

Implementación de la metodología de Aronson en la asignatura de Nanomateriales y Nanotecnologías cursado en el Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales

Implementation of the Aronson's methodology in the subject of Nanomaterials and Nanotechnologies studied in the Master's Degree in Engineering, Processing and Characterization of Materials

Virginia Moreno^a, Ramon Tejada-Oliveros^b, Juan Ivorra-Martinez^c, Luis Quiles-Carrillo^d y Daniel Garcia-Garcia^e

^aUniversitat Politècnica de València, Grupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA), (España, vmorgarl@upvnet.upv.es, ) , ^bUniversitat Politècnica de València, Grupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA), (España, rateol@epsa.upv.es, ) , ^cUniversitat Politècnica de València, Grupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA), (España, juaivmar@doctor.upv.es, ) , ^dUniversitat Politècnica de València, Grupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA), (España, luiquic1@epsa.upv.es, ) y ^eUniversitat Politècnica de València, Grupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA) (España, dagarga4@epsa.upv.es, ) .

How to cite: Virginia Moreno, Ramon Tejada-Oliveros, Juan Ivorra-Martinez, Luis Quiles-Carrillo y Daniel Garcia-Garcia. 2023. Implementación de la metodología de Aronson en la asignatura de Nanomateriales y Nanotecnologías cursado en el Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales. En libro de actas: *IX Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red*. Valencia, 13 - 14 de julio de 2023. Doi: <https://doi.org/10.4995/INRED2023.2023.16601>

Abstract

The subject of Nanomaterials and Nanotechnologies, within the Master's Degree in Engineering, Processing and Characterization of Materials, has been studied in order to know and understand the different properties that characterize the different types of materials as well as the classification of materials on a scale nanometric and, finally, put into practice several typical characterization techniques of nanomaterials. The main objective is to learn the properties of nanomaterials where both the size and the shape play a crucial role in the final properties. Aronson's methodology has been selected to confront different points of view of the students, thus increasing the skills of the students and making their point of view clear. For this, several sessions are carried out in groups of 4 students where the teacher previously provides them a guide indicating how the process of obtaining the materials is carried out. With this, the students look for information to determine if they add fillers or other additives with the objective of optimizing the properties of the products obtained. This will make the students acquire an important role in decision-making, management of laboratory characterization equipment, as well as their involvement in the subject.

Keywords: *Aronson's methodology, Nanomaterials, Characterization, Teaching innovation, Laboratory practices.*

Resumen

La asignatura de Nanomateriales y Nanotecnologías, dentro del Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales, ha sido cursada con el fin de conocer y comprender las diferentes propiedades que caracterizan a los distintos tipos de materiales así como la clasificación de los materiales a escala nanométrica y, por último, poner en práctica varias técnicas de caracterización típica de los nanomateriales. El objetivo principal es el aprendizaje de las propiedades de los nanomateriales donde tanto el tamaño como la forma juegan un papel crucial en las propiedades finales. La metodología de Aronson ha sido seleccionada para confrontar diferentes puntos de vista de los alumnos, aumentando así las competencias del alumnado y poniendo de manifiesto su punto de vista. Para ello, se realizan varias sesiones en grupos de 4 alumnos donde previamente el profesor proporciona una guía en la que se indica cómo se lleva a cabo el proceso de obtención de los materiales y los alumnos buscan información para determinar si añaden cargas u otros aditivos con el objetivo de optimizar las propiedades de los productos obtenidos. Esto hará que los alumnos adquieran un papel importante en la toma de decisiones, manejo de los equipos de caracterización del laboratorio, así como su implicación en la asignatura.

Palabras clave: Metodología de Aronson, Nanomateriales, Caracterización, Innovación docente, Prácticas de laboratorio.

Introducción

Hoy en día, los alumnos disponen de una gran cantidad de información para aprender y eso ha hecho y hace que el aprendizaje por parte del profesorado esté cambiando y se plantea adoptar nuevas metodologías más acordes a la sociedad actual (Víctor J. García-Morales, 2021).

