

# Análisis del aprendizaje y autoeficacia de las controversias socio-científicas (SSI) de futuros maestros de primaria en una formación inicial

Garrido Espeja, A., Couso Lagarón, D.

*CRECIM (Centre de Recerca per la Educació Científica i Matemàtica) Universitat Autònoma de Barcelona. [agarridoespeja@gmail.com](mailto:agarridoespeja@gmail.com)*

## RESUMEN

En el presente estudio, parte del proyecto PreSEES, se ha diseñado e implementado una formación inicial de futuros maestros sobre las controversias socio-científicas (SSI) y su enseñanza en el aula de primaria. La inclusión actividades SSI en la enseñanza de ciencias es particularmente adecuada para la comprensión *de* ciencias y *sobre* ciencias, y para desarrollar habilidades como la argumentación y el pensamiento crítico. La formación está basada en resultados de investigación sobre desarrollo profesional del profesor novel y sobre SSI. Resultados preliminares muestran que la formación posibilita la evolución de los futuros maestros en su comprensión respecto los SSI y en su percepción de la auto-eficacia respecto a su enseñanza. El reto es ver si estos resultados se traducen en la capacidad de diseñar e implementar actividades SSI en aulas de primaria reales, y conocer las dificultades que aparecen en el proceso.

## Palabras clave

Controversias socio-científicas, ciencia en la vida cotidiana, formación inicial de maestros

## INTRODUCCIÓN

La propuesta formativa presentada se encuentra enmarcada dentro del proyecto europeo PreSEES<sup>1</sup> (Preparing Science Educators for Everyday Science). El objetivo del proyecto consiste en involucrar a maestros de primaria en formación inicial en discusiones críticas sobre temas actuales de ciencias a través de controversias socio-científicas (SSI, siglas en inglés) y prepararlos para enseñarlas.

Los SSI son temas o cuestiones socialmente controvertidas (o socialmente vivas) con un componente científico, que incorporan otros intereses y disciplinas (políticos, económicos, éticos, etc.) y que implican la evaluación de aspectos morales y éticos (Evagorou, Jimenez-aleixandre, y Osborne, 2012; Zeidler y Nichols, 2009).

La sociedad actual se enfrenta continuamente con controversias científicas que plantean dilemas políticos y morales, como los transgénicos (OGM), las nano-tecnologías o el cambio climático. La educación científica debería proveer oportunidades para que los alumnos experimenten la ciencia en contextos análogos a los contextos que se encontrarán fuera de la escuela, con el objetivo de conseguir la alfabetización científica de todos los ciudadanos (Albe, 2007; Sadler y Zeidler, 2009).

En este sentido, los SSI pueden ser un buen contexto para ello, ya que permiten a los estudiantes comprender la importancia de la ciencia en la vida cotidiana, profundizar en cómo la gente usa la ciencia y desarrollar la capacidad de ser consumidores críticos de

la información científica (Kolsto, 2001). Además, los SSI promueven la participación en la discusión y el debate, proporcionando un marco adecuado para la comprensión de la información científica y de la naturaleza de las ciencias así como para desarrollar habilidades de pensamiento de orden superior de argumentación y pensamiento crítico (Evagorou et al., 2012; Zeidler y Nichols, 2009).

A pesar de estos reconocidos beneficios, los SSI no se incorporan de forma habitual en el aula de ciencias, menos aún en primaria en la que a priori parecen suponer un gran reto para maestros y alumnos. No hay que olvidar que en general los conocimientos científicos se presentan como saberes estandarizados e indiscutibles (Jiménez-Alexandre, 2010), y que cambiar esta concepción requeriría una formación de los maestros al respecto.

