



# **MATERIAL 4. DESARROLLO DE PENSAMIENTO CRÍTICO EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LA TECNOLOGÍA. MICRODEBATE SOBRE LA FABRICACIÓN DE UNA ESCOBA**

María José Cano-Iglesias

Antonio Joaquín Franco-Mariscal

# 1 INTRODUCCIÓN

## PENSAMIENTO CRÍTICO

pilar fundamental en la construcción de sociedades democráticas

mentes activas, que cuestionan, analizan y reflexionan los problemas, permitiendo adquirir distintas competencias y aprendizaje permanente y activo

## ENSEÑANZA UNIVERSITARIA

- Mejora los proyectos que habitualmente realizan
- Proceso complejo formado por diferentes habilidades
- Estas habilidades escasamente se ponen en práctica en las aulas

- ★ argumentación
- ★ toma de decisiones

### Estudiantes de Ing. Industriales:

- ◆ presentan dificultades en sus capacidades argumentativas
- ◆ se deben emplear estrategias para fomentar su desarrollo

# 1

# INTRODUCCIÓN

## DEBATE

- ✓ Estrategia didáctica de interés para contribuir al desarrollo de habilidades
- ✓ Permiten organizar el pensamiento racional y afectivo ante la exposición de distintas posturas y juicios, así como emplear la persuasión y la contraargumentación.
- ✓ En enseñanzas en ingenierías ➔ permiten abordar de forma fundamentada y basándose en pruebas, diferentes problemas en los que la ciencia, la tecnología y la sociedad está implicada.



### Estudiantes de Ing. Industriales:

- ◆ presentan dificultades en sus capacidades argumentativas [3]
- ◆ se deben emplear estrategias para fomentar su desarrollo

# 1 INTRODUCCIÓN

## DEBATE

- ✓ Estrategia didáctica de interés para contribuir al desarrollo de habilidades
- ✓ Permiten organizar el pensamiento racional y afectivo ante la exposición de distintas posturas y juicios, así como emplear la persuasión y la contraargumentación.
- ✓ En enseñanzas en ingenierías ➔ permiten abordar de forma fundamentada y basándose en pruebas, diferentes problemas en los que la ciencia, la tecnología y la sociedad está implicada.



**Para fomentar estas habilidades, se ha desarrollado un programa formativo sobre pensamiento crítico para estudiantes de ingenierías industriales, que incluye como actividad el debate. Este trabajo presenta los resultados de un debate realizado en el aula.**