La enseñanza universitaria resulta ser un medio donde los alumnos obtengan un conocimiento técnico de manera directa que les permita salir al mercado con una gran preparación. Hasta no hace mucho, las clases magistrales eran la forma más habitual de impartir estos conocimientos. Sin embargo, la búsqueda de nuevos métodos resulta ser una gran alternativa con el fin de que los alumnos adquieran una serie de aptitudes, así como aumentar su interés y fomentar el compañerismo entre ellos. Con la mirada puesta en el futuro, se pretende que la universidad adapte este tipo de metodologías para mejorar a su vez las habilidades de liderazgo y fomentar el trabajo en equipo (Beatriz Valdes, 2021).

Cada vez resultan ser más las personas relacionadas con el mundo de la educación que apuestan por un aprendizaje cooperativo. Es un método pedagógico que pretende convertir la enseñanza tradicional a una enseñanza donde los alumnos puedan explotar sus capacidades de manera grupal. Con este pensamiento se crea el puzzle de Aronson, la cual es una tecnología a diferentes ámbitos (Traver, 2004) que usa métodos y herramientas que incluyen estrategias de aprendizaje cooperativo.

En líneas generales, se puede decir que el Puzzle de Aronson es una herramienta que tiene como objetivo confrontar diversos puntos de vista de un tema a debatir. Así, se emplea un método funcional y dinámico que mejora sin lugar a dudas las aptitudes y competencias del alumnado. Por otro lado, el profesorado cuenta con unos conocimientos previos que son útiles para maximizar los beneficios de las clases, optimizando en gran medida los recursos (Sareh Shakerian, 2020).

En este trabajo se describe la implantación de la metodología propuesta por Aronson en la asignatura de Nanomateriales y Nanotecnologías dentro del Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales. El fin de su implementación pretende generar una interdependencia e interacción entre los alumnos y el profesor, dividiendo la información de cada tema entre tantas partes como grupos se generen.

Objetivos

En este contexto, la asignatura “Nanomateriales y Nanotecnologías”, es una asignatura optativa del primer curso, del Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales. Tiene una carga total de 4.5 créditos, repartidos en 2.5 créditos de teoría y 2 créditos de prácticas.

El objetivo principal ha sido la incorporación y análisis en prácticas de laboratorio del aprendizaje basado en la metodología de Aronson para otorgar a los estudiantes un nuevo método 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 relacionadas con la teoría de la asignatura pero centrado en casos reales, permitiendo así una unión directa entre la realidad, teoría y las prácticas.

Objetivo general

El objetivo general de la implementación de esta metodología es lograr que los estudiantes tomen sus propias decisiones, además de prepararlos de manera directa para situaciones que se puedan encontrar en su vida laboral y profesional.

Además, con esta nueva metodología se persigue analizar de manera más sencilla qué alumnos tienen mayores problemas a la hora de trabajar y como solucionarlos.

Objetivos específicos

Con la incorporación del método de Aronson, se pretende que los alumnos interactúen entre ellos mediante la formación de grupos de trabajo, lograr que dependan unos de otros con el fin de obtener unos objetivos claros de la materia así como que sean capaces de entender y analizar en mayor profundidad el conocimiento global de la asignatura.

Además, la Universitat Politècnica de València (UPV) ha creado un proyecto cuyo objetivo está basado en orientar las prácticas docentes hacia el nuevo escenario educativo que ve la educación universitaria como una formación orientada a la adquisición de competencias por parte del alumno. Así, la UPV ha generado cinco dimensiones competenciales en dicho proyecto (València, 2023). El objetivo secundario de esta metodología implementada consiste en trabajar en los laboratorios tres de las cinco dimensiones competenciales. Estas dimensiones competenciales de la UPV desarrolladas a través de esta nueva metodología son:

- **Compromiso social y medioambiental:** Fomentar la ética y responsabilidad profesional ante los nuevos retos sociales, ambientales y económicos que se puede enfrentar.
- **Innovación y creatividad:** Resolución de problemas complejos mediante la aportación de soluciones creativas e innovadoras.

