



Aplicación de la técnica puzle como estrategia de aprendizaje cooperativo en ingeniería sísmica

JIGSAW METHOD APPLICATION AS COOPERATIVE LEARNING STRATEGY IN EARTHQUAKE ENGINEERING

David Galé-Lamuela ^{1*}, Guillermo González-Sanz ², Amadeo Benavent-Climent ³

^{1*} Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja (CSIC). Madrid, España. david.gale@ietcc.csic.es

² Departamento de Ingeniería Mecánica. Universidad Politécnica de Madrid. guillermo.gonzalez.sanz@upm.es

³ Departamento de Ingeniería Mecánica. Universidad Politécnica de Madrid. amadeo.benavent@upm.es

Recibido: 22/05/2021 | Aceptado: 12/07/2021 | Fecha de publicación: 18/08/2021
DOI:10.20868/abe.2021.2.4722

TITULARES

- Los estudiantes protagonizan y marcan el ritmo de su aprendizaje.
- Formación tanto en la práctica investigadora como en competencias transversales y habilidades sociales.
- Comprensión más profunda de los contenidos e integración social. Homogenización del conocimiento.
- Alto grado de participación y satisfacción. Debate y cooperación en clase.

HIGHLIGHTS

- The students are the protagonists and they set the rhythm of their learning.
- Training both in research practice and transversal competences and social skills.
- Deeper understanding of content and social integration. Homogenization of knowledge.
- High degree of participation and satisfaction. Discussion and cooperation in class.

RESUMEN

La técnica de puzle es un método de aprendizaje cooperativo ampliamente implementado en ámbitos académicos que ha demostrado su eficacia en la adquisición de competencias fundamentales y transversales en la formación. La organización en grupos pequeños favorece la interacción entre alumnos y la división del trabajo en tareas separadas, fomentando la interdependencia positiva, característica fundamental en el aprendizaje cooperativo. Este trabajo presenta la aplicación de la técnica puzle a un bloque de la asignatura “Seminarios” del Máster en Ingeniería Sísmica de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid. Tras su aplicación, se observa que el alumno adquiere de forma muy satisfactoria los contenidos de la materia, así como una mejora sustancial en la formación en competencias transversales y en el desarrollo de habilidades sociales. Los resultados positivos de esta experiencia ponen de manifiesto la necesidad de fomentar la implantación de metodologías docentes innovadoras en las enseñanzas técnicas universitarias.

Palabras clave: *Método Puzle, aprendizaje cooperativo, ingeniería, habilidades sociales, innovación docente.*

ABSTRACT

Cooperative jigsaw method is widely spread in academic environments and it has demonstrated its efficiency on the acquisition of professional and transversal competences. The organization in small groups improves the interaction between students and the work partitioning in independent tasks, promoting the positive interdependence which is crucial for cooperative learning. The present study applies the jigsaw method to the “Seminars” course from MScs in Earthquake Engineering at Universidad Politécnica de Madrid. As a result of the application of this method, it is observed that the students learn the content of the subject, and improve substantially the transversal competences and social skills. This study supports the need of implementing innovative educational methods in the technical studies

Keywords: *Jigsaw method, cooperative learning, engineering, social skills, educational innovation.*

1. INTRODUCCIÓN. APRENDIZAJE COOPERATIVO

Las técnicas de aprendizaje cooperativo se basan en la participación activa del alumnado en el desarrollo de las clases y la realización del trabajo en equipo para lograr objetivos comunes. Para ello es necesario que exista interacción entre los estudiantes, convirtiéndose el alumno en el responsable de su propio aprendizaje.

En [1, 2] la interdependencia social en el aula se clasifica en tres tipos: individualización, competición y cooperación. Estas relaciones generan situaciones de aprendizaje muy diferentes. En el aprendizaje individual el conocimiento se logra por uno mismo y no existe interacción con otras personas, dado que el resultado no depende del trabajo del resto de compañeros [3]. El aprendizaje competitivo supone una interacción negativa, ya que los estudiantes rivalizan entre sí por obtener el mejor resultado. Por último, el aprendizaje cooperativo se basa en que el grupo de alumnos solo alcanzará los objetivos si cada estudiante logra los suyos [4]. Esto genera una interacción positiva ya que se consigue integrar la adquisición de conocimientos y el trabajo en el conjunto de estudiantes. Newman and Thompson [5] realizaron trabajos de comparación entre el esquema cooperativo y de control, concluyendo que el 68% de las comparaciones favorecían la metodología de aprendizaje cooperativo [6].

Cada situación de aprendizaje aporta unas competencias y habilidades específicas, pero las aprendidas de manera cooperativa van más allá del propio contenido, generando una formación transversal en materias académicas, sociales y psicológicas como: trabajo en equipo, gestión de conflictos, resolución creativa de problemas, capacidad de resumir y sintetizar,

expresión oral, organización temporal, respeto, tolerancia, solidaridad y salud mental [7, 8, 9].