## Contexto y Participantes

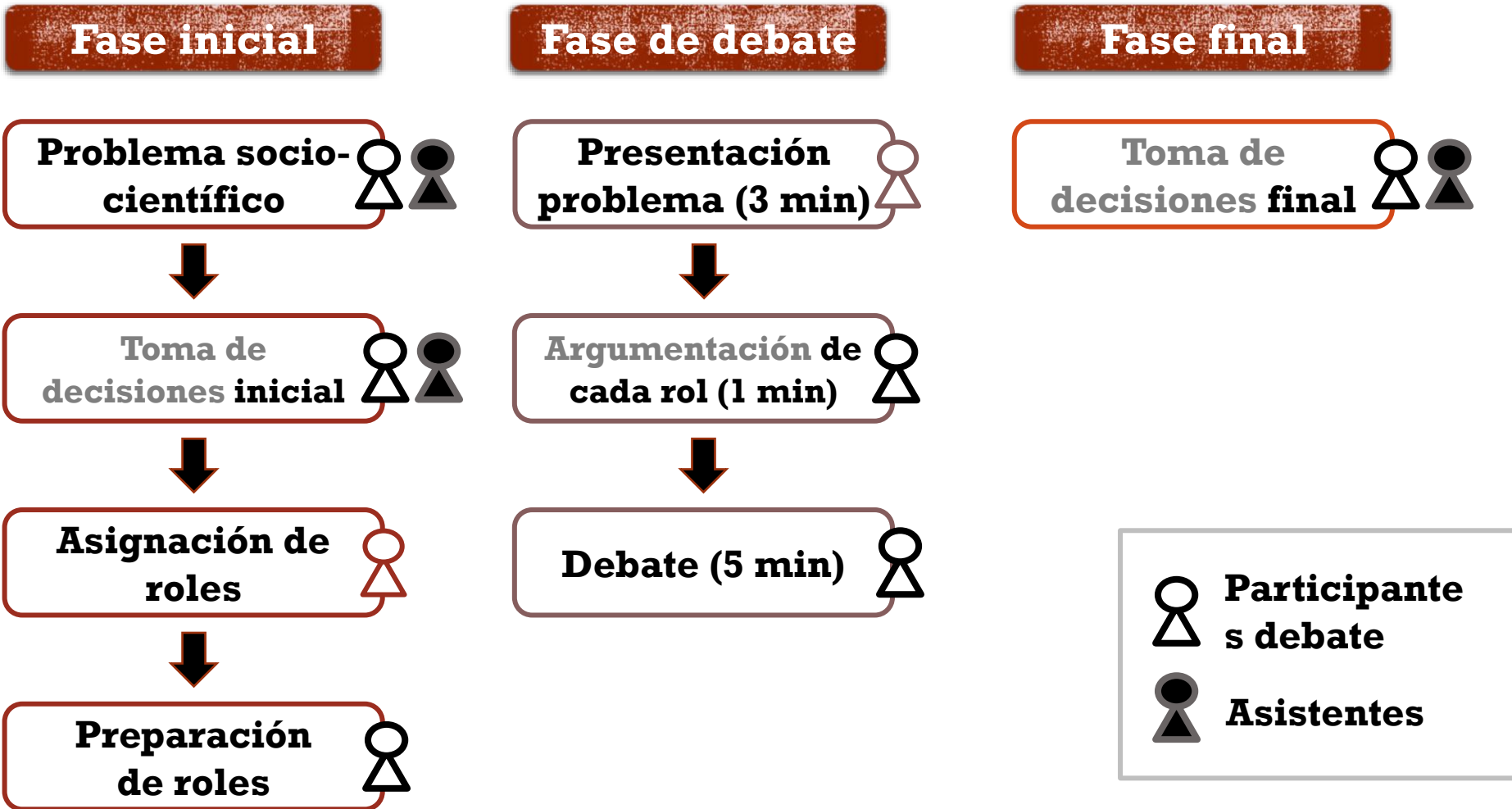
Nº ESTUDIANTES	33 estudiantes (7 mujeres y 26 hombres)
NIVEL	Ingeniería de Fabricación, de 2º curso del Grado Ing. en Tecnologías Industriales de la UMA.
CURSO	2021-22

**Actividad** ➔ *Microdebate*, un debate de corta duración entre tres alumnos en torno a un problema científico-tecnológico con carácter social:

*Para fabricar una escoba, ¿qué usarías, materiales más duraderos con una vida útil mayor, o materiales más amigables con el medioambiente sacrificando durabilidad?"*

- ➔ 11 grupos de 3 estudiantes, a los cuales se le dio una instrucción en argumentación que incluía, entre otros, el modelo de Toulmin y la adaptación de Jiménez-Aleixandre (2010) para los elementos de un argumento.
- ➔ Un estudiante desarrolla el rol de presentador, y los otros dos defienden posturas opuestas.

## Descripción de la actividad



**Análisis de argumentos**

➔ **ANÁLISIS CUALITATIVO**

➔ Análisis de tomas de decisiones antes y después, análisis de fuentes empleadas por debatientes