- **Trabajo en Equipo y Liderazgo:** Fomentar la colaboración interpersonal mediante el trabajo en equipo y la adopción de roles de responsabilidad y funciones de liderazgo para contribuir a la mejora y desarrollo colectivo.
- **Comunicación Efectiva:** Comunicarse de manera efectiva, tanto de forma oral como escrita, adaptándose a las características de la situación y de la audiencia.
- **Responsabilidad y toma de decisiones:** Mejora de la autonomía para la toma de decisiones ante diferentes contextos.

Con todo ello, los objetivos de la asignatura son:

- Conocer y comprender las diferentes propiedades que caracterizan a los diferentes tipos de materiales
- Conocer cómo la dimensión afecta a las propiedades de los materiales.
- Aplicar diferentes técnicas de caracterización a los nanomateriales.
- Conocer las diferentes técnicas de fabricación aplicadas a la nanotecnología.
- Aplicar los modelos de comportamiento de los nanomateriales.
- Elegir y seleccionar los nanomateriales en función de su aplicación.

Desarrollo de la innovación

La idea principal de este método de aprendizaje ha consistido en la incorporación del puzzle de Aronson de manera gradual y sucesiva a medida que avanzan las sesiones tanto de teoría de aula como de las prácticas de laboratorio. Así, los alumnos no sufren un cambio radical, sino que siguen de manera paulatina el avance de la metodología que se quiere implantar.

Durante las primeras sesiones, el profesor explica y plantea el objetivo a largo plazo que los alumnos deben seguir, explicando tanto en las clases teóricas como prácticas los conceptos y herramientas necesarios que los alumnos pueden utilizar a lo largo de todo el proceso. Con este planteamiento, es necesario que el profesor establezca unas pautas y elementos que se desarrollarán a lo largo de toda la asignatura. Aquí el profesor les da a los alumnos un tiempo para que los alumnos tengan claro lo que tienen que hacer y se planifiquen. Una vez llegado a este punto, se procede a formar grupos de unos cuatro alumnos. La carga del profesor irá decreciendo a medida que van pasando las clases, ya que son los alumnos los que pasan a tener el peso y responsabilidad de la asignatura. No obstante, el profesor está con ellos en todo momento por si fuera de necesaria su intervención para ayudar en alguna de las situaciones que tienen lugar a lo largo de las sesiones. Este proceso hace que los alumnos obtengan más confianza en sí mismos y adquieran la responsabilidad de tomar decisiones importantes. Además, pasan a ser independientes, tomando decisiones importantes y de forma autónoma. Este sistema favorece en gran medida la asimilación de conceptos y procesos, y genera un gran interés por parte del alumno a seguir formándose y aprendiendo.

Como ya se ha comentado anteriormente, el método de Aronson consiste en la fabricación de grupos reducidos de cuatro personas. El área de objeto de aprendizaje se divide en tantas categorías como personas compongan el grupo. Es importante destacar que hay que darle a los alumnos tiempo para que se vayan conociendo, generen entre ellos unas normas de funcionamiento y dialoguen entre ellos. En el caso de que hubiera problemas de convivencia entre ellos, sería el profesor el que marque unas pautas a seguir. El grupo generado obtiene un nombre. Puede ser en base a una enumeración, un nombre siguiendo una temática o incluso un nombre de libre albedrío. Una vez construido los grupos, cada miembro del grupo adquiere una

responsabilidad (son ellos mismos los que lo eligen) de un tema o subtema en concreto. De esta manera, todos tienen una responsabilidad específica y adquieren un papel importante.

Cuando cada uno tiene asignado su papel, se reúne cada experto de cada tema específico que se han asignado entre ellos. De esta manera, para un tema en concreto se agrupan los expertos de cada tema, creándose un nuevo denominado “grupo de expertos” del tema asignado. En este grupo de expertos, los alumnos mantienen entre sí una relación temática donde cada uno expone su punto de vista y expone los puntos que considera de mayor importancia. Para ello, cada uno realiza una exposición o simplemente lo debaten entre ellos. Cuando todos han expuesto sus puntos de vista, generan un documento en el que ponen los puntos más importantes. Después, los expertos vuelven a su grupo original y explica al resto de componentes la información hablada en el grupo de expertos. Cada uno de los miembros se forma en el resto de temáticas de sus compañeros de tal forma que todos los miembros de cada grupo sean expertos de todas las temáticas estudiadas.