Para garantizar una adecuada generación de estas competencias es necesario que la estructura de aprendizaje esté bien definida, que exista un compromiso por parte del profesorado y que la participación del alumnado sea elevada [10, 11]. Los cinco elementos básicos necesarios para lograr un aprendizaje cooperativo fueron definidos por Johnson & Johnson [1] y son los siguientes:

1. Interdependencia positiva: Se define como la percepción de necesidad de que todos los miembros del grupo deben realizar su parte del trabajo para lograr los objetivos con éxito. De esta manera, todos los integrantes son fundamentales. La interdependencia positiva es el corazón del aprendizaje cooperativo.
2. Responsabilidad individual: El resultado final depende del aprendizaje individual, y cada miembro es responsable de que sus compañeros colaboren.
3. Interacción promotora: Es la acción de fomentar e incentivar el trabajo de los compañeros, compartir recursos y conocimientos con la intención de lograr los objetivos.
4. Habilidades sociales: Son las vinculadas a la capacidad de liderazgo, la toma de decisiones, la resolución de conflictos, la confianza en los compañeros y la comunicación. El desarrollo de estas capacidades se logra al trabajar en equipo.
5. Análisis de grupo: Es la reflexión conjunta sobre si el trabajo realizado en grupo es eficaz para el aprendizaje y si es necesario introducir alguna mejora en el proceso futuro.

2. MARCO TEÓRICO. MÉTODO PUZLE

Dentro de los métodos de aprendizaje cooperativo, la denominada técnica Puzle (Jigsaw) es una de las más extendidas y exitosas en el ámbito académico [12]. Esta estrategia, propuesta por Elliot Aronson [7], surge como una propuesta docente para mejorar las relaciones sociales en los colegios ante la creciente y preocupante tensión interétnica y competitiva entre los alumnos. La idea fue crear grupos heterogéneos pequeños en los que fuera imprescindible la cooperación entre alumnos para lograr los objetivos finales.

El principio básico de esta técnica es la división del contenido en partes independientes para asignárselas a cada miembro del grupo. De esta manera, el trabajo de cada alumno se vuelve indispensable para el conjunto del grupo. Esto significa que nadie puede lograr el objetivo final si no lo hacen todos los miembros del grupo, lo que genera una interdependencia positiva entre alumnos.

A partir de la distribución de tareas, cada estudiante trabaja individualmente para comprender la parte asignada sin tener acceso a la información del resto de compañeros. Una vez que estos alumnos se han convertido en “expertos” de ese tema, se constituyen grupos informales de aprendizaje cooperativo con carácter temporal entre los expertos de los diversos grupos. A esta forma de agrupación se le denomina “reunión de expertos” y en ella se ponen en común y debaten las ideas fundamentales sobre el tema. El objetivo de esta reunión de expertos es asegurar la comprensión del tema, así como compartir la información relevante y saber resumir los puntos clave para que todos los expertos sean capaces de transmitir esa información al resto de compañeros de su grupo, los cuales desconocen el tema. A continuación, se vuelven

a formar los grupos originales para que cada experto se encargue de explicar al resto de miembros los conocimientos adquiridos en su parte. Con esto, todos los alumnos adquieren un conocimiento global sobre el tema gracias a la cooperación entre ellos. En este punto se hace fundamental la necesidad de escuchar a los compañeros. Finalmente, se puede realizar una evaluación del aprendizaje de manera individual o grupal en cada una de las secciones del proceso.

La técnica puzle original está pensada para que el profesor no imparta ninguna lección sobre el tema, sino que es el encargado de decidir el tema objeto de estudio y su división en partes, así como la supervisión y seguimiento del trabajo. Posteriormente se han desarrollado variaciones sobre esta técnica, como el “Jigsaw II” [13], en la que el profesor participa enseñando conceptos básicos sobre el tema para después dividir la materia en partes más específicas. Esta opción resuelve los problemas asociados a que los temas no siempre son independientes entre sí y facilita la preparación del material para los alumnos.

Otra adaptación es el “Within-Team Jigsaw” [14] en la que el trabajo se divide en parejas de estudiantes que trabajan juntos en el mismo tema para luego explicar al resto el conocimiento adquirido. Esta variación está limitada a problemas divisibles en dos partes claramente diferenciadas, pero su implementación es más rápida y sencilla.

En origen, la técnica puzle se implementó en niveles de educación obligatoria donde los contenidos son genéricos, especialmente en el ámbito de las ciencias sociales y salud mental. No obstante, esta técnica se ha usado de manera más extensa en distintos niveles formativos (desde el colegio hasta la universidad) y en diferentes disciplinas (tanto

humanidades como ingeniería). La eficacia del método se ha demostrado en escenarios muy diversos, tanto en la manera de llegar al conocimiento y mejora del rendimiento académico como en habilidades transversales y competencias sociales. Además, se favorecen unas relaciones interpersonales asociadas con la tolerancia, el respeto, la empatía y la solidaridad entre compañeros. [10, 15, 16, 17, 18, 19, 20].

Finalmente, en relación a la programación temporal, esta técnica presenta unos resultados óptimos cuando se extiende a lo largo de varias semanas y con el curso ya iniciado, de manera que los alumnos tengan experiencia previa y se sientan cómodos con el trabajo en grupo. Sin embargo, la versatilidad de la técnica puzle permite su implementación en periodos más cortos, especialmente si los temas son sencillos, o al inicio del curso académico con el objetivo de fomentar la cooperación entre alumnos.

3. CONTEXTO DE APLICACIÓN

La aplicación del método puzle en este estudio se realiza durante el curso 2018-2019 en la asignatura “Seminarios”, una materia de 6 créditos (4h semanales) perteneciente al primer cuatrimestre y con carácter obligatorio dentro del plan de estudios del Máster de Ingeniería Sísmica, Dinámica de Suelos y Estructuras que se imparte en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), que consta de un total de 60 créditos (un año de duración). El número de alumnos matriculados en cada curso es variable, con un número de participantes que se oscila entre los 10 y 20 alumnos por curso. En el curso 2018-2019 se cuenta con 16 alumnos matriculados con una procedencia internacional y perfiles heterogéneos en relación con la edad, género, formación académica y experiencia profesional.