En la literatura del ámbito se ha hecho hincapié en el estudio de los SSI respecto la toma de decisiones de los estudiantes, la comprensión conceptual o el interés en la ciencia, entre otros. Sin embargo, existen muy pocas investigaciones en el ámbito de la formación del profesorado o sobre las dificultades para enseñar SSI en el aula, menos a nivel de primaria. A nivel de secundaria se ha visto que los profesores no hacen la conexión entre la ciencia y la vida cotidiana, ya que les resulta difícil coordinar los datos científicos y los aspectos sociales del problema, al dar incertidumbre a las discusiones (Zeidler, Sadler, Simmons, y Howes, 2005). Cómo orientar esta formación, que dificultades aparecen y qué resultados se obtienen, en concreto a nivel de primaria, no es un conocimiento disponible. Es en esta dirección que el presente estudio quiere contribuir.

## **OBJETIVOS**

Frente a la problemática presentada, nos planteamos tres objetivos:

1. Diseñar e implementar una formación inicial de maestros de primaria en SSI.
2. Investigar la evolución de los futuros maestros en su aprendizaje de SSI y su auto-eficacia para enseñarlo.
3. Investigar su capacidad real de llevarlo al aula de primaria y sus dificultades.

## **DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO**

A continuación se explica el estado actual de la investigación, el trabajo llevado a cabo hasta el momento y el trabajo a realizar cuyos resultados se presentarán en el congreso.

### **Diseño e implementación de la propuesta formativa**

Dentro del proyecto PreSEES, se han diseñado, mediante colaboración entre expertos internacionales, tres módulos formativos, los cuales se han traducido, modificado y adaptado a nuestro contexto nacional, y que tienen los siguientes objetivos didácticos:

1. Comprender qué son las SSI y qué características tienen, centrándose en trabajar en el aula las ideas de controversia, incertidumbre y tipo de argumentaciones.
2. Reflexionar sobre la enseñanza de las SSI, concretamente los motivos para incorporar actividades SSI en el aula de primaria y los aspectos a tener en cuenta a la hora de diseñar e implementarlas.
3. Diseñar e implementar actividades SSI en primaria y reflexionar sobre el proceso.

La formación está basada en resultados de investigación sobre desarrollo profesional del profesor novel, haciendo experimentar a los futuros maestros, como estudiantes, lo que

ellos después tendrán que enseñar, y trabajando los aspectos didácticos con propuestas de aula ejemplares. Respecto al contenido, la formación enfatiza la importancia del reconocimiento de los aspectos controvertidos e inciertos inherentes a las cuestiones socialmente vivas, al tiempo que se da importancia a la práctica científica de la argumentación trabajando los distintos argumentos que se dan en un contexto de debate sobre SSI.

Estos módulos se han implementando entre diciembre 2013 y febrero 2014, con un grupo de 17 alumnos de 4º curso de grado de primaria de la UAB, a lo largo de 3 sesiones de formación dentro de la asignatura de Prácticum IV (sesiones 1, 2 y 3). Durante el periodo marzo-abril 2014 se han llevado a cabo tres sesiones más para diseñar e implementar sus actividades en el aula de primaria: una sesión de diseño de actividades (en grupo pequeño, sesión 4), seguido de un tiempo de diseño con la guía del equipo formador, otra sesión (uno o varios días) donde los alumnos implementaron sus actividades en el aula (individual, sesión 5) y finalmente una sesión de reflexión final (pequeño grupo, sesión 6) donde se reflexionaba sobre sus implementaciones raíz del visionado de los vídeos (Figura 1).