➔ **ANÁLISIS CUANTITATIVO**

➔ Rúbrica ➔ argumentos ➔ pruebas, justificación y conclusión

<b>CONCLUSIÓN</b>				
0: No alcanza ninguna		1: Duda	2: Conclusión adecuada y precisa	
<b>PRUEBAS</b>				
<b>Número de pruebas</b>				
0 (No pruebas)	1 prueba	2 pruebas	3 pruebas	4 pruebas
<b>Tipos de pruebas</b>				
Tipo económico		Tipo medioambiental		Tipo FQM
0-3	0-3	0-3		
<b>Tipo Ideas personales o experiencias vividas</b>				
0: No emplea	1 Idea personal o exp. vivida		2 ideas personales o exp. vividas	
<b>JUSTIFICACIÓN</b>				
0: No hace ninguna justificación		1: Justificación que no relaciona pruebas con conclusión		2: Justificación que relaciona las pruebas con la conclusión

## Análisis de argumentos

### ➔ ANÁLISIS CUALITATIVO

- ➔ Análisis de tomas de decisiones antes y después, análisis de fuentes empleadas por debatientes

### ➔ ANÁLISIS CUANTITATIVO

- ➔ Rúbrica ➔ argumentos ➔ pruebas, justificación y conclusión

N. argumentativos	Características
Nivel 1	argumentos como descripción simple de la vivencia.
Nivel 2	argumentos en los que se identifican con claridad pruebas y conclusión
Nivel 3	argumentos identificados con claridad pruebas, conclusiones y justificación
Nivel 4	Nivel 3 + cualificadores o respaldo teórico.
Nivel 5	Nivel 4 + contraargumento(s).

# 3

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Toma de decisión inicial

**78,8% a favor del medio ambiente**



**21,2% a favor de vida útil mayor**

*“A favor de los materiales amigables con el medio ambiente. Pienso que sí contribuimos con el medio ambiente ganamos todos” (Estudiante 10).*

*“A favor de los materiales más duraderos. Cuanto más duradero sea, menos fabricación tendrá, por lo cuál menos contaminación” (Estudiante 18).*

*“A favor de los materiales amigables con el medio ambiente. Es importante para la economía que los productos no sean muy duraderos” (Estudiante 6).*

*“A favor de los materiales más duraderos. Yo como consumidor los busco es que sea más duradero” (Estudiante 11).*

CONCLUSIÓN ➔ Nivel 2 (Rúbrica)  
PRUEBAS ➔ 2 Pruebas (FQM., Eco.)  
JUSTIFICACIÓN ➔ Nivel 0 (Rúbrica)

CONCLUSIÓN ➔ Nivel 2 (Rúbrica)  
PRUEBAS ➔ 1 Prueba (FQM.)  
JUSTIFICACIÓN ➔ Nivel 0 (Rúbrica)

# 3

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Microdebate

Rol	Argumento
Presentador	<ul style="list-style-type: none"><li>• “La escoba más empleada hoy día es la plana, que fue inventada por Shakers en el siglo IXX.”</li><li>• “El método de fabricación de las escobas no ha cambiado en los últimos 40 años”</li><li>• “Aunque existen varios modelos de escoba, en todos se emplean dos grandes familias de materiales, los tradicionales, [...] amigables con el medioambiente y materiales que buscan la durabilidad del producto...”</li><li>• “Según un estudio de 2014 realizado en Oxford, en Europa, la escoba más utilizada es la artesanal” (fake news)</li></ul>

# 3

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Microdebate

Rol	Argumento
<b>Presentador</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>“La escoba más empleada hoy día es la plana, que fue inventada por Shakers en el siglo IXX ”</li></ul>

Rol	Argumento
<b>Estudiante a favor de materiales duraderos</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>“La mayoría de la gente opta siempre por los productos que facilitan la vida diaria y hacen que sea más cómoda. Por ello una de las características que se busca [...] es la durabilidad de lo que se está obteniendo. Las personas siempre van a buscar que lo que tienen dure lo máximo posible, y a partir de ahí se empezarán a tener en cuenta otras características.”</li><li>“La propia durabilidad se relaciona con el coste. [...] aunque el precio inicial puede que sea un poco más alto [...], a la larga se nota en el bolsillo [...].”</li><li>“Es cierto que se fabrican productos amigables con el medio ambiente, pero el volumen de producción es mucho más pequeño que el de productos con materiales convencionales. [...].”</li></ul>