Como grupo de control, se emplearán los datos y resultados de la misma asignatura durante el curso anterior (2017-2018), impartido siguiendo los mismos contenidos, pero con una metodología convencional de clases magistrales y trabajos individuales. El número de personas matriculadas que siguieron la asignatura fue de 7 alumnos. El resumen del perfil de los participantes de ambos cursos que terminaron la asignatura se puede ver en la Tabla 1.

Tabla 1. Perfil de los participantes

Variables		Grupo control		Grupo puzle	
		N	%	N	%
Sexo	Hombre	5	71.4	10	71.4
	Mujer	2	28.6	4	28.6
Nacionalidad	Española	3	42.9	5	35.7
	Extranjera	4	57.1	9	64.3
Edad	20-30	3	42.9	9	64.3
	30-40	4	57.1	4	28.6
	> 40	0	00.0	1	7.1
Formación académica	Grado	3	42.9	10	71.4
	Máster	3	42.9	4	28.6
	Doctor	1	14.2	0	0.0
Experiencia profesional	0-2 años	1	14.3	8	57.2
	2-5 años	2	28.6	3	21.4
	> 5años	4	57.1	3	21.4
TOTAL		7	100.0	14	100.0

La asignatura se compone de tres grandes bloques: (i) Fundamentos Teóricos, de 24h de duración, donde se inicia al alumno en los programas informáticos que se utilizarán posteriormente (Matlab y OpenSees) a partir de clases magistrales y ejercicios prácticos; (ii) Aplicación Práctica, de 22h de duración, donde se desarrollan y amplían los conocimientos

adquiridos en el primer bloque aplicándolos al análisis dinámico; y (iii) Conferencias Especializadas, de 10h de duración, donde el alumno asiste a clases magistrales sobre temas específicos del campo de la Ingeniería Sísmica.

El segundo de estos bloques está destinado al aprendizaje autónomo del comportamiento dinámico de estructuras. En este contexto, se plantea que la adquisición de conocimientos avanzados y aplicación práctica se realice de manera cooperativa, organizando la clase en grupos pequeños y dividiendo el trabajo en dos partes independientes. De esta manera, se implementa el método puzle en este bloque de la asignatura, siguiendo los objetivos y metodología que se describen en los siguientes apartados.

4. OBJETIVOS

El objetivo principal que persigue este trabajo se centra en actualizar las prácticas docentes llevadas a cabo en el Máster. En general, la dinámica de la enseñanza se basa en impartir clases magistrales, resolver ejercicios prácticos y realizar pequeñas prácticas. El cambio de dinámica aquí propuesto pretende hacer que los alumnos participen de manera activa en su aprendizaje y que el trabajo en grupo implique también una experiencia de cooperación.

Del mismo modo, al tratarse de una asignatura de seminarios, se pretende que el trabajo realizado a lo largo del curso suponga un acercamiento a la práctica investigadora, cuyos objetivos fundamentales son:

- Buscar, seleccionar y organizar información específica sobre un tema.
- Comprender y asimilar conceptos complejos.
- Resumir y sintetizar las ideas fundamentales.
- Aplicar los conocimientos a casos prácticos y reales.

- Resolver problemas de manera creativa.

Complementariamente, existe otra serie de objetivos que se centra en la formación en competencias transversales y el desarrollo de las habilidades sociales de los alumnos. Estos se focalizan en el desarrollo y mejora de:

- La organización y gestión del trabajo: planificación de tiempo y distribución de tareas.
- Las habilidades interpersonales y de relación de grupo.
- La comunicación y expresión oral.
- El respeto, el compañerismo, la solidaridad y la tolerancia.

5. METODOLOGÍA

El primer paso para poner en práctica el método puzle es explicar al alumnado, el primer día de clase, en qué consiste y cuáles son las reglas del juego a seguir. Debido a que los conceptos que se pretenden estudiar son complejos y la formación académica del alumnado es heterogénea, la decisión inicial del profesorado pasa por impartir unos conocimientos previos sobre ambos programas siguiendo la variante "Jigsaw II" [21].

Con esta base, la aplicación del método puzle se realiza en el segundo bloque de la asignatura y consiste en la extensión de conocimientos de los dos programas informáticos y su aplicación práctica en el ámbito de la Ingeniería Sísmica. Para ello, este bloque se divide en dos partes independientes: una parte experimental y otra numérica.

Por un lado, la parte experimental se dedica al tratamiento y análisis de los datos obtenidos de un ensayo dinámico con mesa sísmica realizado a una estructura en laboratorio, utilizando el software Matlab. Por el otro lado, la parte numérica se centra en crear un modelo

numérico de la estructura y simular el comportamiento dinámico a través del programa OpenSees.

Para facilitar al alumnado la investigación de la parte que le corresponde, se planea la estructuración de la adquisición de conocimientos por parejas, de manera que exista un apoyo mutuo para lograr los objetivos, conocido como "Within-Team Jigsaw" [14].