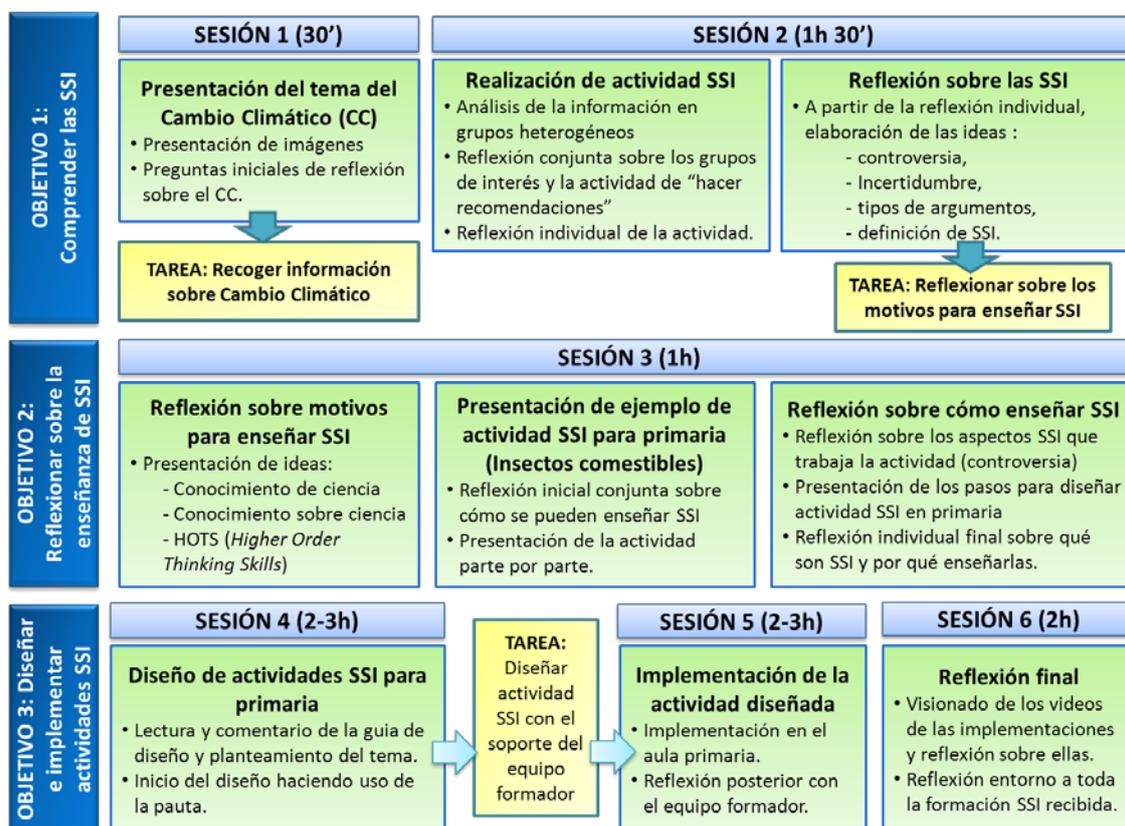


Figura 1: Esquema de las actividades realizadas a lo largo de la formación.

## Investigación de la evolución de los futuros maestros en su aprendizaje de SSI y su auto-eficacia

Para conocer el aprendizaje de SSI que hacen los futuros maestros a lo largo de la formación, se han recogido datos de diversa naturaleza durante la formación: producciones del alumnado (como reflexiones individuales y tareas de clase) y grabaciones de vídeo y audio de las discusiones en el aula de la formación. El total de alumnos analizados son 13, aquellos que han respondido a todas las reflexiones individuales y han entregado las tareas de clase seleccionadas para el análisis.

De estos datos se han seleccionado los episodios donde se explicita el modelo de SSI de los alumnos, identificando momentos de cambio. Estos episodios, considerados unidades de análisis, se han categorizado en un sistema de categorías construido a partir de las características de los SSI definidas en la literatura (Albe, 2007; Evagorou et al., 2012; Kolsto, 2001; Sadler y Zeidler, 2009), las cuales incluyen las ideas de controversia, incertidumbre y tipos de argumentación. A modo de ejemplo se muestran las categorías usadas para el análisis de la controversia (Tabla 1).

<b>Categorías de CONTROVERSIA</b>
C1. Menciona la idea de controversia en términos generales (identifica que hay diferentes argumentos o posiciones respecto un tema).
C2. Identifica la controversia como un conflicto de posiciones entre ciencia y sociedad.
C3. Identifica la controversia como diversidad de posiciones entre diferentes actores/disciplinas de la sociedad (ej. política, económica, ética, ecológica)
C4. Identifica la controversia como diversidad de posiciones dentro de la ciencia (la comunidad científica)