Finalmente, se redacta un informe final grupal en el que aparezcan los siguientes puntos:

- Resumen de cada parte
- Ventajas e inconvenientes que han surgido a la hora de explicar los temas específicos.
- Conclusiones finales.

A modo de esquema, las Figuras 1 y 2 representan el desarrollo gráfico de la metodología implantada.

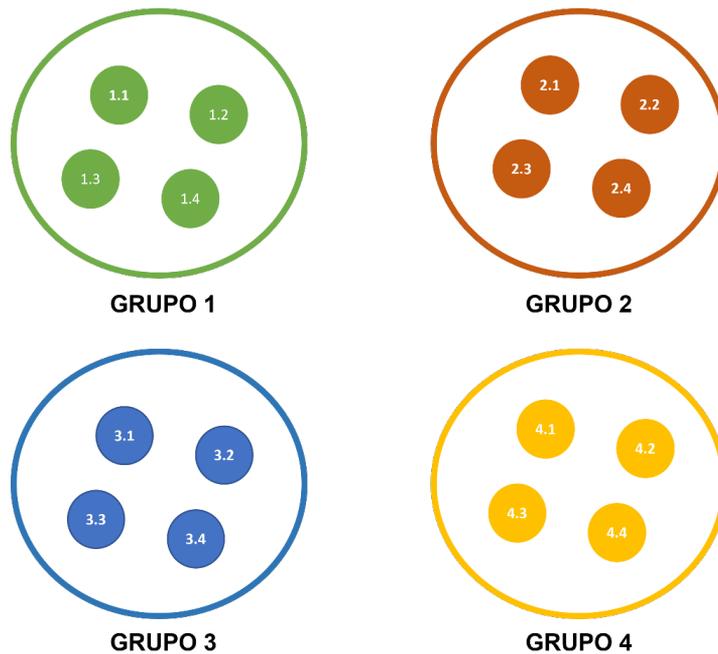


Fig. 1. Representación esquemática de los grupos originales

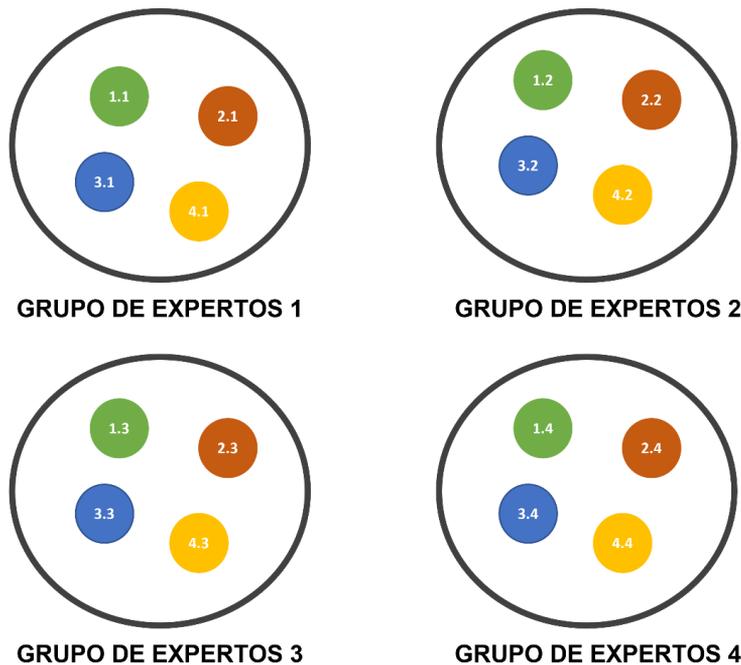


Fig. 2. Representación esquemática de los grupos expertos

Para evaluar si la metodología del puzzle de Aronson, el profesor valora el grado de conocimiento mostrado tanto por cada grupo como por cada miembro de manera individual. Para ello, se deberán tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. ¿Qué se debe evaluar?