5.1. Fase I. Creación de grupos y especialización

A partir de este momento, se organiza la clase en 4 grupos base de 4 miembros cada uno, que se corresponden con 2 subgrupos que estudian los temas independientes por parejas. Un subgrupo investigará sobre la parte experimental y el otro sobre la parte numérica. Cada subgrupo será "experto" en el tema asignado.

resolución del problema, sino la orientación para la búsqueda de la respuesta.

Una vez concluido el tiempo destinado para esta parte, si todavía existían subgrupos que no habían sido capaces de finalizar el trabajo, este debía ser concluido fuera del aula. En este punto y a lo largo del desarrollo de todo el método puzzle resultó fundamental el apoyo en tutorías, el cual debe ser cercano, pero a su vez no se debe de fomentar la continua pregunta al profesor.

La labor realizada por cada subgrupo se evalúa a través de la entrega del trabajo de investigación. Para cada evaluación se entrega a los alumnos una rúbrica con el fin de que estén identificados los fallos cometidos. A partir de ésta, su tarea fuera del aula es corregir las funciones afectadas y estar preparados para afrontar la reunión de expertos.

5.2. Fase II. Reunión de expertos

La reunión de expertos se plantea con una duración de 2h y consiste en reunir a todos aquellos subgrupos especializados en el mismo software. El objetivo de estas reuniones es conseguir homogeneizar el conocimiento a partir de pequeñas presentaciones de cada subgrupo, de las cuales surgen pequeños debates con el resto de subgrupos.



Fig. 1: Creación de los grupos

La especialización se desarrolla en las 3 primeras sesiones de 2h de duración y se sustenta en un trabajo de investigación para crear unas funciones que resuelven pequeños problemas que los alumnos encontrarán en la práctica de laboratorio. En este punto, el profesorado actúa como guía y experto en la materia, y su trabajo consiste en observar el proceso y asesorar técnicamente a los alumnos. En caso de surgir dudas, el apoyo no es la

Resulta especialmente acertado este tipo de dinámicas en temas de programación porque los alumnos pueden llegar a la misma solución por distintos caminos y, por lo tanto, entre ellos existe una retroalimentación.

En este punto, la labor del profesorado se basa en crear el ambiente necesario para que se produzca el intercambio de conocimiento. En la primera fase se explica la dinámica de esta reunión y se forman los grupos. Posteriormente, el papel del profesor se centra en incentivar el

diálogo entre los integrantes, al mismo tiempo que orientar las reuniones para un mejor aprovechamiento del tiempo asignado [22].

REUNIÓN DE EXPERTOS

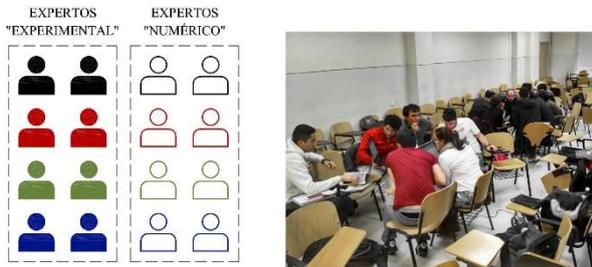
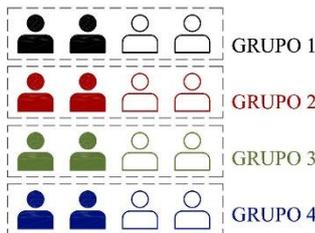


Fig. 2: Reunión de expertos

5.3. Fase III. Reunión de grupo base

La siguiente fase es la reunión de los grupos base, con una duración de 2h. En esta reunión, cada subgrupo de expertos explica al subgrupo de inexpertos el conocimiento adquirido durante las fases previas, es decir, los expertos de la parte experimental explican lo aprendido del programa utilizado a sus compañeros de la parte numérica, y viceversa.

REUNIÓN DE GRUPO BASE



EVALUACIÓN

EXAMEN: DOS EJERCICIOS



Fig. 3: Reunión de grupo base

Para comprobar la eficacia de la transferencia de conocimientos entre expertos e inexpertos se plantea una evaluación a los grupos. Ésta tiene una duración de 2.5h y consiste en un examen con dos etapas. La primera etapa se compone por dos ejercicios, uno para cada programa informático, cuyos resultados se integran en la segunda etapa. En la primera etapa se elige al azar a un representante de cada subgrupo para realizar la parte de la cual era inexperto. Esta

forma de evaluación solo considera al 50% de los alumnos directamente. De esta manera se fomenta una interdependencia positiva entre ambos miembros del subgrupo ya que ninguno sabe cuál de los dos va a ser evaluado y su nota puede depender del trabajo de sus compañeros.

En la segunda etapa, ambos representantes de cada subgrupo pertenecientes al mismo grupo se unen para utilizar la información desarrollada en la primera etapa y concluir el examen. En este proceso, puede darse el caso de que la primera etapa no se complete totalmente y, por tanto, falten datos para la segunda. En este caso, la inclusión del compañero, experto en el tema, debe ayudar a solucionar la parte no finalizada para poder llegar a resolver el examen en su totalidad. El tiempo de evaluación asignado para cada etapa es de dos tercios del total para la primera etapa y el resto para la segunda.

5.4. Fase IV. Trabajo en grupo

Llegados a este punto, todos los alumnos deben poseer un conocimiento homogéneo de ambos programas, por lo que se procede a la realización del ensayo experimental en laboratorio y a su simulación computacional. La duración de esta fase se plantea de 4 sesiones de 2h cada una.