*Tabla 1: Categorías de análisis de la controversia.*

Para conocer el cambio de los futuros maestros en su percepción de auto-eficacia para enseñar SSI, se ha utilizado como instrumento de recogida y análisis de datos una modificación del conocido test STEBI-B (*Science Teaching Efficacy Belief Instrument-Pre-service*), el cual se utiliza para medir la auto-eficacia en la enseñanza de las ciencias y la expectativa de los resultados en futuros maestros de primaria (Riggs y Enochs, 1990). Este test, el cual tiene un formato de 25 frases/ítems con 5 puntos en la escala Likert, se ha modificado ligeramente para adaptarlo al contenido específico de SSI, y se ha pasado a los 17 alumnos antes de comenzar la formación (antes de la sesión 1) y después de acabar la formación dentro del prácticum IV (después de la sesión 3). Se prevé volver a pasar el cuestionario al finalizar toda la formación en SSI (después de la sesión 6), para conocer su auto-eficacia no solo después de recibir la formación teórica, sino también después de haberse enfrentado al reto de llevarlo al aula.

Para determinar si ha habido cambios en la autoeficacia de los alumnos antes y después de la formación, hemos realizado un análisis tipo “t student” con aquellos alumnos que han respondido a todos los ítems (N=13).

### **Investigar su capacidad para llevarlo al aula**

El diseño e implementación de actividades SSI ya no forma parte del prácticum IV, sino que se realiza de forma voluntaria por los alumnos que desean profundizar en ésta temática. Por ese motivo, el número de alumnos participante (y por tanto nuestra muestra) final es menor, de 5 alumnos.

Para conocer la capacidad de estos futuros maestros en transferir sus conocimientos de SSI en el aula de primaria, así como sus dificultades, se han recogido los siguientes datos: grabaciones de vídeo de las sesiones de diseño (sesión 4), versiones de las actividades diseñadas (tarea), grabaciones de vídeo del aula de primaria (sesión 5), grabación de la reflexión posterior (sesión 6), y un cuestionario final. A partir de estos datos, se analizarán qué aspectos de las SSI (controversia, incertidumbre, tipos de argumentos, etc.) y de qué forma los futuros maestros son capaces de incorporar en sus diseños de actividades y de implementar eficazmente con los alumnos de primaria. Así

mismo, se identificarán las dificultades y retos que el futuro profesorado ha experimentado a lo largo del proceso.

## RESULTADOS

### Diseño e implementación de la propuesta formativa

Los tres módulos de formación generales diseñados dentro del proyecto PreSEES, así como el marco de enseñanza-aprendizaje utilizado para su diseño, están disponibles en la [página web del proyecto](#) y han sido publicados en una revista del ámbito (Evagorou et al., 2014). A continuación (Figura 2) se muestran dos ejemplos de actividades incluidas en la formación. La primera propone una reflexión individual de la actividad SSI realizada sobre el cambio climático (sesión 2). La segunda presenta la contextualización de una actividad sobre insectos comestibles, a modo de ejemplo de actividad SSI que podría realizarse en el aula de primaria (sesión 3).

**Tasca a fer: Reflexionem sobre l'activitat**

Després de realitzar aquesta activitat sobre l'escalfament global, respon les següents preguntes individualment:

1. Quina és la teva opinió personal sobre l'escalfament global ara? En què s'ha modificat la teva opinió, si ho ha fet, respecte el que pensaves abans de l'activitat?
2. A l'hora de prendre una decisió concreta sobre l'escalfament global, com ara fer una llei, quins reptes apareixen?
3. Quin tipus d'arguments donen els diferents grups d'interès respecte d'un tema controvertit?
4. Tenint en compte tot l'anterior, què és, per a tu, una controvèrsia socio-científica (SSI) (escriu una definició) Utilitzar Document 1.4.

**1. Contextualització**

"La ONU proposa menjar insectes per combatre la fam."



1. Què penses de les imatges?
2. Què saps sobre el tema dels insectes comestibles? Has sentit a parlar o llegir qualsevol cosa relacionada amb aquest tema?
3. Quina és la teva opinió sobre menjar insectes?
4. Per què creus que la gent menja insectes? Per què hauries tu de menjar insectes?

Figura 2: Ejemplos de actividades incluidas en los módulos de formación (izquierda: sesión 2, derecha: sesión 3).