En este punto, se considerarán aspectos como lo que cada alumno ha aportado tanto de manera grupal como de manera individual; los conocimientos adquiridos a lo largo de todo el proceso y ver el progreso desde el inicio hasta el final; actitud en la tarea asignada tanto en la asistencia como en el comportamiento en cada clase y su motivación e integración en el grupo; recursos a los que ha acudido para obtener una base y poder hacerse experto en el tema asignado y material usado por los expertos para exponer y explicar tanto a su grupo como al grupo de expertos sus conocimientos adquiridos y puntos de vista.

2. ¿Cómo llevar a cabo la evaluación?

Para esto, se utilizarán diferentes instrumentos que se llevarán a cabo en cada momento y en diferentes contextos, teniendo la certeza de que estamos valorando de manera gradual el proceso de cada alumno. La observación directa de cada uno, es lo que va a determinar que el profesor vea una progresión positiva o negativa.

3. ¿Cuándo llevar a cabo la evaluación?

Para este punto, la valoración del método del puzzle de Aronson será tanto inicial como final pasando por una evaluación continua de todo el proceso a lo largo de todas las sesiones tanto teóricas como prácticas.

La valoración inicial consistirá en un cuestionario que el profesor ha preparado para conocer los conocimientos previos y tener así una información de la que partir. En dicho cuestionario se pregunta acerca de las distintas temáticas que se abordarán, así como los futuros temas que puedan surgir.

La valoración continua será el proceso en sí. De este modo se podrán realizar modificaciones sin necesidad de esperar a que termine el proceso de aprendizaje para rectificar algo. Aquí la actitud de cada alumno juega un papel fundamental.

La valoración final será determinada por el grado de conocimiento adquirido y de madurez mostrado en todo el proceso.

Resultados

La implantación de este método da como resultado una gran información a la hora de valorar dicho método de aprendizaje. Es importante resaltar que, a lo largo de todo el desarrollo de la metodología, los alumnos se muestran muy implicados, generando de manera directa un feedback con el profesor, participando y generando un ambiente de trabajo muy positivo.

A lo largo de todo el proceso, los alumnos se ven involucrados en diferentes temas de las que inicialmente no tenían ninguna idea. Es gracias a este tipo de metodología que los alumnos obtienen, de la persona experta en cada tema, la información óptima. En este punto, el profesor vuelve a dar a los alumnos un tiempo para que debatan entre ellos los temas tratados, pudiendo hacerse preguntas en el caso de que no se entienda algo. Es importante destacar que el profesor debe controlar muy bien los tiempos que asigna para cada etapa del proceso de aprendizaje. Es importante que los alumnos tengan un tiempo para asimilar los conceptos aprendidos. No debemos olvidar que ellos adquieren una gran cantidad de información que luego van a tener que defender y aplicar tanto en las clases prácticas, en las clases teóricas, como en la vida misma si acaban en alguna empresa o en la universidad.

Al acabar la asignatura, se les pasa a los alumnos una encuesta con el fin de recopilar información sobre su opinión de la metodología implantada, así como su opinión, actitud e interés de ellos frente a este tipo de enseñanza. Esto hará que el profesor valore si la metodología ha sido positiva o negativa y, en el caso de ser negativa, qué puntos se pueden modificar. Así pues, las preguntas que se realizan son las siguientes:

Pregunta 1: ¿Has tenido anteriormente otras asignaturas en las que se utilizará el aprendizaje basado en el método del puzzle de Aronson?

Pregunta 2: ¿Recomendarías este tipo de docencia a otros alumnos?

Pregunta 3: ¿Consideras que has aprendido más con este nuevo tipo de metodología que en las clases en las que se emplea un método tradicional?

Pregunta 4: ¿Piensas que te has implicado más en esta asignatura por el tipo de metodología utilizado que en otras con una metodología tradicional?

Pregunta 5: ¿En la asignatura "Nanomateriales y Nanotecnologías" los objetivos del proyecto se te mostraron claros y concisos desde el primer momento?

Pregunta 6: ¿La planificación, duración y gestión del proyecto planteada ha sido adecuada?