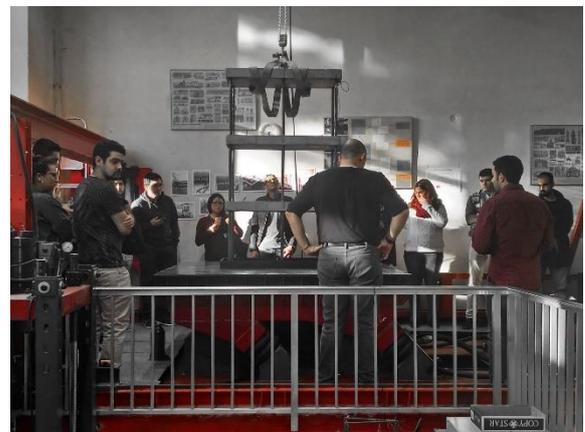


Fig. 4: Ensayo de laboratorio

En esta fase, los grupos base originales se juntan para la aplicación de los conocimientos adquiridos. Para ello, se lleva a cabo en paralelo el procesado y análisis de los datos experimentales, por un lado, y la simulación numérica por el otro. La organización y reparto de las tareas se pactan dentro de cada grupo de manera autónoma. Esta libertad está orientada a promover la generación de competencias transversales como son las habilidades sociales, organizativas y de gestión.

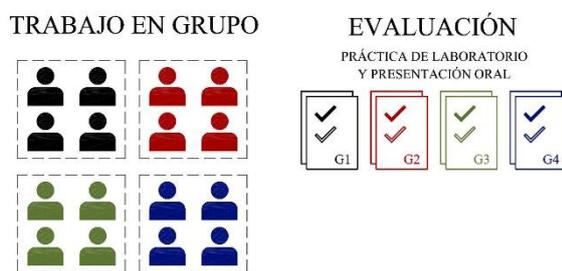


Fig. 5: Trabajo en grupo

Además, se incorpora el concepto del “conflicto constructivo” [1], que consiste en fomentar el aprendizaje cooperativo dentro de cada grupo por medio de la controversia y la necesidad de negociación entre los miembros del equipo. La discusión entre iguales también genera una situación de conflicto sociocognitivo en el aprendizaje, que actúa como agente mediador en la interacción entre compañeros para llegar a una solución consensuada de manera cooperativa [23]. La implementación se realiza introduciendo un error de medida inicial, que tiene como consecuencia que los resultados de la parte experimental y numérica no sean coincidentes.

Una vez que los alumnos son conscientes del problema, los profesores sugieren a cada grupo unas recomendaciones técnicas diferentes para llegar a un resultado similar y obtener así un modelo numérico calibrado con los resultados experimentales. Asimismo, la solución final de cada grupo debe estar consensuada, de manera

que se produce necesariamente un debate entre los miembros. Con esto, se consigue que cada grupo haga una propuesta independiente. La labor del profesorado en esta etapa es supervisar el debate de cada grupo para la consecución de los objetivos.

Finalmente, como última evaluación, cada grupo realiza una presentación oral de 10 minutos, donde se explican las partes experimental y numérica en detalle al conjunto de la clase. Como norma se establece que todos los miembros del grupo deben participar en la exposición. Esta fase de presentaciones también supone un aprendizaje para los alumnos que están escuchando, ya que pueden ver los puntos de vista y las soluciones adoptadas por otros compañeros para resolver el mismo problema al que se enfrentaron ellos previamente.

Al finalizar cada una de las presentaciones, el profesorado y los alumnos realizan preguntas a los conferenciantes, donde se puede evaluar el nivel de consenso logrado en cada grupo para la toma de decisiones. Para concluir, una vez finalizadas todas las presentaciones, se abre un espacio de debate sobre el trabajo realizado y sobre la metodología docente utilizada. Además, se realiza una encuesta anónima a los alumnos en la que se incluyen preguntas relativas tanto de la metodología empleada como del grado de satisfacción con la asignatura. Con este proceso, se fomentan las habilidades sociales entre miembros del equipo y con otros compañeros, así como el análisis de grupo, características fundamentales en el aprendizaje cooperativo.

6. RESULTADOS

Los resultados de esta experiencia quedan reflejados en cuatro aspectos, que son: el grado de participación, la opinión de los alumnos, las

evaluaciones realizadas y las sensaciones del profesorado.

En primer lugar, el grado de participación ha sido del 87.5%, esto es, 14 de los 16 alumnos iniciales han seguido la metodología propuesta. Una de las personas desistió antes de la realización de la reunión de expertos, mientras que la otra no pudo hacer un seguimiento correcto debido a problemas médicos. Para llevar a cabo el método puzle es imprescindible un alto grado de participación y compromiso por parte del alumnado, lo que se considera ampliamente conseguido.

En segundo lugar, la opinión de los alumnos fue obtenida a través de la realización de una encuesta anónima y un debate, ambos realizados al final de la experiencia. La encuesta, constituida por 20 preguntas, evalúa la implantación del método puzle y el grado de satisfacción con la asignatura. En ella se refleja una aceptación general muy elevada, ya que la respuesta media de todas las preguntas se sitúa por encima del 4.5 sobre 5. Cabe destacar que los alumnos valoran muy positivamente cómo se mejora la comunicación entre los integrantes del grupo al trabajar en equipo. Por el contrario, existen dos puntos más críticos. En uno de ellos los alumnos consideran que el nivel de exigencia demandado supera sus expectativas, y en el otro, que la transmisión de conocimientos entre expertos e inexpertos en la reunión del grupo base podría ser mejorable. Respecto al primero, puede que la formación académica heterogénea inicial de los alumnos haya requerido un mayor esfuerzo en algún caso para alcanzar los conocimientos planteados en el máster. Y en relación al segundo, queda reflejado que las deficiencias en las habilidades sociales y de comunicación representan una dificultad en la transmisión de conocimientos, incluso en niveles académicos de postgrado.