# 3

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Microdebate

Rol	Argumento
<b>Presentador</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“La escoba más empleada hoy día es la plana, que fue inventada por Shakers en el siglo IXX ”</li> </ul>

Rol	Argumento
<b>Estudiante a favor de materiales duraderos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“La mayoría de la gente opta siempre por los productos que facilitan la vida diaria y hacen que sea más cómoda. Por ello una de las características que se busca [...] es la durabilidad de lo que se está obteniendo. Las personas siempre van a buscar que lo que tienen dure lo máximo posible,</li> </ul>

Rol	Argumento
<b>Estudiante a favor de materiales amigables con el medioambiente</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>“Los materiales amigables contribuyen a la reducción de los niveles de contaminación, a la reducción de las sustancias químicas peligrosas o potencialmente peligrosas [...], a la reducción de desechos de plásticos que la naturaleza no puede asimilar [...]”.</li> <li>“Además de que se ayuda a la economía en general, impulsa redes de comercio alternativo que fomentan el respeto por el medioambiente.”</li> <li>“Materiales como el bambú ofrecen durabilidad siendo ecológicos y sostenibles”.</li> </ul>

# 3

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

66,7% a favor del medio ambiente



60,6% mantuvo esta postura tras el debate

6,1% cambiaron de decisión a amigables

33,3% a favor de vida útil mayor



15,1% mantuvo esta postura tras el debate

18,2% cambiaron de decisión a duraderos

### Toma de decisión final

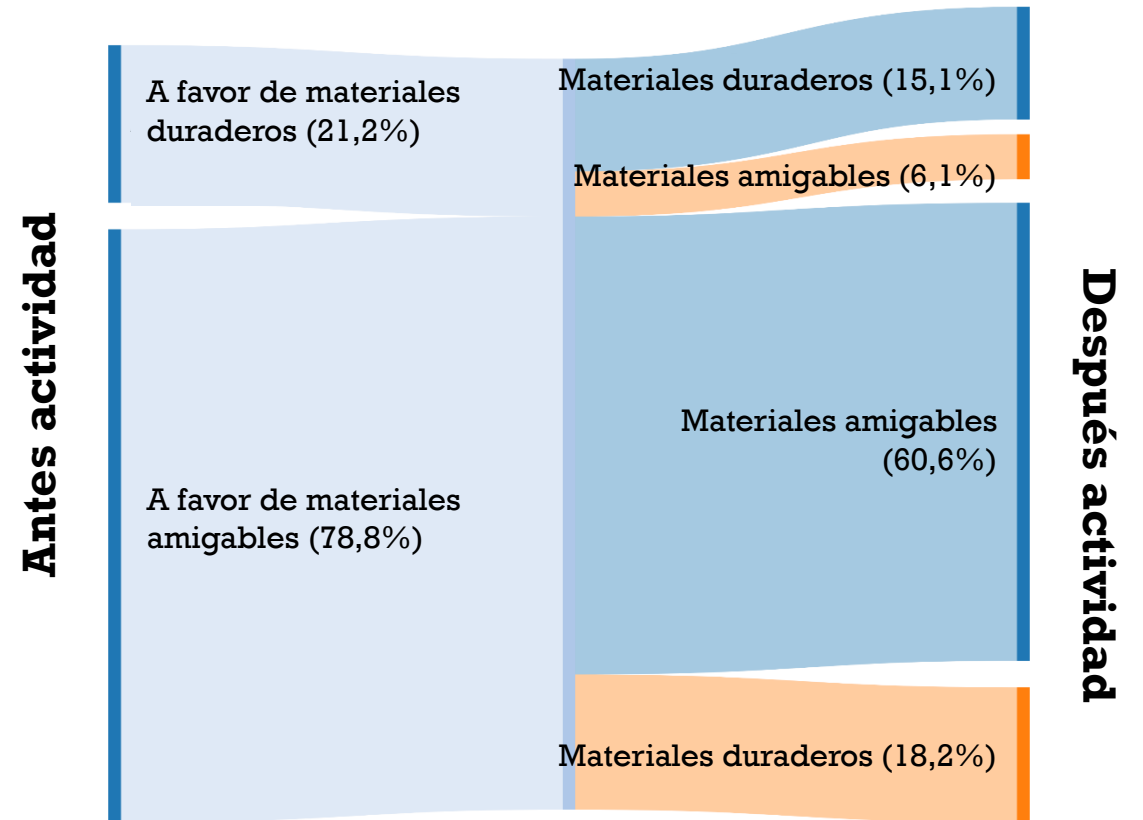


Diagrama Sanke

# 3

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Toma de decisión final

66,7% a favor del medio ambiente



60,6% mantuvo esta postura tras el debate

6,1% cambiaron de decisión a amigables

33,3% a favor de vida útil mayor



15,1% mantuvo esta postura tras el debate

18,2% cambiaron de decisión a duraderos

*“Utilizaría materiales más amigables con el medioambiente ya que por muy duraderos que sean los otros materiales por tema de higiene al final se acabarían desechando” (Estudiante 6).*

CONCLUSIÓN ➔ Nivel 2 (Rúbrica)

PRUEBAS ➔ 2 Pruebas (FQM, Salud.)

JUSTIFICACIÓN ➔ Nivel 2 (Rúbrica)

*“Prefiero materiales más duraderos, ya que si no se rompe no hace falta comprar otra, ni fabricar ni contaminar más. A la larga es más económico” (Estudiante 2).*

CONCLUSIÓN ➔ Nivel 2 (Rúbrica)