En relación a la implementación de la propuesta formativa, en general se ha observado una actitud positiva del alumnado hacia la formación recibida, atípica en el contexto de una asignatura de Prácticum (donde no se acostumbran a introducir contenidos nuevos) y un interés en el aprendizaje de los SSI. El alumnado ha participado de forma activa en las sesiones, dando su opinión y realizando las tareas que se pedían.

### Evolución de los futuros maestros en su aprendizaje de SSI

El análisis inicial de los datos muestra una evolución importante en "qué entienden los futuros maestros por SSI", en concreto respecto una comprensión más sofisticada de la idea de controversia en sus reflexiones. A modo individual, apreciamos que algunos alumnos han mejorado en uno, dos o hasta tres niveles en relación a las categorías de controversia definidas, mientras que otros se han mantenido en el mismo nivel de categorías (Tabla 2). En términos generales, aún así,

Alumno	pre	post
1	C2	C3
3	C1	C3
5	C1	C3
6	C1	C4
7	C2	C2
8	C2	C4
11	C4	C4
12	C1	C3
13	C1	C1
14	C2	C2
15	C1	C1
16	C1	C3
17	C1	C1

se aprecia una mejora en su comprensión de la controversia, pasando de un nivel medio inicial de 1,5 a un nivel final de 2,6.

<b>Media</b>	1,5	2,6
--------------	-----	-----

*Tabla 2: Niveles de categorías de controversia en las que se encuentran los estudiantes al principio (pre) y al final (post) de la formación en el Prácticum IV.*

A modo de ejemplo, mostramos las respuestas de dos alumnos en sus reflexiones iniciales y finales (Tabla 3). El alumno 2 (A2) pasa de mencionar la controversia simplemente como diferentes argumentos o posiciones respecto un tema (C1) a identificar la controversia entre diferentes actores/disciplinas de la sociedad (C3). El alumno 8 (A8), por su parte, en la reflexión final ha mencionado no sólo la controversia entre el conocimiento científico y otros ámbitos de la sociedad (C2) sino también la propia controversia dentro de la ciencia y el conocimiento científico actual (C4).

	<b>Reflexión inicial</b>	<b>Reflexión final</b>
A.2	"Supongo que sería como un conflicto de ideas. Es decir, a partir de un tema de relevancia social pueden existir diferentes posiciones o desacuerdos conflictivos, como en la independencia de Cataluña o el aborto." (C1)	"Son temas científicos sin una respuesta correcta (o solución) en el que hay diferentes posiciones (a favor o en contra) y que afecta a diferentes sectores (economía, política, sociedad...) como el aborto, el cambio climático o las células madre." (C3)
A.8	"Incoherencias entre lo que se dice desde una perspectiva social y científica sobre un tema." (C2)	"Son temas o problemas relevantes actuales que se ven desde diferentes visiones científicas y que la ciencia no tiene una única respuesta. Por lo tanto, se crean dudas y surgen diferentes puntos de vista." (C4)

*Tabla 3: Respuesta inicial y final (antes y después de la formación) de los alumnos 2 y 8 a la pregunta: "¿A qué crees que nos referimos cuando hablamos de controversias socio-científicas?"*

Respecto a la incertidumbre y los tipos de argumentos se está haciendo un análisis similar y los resultados se presentarán en el congreso.

### **Evolución de los futuros maestros en su auto-eficacia**

En relación a su auto-eficacia, es decir, si los futuros maestros se sienten capaces de enseñar SSI con sus alumnos, se ha observado un cambio significativo entre sus respuestas antes y después de la formación ( $t_{12} = -4.357$ ,  $p = 0.001$ ). La Tabla 4 muestra a modo de ejemplo, las respuestas dadas por el alumnado antes y después de la formación (pre-test y post-test) a dos de las frases/ítems del test de auto-eficacia y el cambio que se da.