Durante el debate final, los alumnos fueron libres de expresar sus sensaciones sobre la metodología aplicada y el proceso de aprendizaje. Cabe destacar que inicialmente los alumnos consideraron complejo el método ya que nunca se les había hablado de esta técnica de aprendizaje. Hasta el momento, sí habían realizado trabajos en grupo, pero no de manera cooperativa explícitamente. Sin embargo, sí resaltaron los beneficios aportados en el proceso de aprendizaje y valoraron positivamente la iniciativa. Por otro lado, los alumnos opinaron que la implementación del método puzle fomentó las relaciones interpersonales entre todos los miembros dentro y fuera del aula, sin atisbos ni de exclusión social ni de falta de integración por cuestiones de género, edad, procedencia, etc. Esto evidencia que la diversidad en las aulas puede tratarse como una oportunidad para la cooperación tanto en el aprendizaje como en el ámbito social [24].

En tercer lugar, la evaluación realizada cuenta con 3 fases de control: (i) entrega de los trabajos de investigación de cada subgrupo de expertos, (ii) examen a cada grupo base, y (iii) presentación oral de la práctica de laboratorio. Con respecto a la entrega de los trabajos de investigación, el resultado fue notable, por lo que se considera que el trabajo realizado por cada subgrupo fue adecuado. Cada subgrupo presentaba carencias en aspectos diferentes de la entrega, pero con la reunión de expertos se logró completar el conocimiento de cada parte, aprendiendo directamente del trabajo de los demás compañeros. En la segunda evaluación, las calificaciones obtenidas fueron menores, pero el resultado general fue de aprobado. En este punto se aprecia que la transmisión de conocimientos entre expertos e inexpertos en cada grupo base no fue totalmente efectiva, tal y como queda plasmado también en la encuesta anónima de los alumnos. Aunque solo se

planteó obligatoria la realización del examen para un miembro de cada subgrupo, los alumnos demostraron gran interés en esta evaluación ya que decidieron enfrentarse a la prueba todos ellos de manera voluntaria para demostrar sus conocimientos. Por último, la presentación oral de la práctica tuvo una calificación notable, logrando soluciones independientes y muy creativas en todos los grupos. Además, desde el punto de vista de las habilidades comunicativas, cabe destacar que todos los alumnos hicieron una buena exposición del trabajo, incluso las personas más tímidas. Por lo tanto, a pesar de las diferencias, se consiguieron fomentar las competencias transversales de manera efectiva.

Finalmente, las sensaciones del profesorado a través de todo el proceso han sido muy gratas. Al tratarse de un nivel académico de postgrado, los alumnos presentan un alto nivel de compromiso y motivación general que se reflejan en los ya comentados grados de participación, implicación y resultados académicos obtenidos. Asimismo, se comprobó que el proceso de aprendizaje cooperativo genera una comprensión del contenido más profunda y a su vez fomenta la integración de los alumnos y favorece la interrelación social.

7. ANÁLISIS COMPARATIVO

Con el objetivo de comparar la metodología de docencia tradicional con la técnica puzle de aprendizaje cooperativo, se expone a continuación un análisis estadístico de los datos resultantes de la evaluación final de la asignatura. En primer lugar, se ha realizado un test de distribución normal de la muestra siguiendo el criterio Shapiro-Wilk [25]. Este test se utiliza para validar la fiabilidad de los análisis en muestras de pocos sujetos. Los resultados de la prueba de normalidad fueron $W_{control}=0.9227$ y $W_{puzle}=0.8774$ y sus

correspondientes valores esperados $W(0.95,7)=0.803$ y $W(0.95,14)=0.874$. Dado que $W > W(0.95, n)$ se rechaza H_0 , por lo tanto se concluye que se tiene una confianza del 95%, lo que implica que las variables analizadas en ambos casos se distribuyen normalmente.

A continuación, se lleva a cabo un análisis estadístico de los datos de ambos grupos, cuyos resultados se muestran en la Tabla 2 y en los diagramas de la Figura 6. Por un lado, en la imagen de la izquierda de la Figura 6 se muestra un diagrama de cajas con los datos de ambos grupos. En ellos, la información contenida hace referencia al valor de la mediana (línea roja), a los valores máximos y mínimos de la muestra (extremos de la línea discontinua negra) y los cuartiles superior e inferior (caja azul). Por el otro lado, en la imagen de la derecha se puede ver una representación de todos los datos en un diagrama radial. Aquí se ordenan los datos con puntos discretos de mayor a menor valor siguiendo el sentido horario, dividiendo la circunferencia en tantos radios como datos existen. La unión de estos puntos genera una espiral que empieza y termina en el mismo lugar, donde coinciden el valor máximo y mínimo en el mismo radio de circunferencia. Además, permite la superposición de los datos de varios grupos para su comparación directa.