PRUEBAS ➔ 3 Pruebas (FQM, Amb., Eco.)

JUSTIFICACIÓN ➔ Nivel 2 (Rúbrica)

# 4 CONCLUSIONES

- ✓ Este trabajo ha mostrado una actividad sobre debates con gran potencial para enseñar a ingenieros industriales habilidades de argumentación y toma de decisiones en problemas socio-científicos.
- ✓ Los cambios de postura producidos ponen de manifiesto el efecto del debate en el alumnado y la importancia de disponer de información para tomar una decisión.
- ✓ Los resultados obtenidos revelan que los estudiantes necesitan seguir mejorando estas dos habilidades del pensamiento crítico, en particular, la argumentación.
- ✓ Línea de mejora: la realización tras el debate de un análisis de los argumentos utilizados donde se identificarían, en gran grupo, las pruebas presentadas, la justificación y la conclusión.

- Acar, O., Turkmen, L. & Roychoudhury, A. (2010). Student difficulties in socio-scientific argumentation and decision making research findings: Crossing the borders of two research lines. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1191–1206
- Benegas, J. (2013). *El aprendizaje activo de la Física Básica Universitaria*. Santiago de Compostela: Andavira.
- Blanco, A., España, E. & Franco-Mariscal, A.J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice, Rev. Educ. Cient.*, 1(1), 107-115.
- Caro, S. & Reyes, J. (2003). Prácticas docentes que promueven el aprendizaje activo en ingeniería civil. *Revista de Ingeniería*, 18, 48-55.
- Carrillo, S. & Nevado, K. (2017). El debate académico como estrategia didáctica para la formación de competencias argumentativas y la aproximación al diálogo científico. *Rastros Rostros*, 34(19), 18-30.
- Erduran, S. (2008). Methodological foundations in the study of argumentation in science classroom. In: M. P. Jiménez-Alexandre y S. Erduran (Eds.), *Argumentation in Science Education. Perspectives from classroom-based research* (pp. 47-69). Springer.
- Hamouda, A.M.S. y Tarlochan, F. (2015). Engaging Engineering Students in Active Learning and Critical Thinking through Class Debates. *Procedia, Social and Behavioral Sciences*, 191, 990 – 995.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 Ideas Clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: Graó.



# MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i del Plan Nacional, referencia PID2019-105765GA-I00, titulado “*Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias*”, financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España en 2019.