Pregunta 7: ¿Estás satisfecho/satisfecha con el proyecto realizado?

Pregunta 8: Si pudieras elegir ¿desearías trabajar de modo individual?

Una vez acabado el proceso de pase de las encuestas y recopilación de las respuestas por parte de los alumnos, se obtuvieron los resultados que se exponen en la Tabla 1:

Tabla 1. Resultados de la encuesta

Pregunta	Resultados (%)		
	Si	No	Tal vez
1	5	95	-
2	93	3.5	3.5
3	95	1	4
4	97	1.5	1.5
5	100	-	-
6	85	5	10
7	94	2	4
8	3	80	17

De forma general, se muestra una alta satisfacción por parte de los alumnos tras haber experimentado la metodología docente propuesta. Los resultados obtenidos a través de la encuesta, concuerdan con el comportamiento que se observa en los alumnos a lo largo de todo el proceso, los cuales mostraron un alto interés por la asignatura. Así, se considera que este tipo de metodología es adecuado y la experiencia resulta ser positiva, mostrando los resultados que se esperaban y cumpliendo con los objetivos de la implantación de este método.

Conclusiones

Tras adoptar el método de Aronson como técnica de aprendizaje en la asignatura de Nanomateriales y Nanotecnologías en el primer curso del Máster Universitario en Ingeniería, Procesado y Caracterización de Materiales, los resultados obtenidos han sido realmente satisfactorios. Los resultados muestran tanto un cambio significativo desde el punto de vista académico como en la mejora de atención y capacidad de toma de decisiones por parte de los alumnos. Los alumnos adquieren una serie de aptitudes que les pueden ser muy útiles en el futuro, tanto en el mundo académico como en el sector privado.

Este ha sido el primer año en el que se ha implantado este método de aprendizaje y, gracias a los resultados tan positivos tras haber analizado las respuestas de los alumnos en las encuestas. Es por ello, que se va a seguir implantando en esta asignatura, ya que los resultados son muy positivos.

Como conclusión final, se puede deducir que este tipo de metodologías acercan al alumno no solo con el profesor, sino también con los propios compañeros, haciendo que sean ellos los que toman las decisiones. Así, quizás sean necesarios estos métodos en comparación a los de los métodos tradicionales, donde las clases son más repetitivas.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Universitat Politècnica de València. Convocatoria A+D. Proyectos de Innovación y Mejora Educativa” a través de proyecto con referencia PIME/21-22/264. Los autores quieren agradecer a la Universitat Politècnica de València (UPV) y al Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la UPV por su ayuda en la formación del Equipo de Innovación y Calidad Educativa (EICE) denominado "Grupo de Innovación de Prácticas Académicas (GIPA)". V. Moreno quiere agradecer a la Generalitat Valenciana - GVA por la financiación de un puesto de postdoctorado a través del programa APOSTD cofinanciado por el FSE Invirtiendo en su futuro, subvención número CIAPOS/2021/67. R. Tejada-Oliveros quiere agradecer a la UPV la subvención recibida a través del programa PAID-01-20. J. Ivorra-Martinez quiere agradecer la ayuda FPU19/01759 financiada por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por ESF invierte en tu futuro.

Referencias

- Beatriz Valdes, M. M. a. J. S. S. (2021). The impact of an escape room simulation to improve nursing teamwork, leadership and communication skills: a pilot project. *Simulation & Gaming*, 52.
- Sareh Shakerian, Z. K., Elahe Rezayof and Maryam Amadi. (2020). The Use of the Jigsaw Cooperative Learning Technique for the Health Science Students in Iran: A Meta-Analysis. *Educational Research in Medical Sciences*, 9, e102043.
- Traver, J. A., y García, R. . (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*, 229, 419-437.
- València, U. P. d. (2023). *Actualización de las competencias transversales de la UPV*. <https://www.upv.es/entidades/vecal/proyecto-de-actualizacion-de-competencias-transversales/>
- Víctor J. García-Morales, A. G.-M. a. R. M.-R. (2021). The transformation of higher education after the COVID disruption: Emerging challenges in an online learning scenario. *Frontiers in Psychology*, 12, 616059.