La principal conclusión que se obtiene es que la nota media final de la asignatura en el grupo de control es más elevada, pero con mayor dispersión, mientras que en el grupo puzle, la media es inferior, pero con mucha menos desviación. La diferencia existente entre los valores medios podría asociarse con un mayor nivel formativo y experiencia profesional previo al máster del grupo control con respecto al grupo puzle (ver Tabla 1). Por otro lado, un aspecto llamativo es la diferencia entre notas individuales, mucho más acusada en el grupo de

control (entre 5.6 y 9.5) que en el grupo puzle (entre 6.6 y 7.4).

Tabla 2: Estadísticas de grupo

Grupo	N	Media	Desviación
Control	7	7.63	1.48
Puzle	14	6.93	0.27

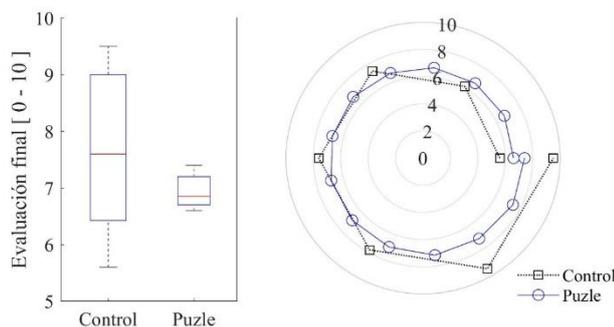


Fig. 6: Diagramas de resultados del análisis estadístico

A partir de estos análisis, se puede decir que, en este caso de estudio, el método puzle consigue una homogenización del conocimiento entre todo el alumnado, reduciendo la dispersión entre calificaciones. Esto significa que los alumnos con capacidades inferiores y menor rendimiento académico consiguen llegar a un nivel de conocimientos superior y equiparado con sus compañeros. Como contrapartida, los alumnos brillantes no logran explotar su máximo potencial, ya que una parte de su aprendizaje depende directamente de la cooperación con sus compañeros.

La conveniencia de la aplicación de la metodología puzle debe estudiarse para cada caso concreto y analizar previamente los objetivos académicos que se persiguen para valorar las ventajas de esta técnica. En todo caso, en este apartado se comparan únicamente las calificaciones finales de la asignatura, pero no se evalúan los beneficios aportados en materia de competencias transversales y

habilidades sociales, cuestiones que fomenta el aprendizaje cooperativo.

8. LIMITACIONES Y PROBLEMAS SUSCITADOS

Las limitaciones y problemas que contiene el método puzle son conocidas y existen soluciones propuestas para los casos tipo [7]. Algunos de estos problemas son:

- La necesidad de tener habilidades sociales y de comunicación.
- El alumno lento.
- El alumno conflictivo.
- El alumno brillante que se aburre.
- Los alumnos entrenados para competir.
- Dificultad para mantener el espíritu cooperativo.
- El profesor desanimado.

En este trabajo, las dificultades acaecidas con carácter general han tenido una repercusión exigua y no han obstaculizado el correcto transcurso del procedimiento. Sin embargo, la situación de los dos alumnos que abandonaron la asignatura sí supuso la necesidad de adaptar el método. El caso es que los dos alumnos formaban parte del mismo subgrupo, por lo que uno de los grupos base se quedó sin una parte de expertos en su totalidad. Esto obligó a plantear dos alternativas a los alumnos afectados: integrarse en otro grupo de manera independiente, o realizar el trabajo completo ellos solos, asistiendo a la reunión de grupo base con otro grupo. El propio grupo de alumnos tomó la segunda opción y realizó el trabajo con normalidad y buenos resultados.

Como experiencia de innovación docente, añadir que la implantación del método ha sido muy satisfactoria, pero convendría continuar con esta práctica en cursos sucesivos para demostrar la fiabilidad de los resultados

obtenidos. Asimismo, podría plantearse extender este método a otras asignaturas que cumplieran las características necesarias, y así validar el planteamiento.

Una cuestión que podría implementarse en futuras investigaciones es la evaluación cooperativa, que consiste en compartir los criterios de valoración con el objetivo de que todos los miembros sean partícipes del procedimiento de evaluación y se mejore la interacción y comunicación entre docentes y estudiantes [26].

9. CONCLUSIONES

El centro neurálgico del método Puzle son los alumnos, todo el método se desarrolla en torno a ellos. Su rol está basado en hacerse expertos sobre un tema y posteriormente explicar su contenido con la mayor claridad posible a sus compañeros inexpertos. Finalmente, estos se examinan de los conocimientos compartidos cerrándose el ciclo de aprendizaje. En este punto, siempre y cuando los resultados sean buenos, se garantiza la adquisición de conocimientos de forma globalizada en toda la clase.

A través de la encuesta se observa una aceptación general de la metodología. En ella, los alumnos valoran muy positivamente cómo se

mejora la comunicación entre los integrantes del grupo al trabajar en equipo. Aunque también se observan debilidades, los alumnos consideran que la transmisión de conocimientos entre expertos e inexpertos en la reunión del grupo base podría ser mejorable. Esto último también sale a la luz en la propia evaluación de los grupos donde se observa una bajada en las calificaciones. El debate es otro elemento de control importante. En él, los alumnos subrayan que la experiencia ha fomentado las relaciones interpersonales entre todos los miembros dentro y fuera del aula.

Por otro lado, destaca también el papel del profesor a lo largo de todo el proceso. Éste debe explicar con claridad la metodología al inicio del curso. Además, en las diferentes fases del método debe actuar guiando y asesorando a los alumnos, pero en ningún momento facilitando la solución final. Como colofón, el profesor debe tener la habilidad de crear un ambiente adecuado donde se fomente la interacción entre el alumnado sin que estos se aparten del trabajo.