Alumno	Pre-test		Post-test		Cambio
	Preg. 1	Preg. 2	Preg. 1	Preg. 2	
1	2	2	4	3	1.5
3	2	2	5	4	2.5
5	3	3	2	3	-0.5
6	3	2	3	3	0.5
7	2	4	1	4	-1
8	3	3	4	3	0.5
9	5	4	4	---	-0.5
10	4	3	3	3	-0.5
11	4	4	4	4	0

Pregunta 1 (5 del test): "Conozco los pasos necesarios para enseñar SSI de manera efectiva"

Pregunta 2 (12 del test): "Entiendo los SSI lo suficientemente bien como para enseñar de manera eficaz en el aula".

Los 5 puntos en la escala Likert son los siguientes: 5 = Muy de acuerdo, 4 = De acuerdo, 3 = Indiferente, 2 = Desacuerdo, 1 = Muy en desacuerdo.

13	3	4	3	4	0
15	2	3	4	3	1
16	2	3	3	3	0.5
17	2	---	2	3	0.5
Media	2,8	2,8	3,2	3,1	0,4

Tabla 4: Puntuación de las respuestas del alumnado antes (pre-test) y después (post-test) de la formación en dos de los ítems del test de autoeficacia STEBI-B (Riggs y Enochs, 1990).

En este sentido, los siguientes pasos de la investigación analizarán cómo se modifica tanto la comprensión de SSI como la percepción de autoeficacia del alumnado en participar activamente en el diseño e implementación de actividades de aula del tema.

## CONCLUSIONES

Los resultados hasta el momento indican un aumento moderado de la comprensión de los futuros maestros de SSI respecto a la idea de controversia, y esto se puede relacionar con un aumento significativo del nivel de autoeficacia, lo que apunta a un impacto positivo de la formación. Sin embargo, se requiere mirar si esta mayor comprensión y complejidad de respuestas se da también en otros aspectos de las SSI como pueden ser la incertidumbre, los tipos de argumentos, etc. Así mismo, se investigará el nivel de autoeficacia del alumnado tras el diseño e implementación de las actividades, para ver si este incremento se mantiene o disminuye, ya que es posible que el profesorado se sienta menos capaz de llevar a cabo actividades SSI en el aula de primaria después de haber experimentado las dificultades reales que aparecen a la práctica. Por último, en el congreso también presentaremos los resultados sobre los tipos de actividades SSI que los alumnos proponen y cómo las diseñan e implementan en el aula, identificando las dificultades y retos que aparecen en el camino.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albe, V. (2007). Students' positions and considerations of scientific evidence about a controversial socioscientific issue. *Science & Education*, 17(8-9), 805–827.
- Evagorou, M., Albe, V., Angelides, P., Couso, D., Chirlesan, G., Evans, R., ... Nielsen, J. A. (2014). Preparing pre-service science teachers to teach socio-scientific (SSI) argumentation. *Science Teacher Education*, 69, 39–47.
- Evagorou, M., Jimenez-aleixandre, M. P., y Osborne, J. (2012). "Should We Kill the Grey Squirrels?" A Study Exploring Students' Justifications and Decision-Making. *International Journal of Science Education*, 34(3), 401–428.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Barcelona: GRAO.
- Kolsto, S. D. (2001). Scientific Literacy for Citizenship: Tools for Dealing with the Science Dimension of Controversial Socioscientific Issues. *Science Education*, 85(1), 291–310.
- Riggs, I., y Enochs, L. (1990). Toward the development of an elementary teacher's science teaching efficacy belief instrument. *Science Education*, 74, 625–638.
- Sadler, T. D., y Zeidler, D. L. (2009). Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(8), 909–921.

Zeidler, D. L., y Nichols, B. H. (2009). Socioscientific Issues: Theory and Practice. *Journal of Elementary Science Education*, 21(2), 49–58.

Zeidler, D. L., Sadler, T. D., Simmons, M. L., y Howes, E. V. (2005). Beyond STS: A research-based framework for socioscientific issues education. *Science Education*, 89(3), 357–377.

---

<sup>i</sup> El proyecto **PreSEES** está financiado por la UE (Comenius / Life Long Learning) con referencia 527602-LLP-1-2012-1-CY-COMENIUS-CMP