dado sería: una empresa necesita caracterizar un nuevo material plástico que cumpla una serie de expectativas y una serie de restricciones. Los grupos deben determinar

el polímero o material más adecuado. En cada caso, cada grupo trabaja inicialmente por separado para obtener los resultados pertinentes, pero siempre teniendo en cuenta los valores de su compañeros y los resultados finales. En resumen, se aprecia un gran trabajo en equipo, donde todos los integrantes cooperan en una dirección además de aprender de manera dinámica diferentes conceptos y aptitudes.

Resultados

Los resultados obtenidos de la aplicación de esta nueva metodología son muy positivos. Durante el desarrollo de las prácticas se ha observado un aumento notable en el interés y la motivación de los alumnos. Además de eso las encuestas realizadas y el análisis de los resultados académicos han aportado una mejora notable respecto a años anteriores.

Al final de la asignatura se realizó una pequeña encuesta general a los alumnos sobre la aplicación de esta nueva metodología. Los resultados aparecen en la Tabla 1. En la encuesta participaron un total de 38 alumnos de la asignatura Ciencia de Materiales:

- Pregunta 1: ¿Has mantenido el interés en la asignatura con esta dinámica de grupo más que en una práctica convencional?
- Pregunta 2: ¿Te gustaría tener más prácticas de laboratorio con este método?
- Pregunta 3: ¿Has aprendido más conocimientos de los que esperabas?
- Pregunta 4: ¿Te ves capaz de aplicar lo aprendido en clase en una empresa?
- Pregunta 5: ¿Te has sentido a gusto trabajando en grupo?
- Pregunta 6: Del 1 al 10 ¿Qué calificación le das a las prácticas de la asignatura?

Tabla 1. Datos de la encuesta.

	SI	NO
Pregunta 1	94%	6%
Pregunta 2	92%	8%
Pregunta 3	90%	10%
Pregunta 4	86%	14%
Pregunta 5	79%	21%
Pregunta 6	Media total 8,7	

Como se ha comentado con anterioridad, los resultados obtenidos de la encuesta hacen ver un aumento en el interés y la adquisición de diversas aptitudes. Los alumnos han salido contentos al finalizar la asignatura. La valoración obtenida por la asignatura ha sido muy positiva, con una media de 8,7.

La mejora en la adquisición de conocimientos y aptitudes de los alumnos se podrá ver reflejada en la continuación de la asignatura en el siguiente año, donde será posible analizar en mayor profundidad la retención de conceptos y procedimientos explicados el año anterior de una manera mucho más fluida que antes de la introducción del aprendizaje cooperativo.

Conclusiones

Después de analizar los resultados obtenidos, y sobre todo la satisfacción de los alumnos, se puede apreciar como aplicación del aprendizaje cooperativo en las prácticas de la asignatura incrementa no solo el nivel de atención del alumno, sino la mejora en la adquisición de conceptos mejorando las aptitudes y el proceso de enseñanza-aprendizaje de estos.

El alejamiento de las clases magistrales y las prácticas donde la repetitividad era el elemento principal de aprendizaje se produce con la inclusión de estas nuevas metodologías. Las competencias transversales, consiguen de una manera muy sencilla trabajar en gran medida las competencias establecidas por la UPV y aumentar de manera notable el interés del alumno y la adquisición de conceptos. Hay que resaltar que el interés por el trabajo en equipo y la cooperación en los tiempos actuales se está teniendo muy en cuenta, no solo en ámbitos académicos, sino también en el ámbito profesional. La aplicación del aprendizaje cooperativo en este tipo de prácticas, parece ser un buen punto de partida para ir mejorando no solo los conocimientos adquiridos, sino también las aptitudes y las habilidades del estudiante.

Referencias

- Eduardo, M. G. (1992). "¿ Qué hay que renovar en los trabajos prácticos?" Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas **10**(2): 206-211.
- García, R., J. A. Traver and I. Candela (2001). "Aprendizaje cooperativo." Fundamentos, características y técnicas. Madrid: CCS.
- Habermas, J. (2008). El discurso filosófico de la modernidad, Katz Editores.
- Johnson, D. W., R. T. Johnson and E. J. Holubec (1999). "El aprendizaje cooperativo en el aula."
- López Rúa, A. M. and Ó. E. Tamayo Alzate (2012). "Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales." Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia) **8**(1).
- Montanes, N., R. Balart, L. Sánchez-Nacher, L. Quiles-Carrillo and V. Fombuena (2017). "Buenos días: la clase de hoy es un juego¿ y porqué no?".
- UPV, U. P. d. V. (2017). "Competencias Transversales UPV." Retrieved Marzo 2017, from <http://www.upv.es/contenidos/COMPTRAN/>.