Finalmente, destacar las buenas vibraciones entre alumnos y profesores vividas en todo el proceso. Éstas se reflejan en la elevada participación, el nivel de compromiso y motivación mostrada por los alumnos.

REFERENCIAS

[1] Johnson D.W. (2002). Johnson RT. Learning together and alone: Overview and meta-analysis. *Asia Pacific Journal of Education*. V.22(1):95-105. doi: <https://doi.org/10.1080/0218879020220110>.

[2] Slavin R.E. (1978). Using student team learning. the Johns Hopkins team learning project.

[3] Amaria R.P., Leith G. (1969). Individual versus co-operative learning: II: The influence of personality. *Educational research*. 11(3):193-199. doi: <https://doi.org/10.1080/0013188690110304>.

[4] Johnson D.W., Maruyama G., Johnson R., Nelson D., Skon L. (1981). Effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures on achievement: A meta-analysis.

- Psychol Bull. 89(1):47. doi: <https://doi.org/10.1037/0033-2909.89.1.47>
- [5] Newmann F.M., Thompson J.A. (1987). Effects of cooperative learning on achievement in secondary schools: A summary of research.
- [6] Santos Rego M.A. (1990). Estructuras de aprendizaje y métodos cooperativos en educación. Revista Española de Pedagogía. 53-78. <https://www.jstor.org/stable/23763557>
- [7] Aronson E. (1978) The jigsaw classroom. Beverly Hills, California, EE.UU. <https://www.jigsaw.org/>
- [8] Maset P.P. (2009). La calidad en los equipos de aprendizaje cooperativo. algunas consideraciones para el cálculo del grado de cooperatividad. Revista de educación. 349:225-239
- [9] UPM. (2008). Aprendizaje basado en problemas. guías rápidas sobre nuevas metodologías. Servicio de Innovación Educativa.
- [10] Galindo-Reyes F.C., De-la-Varga-Salto J.M. (2016). El método puzzle como técnica para el aprendizaje cooperativo de los mapas estratégicos: Una experiencia en la asignatura "Administración de organizaciones".
- [11] Goikoetxea E., Pascual G. (2002). Aprendizaje cooperativo: Bases teóricas y hallazgos empíricos que explican su eficacia. Educación XX1. 5(1). doi: <https://doi.org/10.5944/educxx1.5.1.392>
- [12] Rieg S.A., Wilson B.A. (2009). An investigation of the instructional pedagogy and assessment strategies used by teacher educators in two universities within a state system of higher education. Education. 130(2).
- [13] Slavin R.E. (1986). Using student team learning baltimore: Center for research on elementary and middle schools. Johns Hopkins University.
- [14] Mills B.J., Cottell P.G. (1998). Cooperative learning for higher education faculty (phoenix, AZ, oryx press).
- [15] Anguas J., Díaz L., Gallego I., et al. (2006). La técnica del puzzle al servicio del aprendizaje de la programación de ordenadores. XII Jornadas de la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI), Deusto.
- [16] Durán-García M.E., Durán-Aponte E.E. (2013). La termodinámica en los estudiantes de tecnología: Una experiencia de aprendizaje cooperativo. Enseñanza de las ciencias. 31(1):45. doi: <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n1.614>
- [17] Gutiérrez M., Bernal A.O., Alonso J.A.F. (1996). Eficacia del aprendizaje cooperativo para la integración escolar: Una experiencia en 2º ciclo de EGB. Aula abierta. (68):97-114.
- [18] León B., Felipe E. (2011). El aprendizaje cooperativo en la formación inicial del profesorado de educación secundaria.
- [19] Martí J.A.T., López RG. (2004). La enseñanza-aprendizaje de la actitud de solidaridad en el aula: Una propuesta de trabajo centrada en la aplicación de la técnica puzzle de aronson. Revista Española de Pedagogía. 419-437
- [20] Vallet-Bellmunt T., Rivera-Torres P., Vallet-Bellmunt I, Vallet-Bellmunt A. (2017). Aprendizaje cooperativo, aprendizaje percibido y rendimiento académico en la enseñanza del marketing. Educación XX1. 20(1). doi: <https://doi.org/10.5944/educXX1.17512>

- [21] Mattingly R.M., VanSickle R.L. (1991). Cooperative learning and achievement in social studies: Jigsaw II.
- [22] Gillies R.M. (2016). Cooperative learning: Review of research and practice. Australian journal of teacher education. 41(3):3.
- [23] Bouzas P.G. (2009). Aprendizaje cooperativo. papel del conflicto sociocognitivo en el desarrollo intelectual. consecuencias pedagógicas. Revista española de Pedagogía. 131-148. <https://www.jstor.org/stable/23766226>
- [24] Vázquez Aguado O. (2001). Inmigrantes en la escuela: Un espacio para la cooperación. Comunicar. (16). doi: <https://doi.org/10.3916/25386>
- [25] Shapiro S.S., Wilk MB. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). Biometrika. 52(3/4):591-611. doi: <https://doi.org/10.2307/2333709>
- [26] De la Serna M. C., Angulo J.S., Torres M.R. (2014). Las eRúbricas en la evaluación cooperativa del aprendizaje en la universidad. Comunicar: Revista científica iberoamericana de comunicación y educación. (43):153-161. doi: <https://doi.org/10.3916/C43-2014-15>