

## ESTUDIO LONGITUDINAL DE LAS ACTITUDES EN DOCENTE DE CIENCIAS NATURALES EN EJERCICIO A PARTIR DE CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS

### *Longitudinal study of teaching attitudes of natural sciences in exercise from socio-scientific issues*

Marcelo Augusto SALICA  
*Universidad Nacional del Comahue. Facultad de Ciencias de la Educación  
Argentina*  
Correo-e: [marcelo\\_salica@face.uncoma.edu.ar](mailto:marcelo_salica@face.uncoma.edu.ar)

Recibido: 09/08/2018; Aceptado: 04/12/2018; Publicado: 30/12/2018  
Ref. Bibl. MARCELO AUGUSTO SALICA. Estudio longitudinal de las actitudes en docente de ciencias naturales en ejercicio a partir de cuestiones sociocientíficas. *Enseñanza & Teaching*, 36, 2-2018, 71-90.

RESUMEN: La formación docente en ejercicio constituye un campo de estudio altamente desafiante y de gran relevancia para quienes tienen la responsabilidad de diseñar las políticas educativas. Uno de los problemas encontrados consiste en la baja probabilidad de contar con un número representativo de participantes para su estudio y que resulte sostenible en el tiempo para su seguimiento. Las metodologías más frecuentes de los últimos tiempos son las denominadas estudios de casos y de acción-investigación. Estos incluyen recogida de datos en un tiempo muy acotado y con grupos muy reducidos. Los especialistas reconocen que el profesorado es la clave a la hora de entender la dinámica del cambio y de pensar los escenarios educativos futuros. Esto implica que los dispositivos de formación para el desarrollo profesional del profesorado contemplen los nuevos desafíos. Para ello, el estudio longitudinal fortuito y de cohorte constituye una metodología basada en medidas repetidas en tres momentos en un periodo de tiempo prolongado (un año). El objetivo de este diseño de investigación busca conocer los cambios en las actitudes durante el desarrollo profesional del profesorado de ciencias naturales en ejercicio

y el fortalecimiento del pensamiento crítico a partir de las cuestiones sociocientíficas y fundamentadas en la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología. Los resultados indican que los cambios en las actitudes son un constructo dinámico, con mejoras hacia el final del tiempo de formación, incluyendo las habilidades del pensamiento crítico. Se encuentran dos modelos estadísticos bien definidos para la idea de ciencia y la naturaleza del conocimiento científico, este último atravesado por una zona de reconceptualización cognitiva. Se evalúa la relevancia del modelo estadístico longitudinal en relación a las características del contexto sociopolítico y de la investigación.

*Palabras clave:* estudio longitudinal; formación docente; conocimiento didáctico del contenido; naturaleza del conocimiento científico; pensamiento crítico.

**SUMMARY:** In-service teacher training is a highly challenging field of study, and of great relevance to those responsible for designing educational policies. One of the problems found is the low probability of having a representative number of participants for their study and that is sustainable in time for follow-up. The most frequent methodologies of recent times are the so-called case studies and action-research studies. These include data collection in a very limited time, and with very small groups. The specialists recognize that teachers are the key when it comes to understanding the dynamics of change and thinking about future educational scenarios. This implies that the training devices for the professional development of teachers contemplate the new challenges. For this, the fortuitous and cohort longitudinal study constitutes a methodology based on repeated measures in three moments in a prolonged period of time (one year). The objective of this research design seeks to know the changes in attitudes during the professional development of practicing natural sciences teachers and the strengthening of critical thinking based on socio-scientific issues and based on the Nature of Science and Technology. The results indicate that changes in attitudes is a dynamic construct, with improvements toward the end of training time, including critical thinking skills. There are two well-defined statistical models for the idea of science and the nature of scientific knowledge, the latter crossed by an area of cognitive re-conceptualization. The relevance of the longitudinal statistical model is evaluated in relation to the characteristics of the socio-political context and of the research.

*Key words:* longitudinal study; teacher training; didactic knowledge of the content; nature of scientific knowledge; critical thinking.

## 1. LA FORMACIÓN DOCENTE EN EJERCICIO, DILEMAS CONCEPTUALES

La teoría y la investigación sobre la formación de adultos presenciaron un amplio desarrollo en los últimos cincuenta años. Estos quedaron marcados por la polisemia conceptual que presenta el concepto de formación y desarrollo profesional, «entendida la primera como un proceso que tiende a desarrollar en el adulto ciertas capacidades más específicas con vistas a desempeñar un papel particular»

(Vaillant y Marcelo, 2015: p. 11). Respecto al concepto de desarrollo profesional, su particularidad conceptual se basa en que los procesos de formación se desarrollan en un contexto específico, con una organización material determinada y bajo ciertas reglas de funcionamiento ligadas a la dimensión personal, social, política, organizativa y cultural.

Desde la literatura en didáctica de las ciencias, que trata la formación del profesorado en ejercicio, surge un modelo conceptual de trascendencia vinculado al concepto de «desarrollo profesional del profesorado» (Valcárcel Pérez y Sánchez Blanco, 2000: p. 559). Este concepto implica considerar varios componentes, referidos a la cultura, al contexto educativo, a las técnicas o competencias que se deben aplicar al profesorado, y al desarrollo de una cultura escolar para el desarrollo y socialización profesional, centrada en las prácticas colaborativas del aula y del centro escolar. Estas condiciones implican reconocer que el profesorado puede ser un verdadero agente generador de un conocimiento, denominado «Conocimiento Didáctico del Contenido: CDC» (Acevedo Díaz, 2009; Garritz, Daza, y Lorenzo, 2014). Por tanto, esta nueva concepción implica reconocer que «formación y desarrollo profesional son dos caras de la misma moneda» (Imbernon Muñoz y Canto Carrera, 2013, p. 4). Dichas condiciones buscan promover un cambio en los participantes por medio de la intervención y actitud consciente del profesorado participante.

Los elementos que configuran el paradigma del pensamiento del profesor sobre sus concepciones y prácticas inciden notablemente en los objetivos de la investigación en la didáctica de las ciencias, con una poderosa influencia en la manera de interpretar y actuar en la enseñanza (Porlán, Rivero y Pozo, 1997, 1998). En consecuencia, el análisis de lo que piensa y hace el profesorado resulta un elemento básico para determinar las claves del desarrollo profesional. A raíz de ello, determinadas investigaciones, como las realizadas por Porlán Ariza, Rivero García y Porlán (2000), alertan sobre las necesidades formativas para el profesorado en ejercicio y formulan lo que denominan Conocimiento Profesional Deseable (CPD) en el profesorado en ciencias. En este sentido, el CPD ofrece las herramientas teóricas para el diseño, desarrollo y evaluación de programas de formación de profesores en ejercicio. Estos aportes teóricos reconocen la necesidad de fortalecer la enseñanza de las ciencias naturales en la educación secundaria, abordando los temas vinculados con los problemas sociocientíficos contemporáneos desde una perspectiva Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) y el desarrollo del pensamiento crítico.

## 2. EL FORTALECIMIENTO DEL PENSAMIENTO CRÍTICO DESDE CUESTIONES SOCIOCIENTÍFICAS

La enseñanza del Pensamiento Crítico (PC) se contextualiza en el ámbito de la didáctica de la ciencia y tecnología entendiendo que la comprensión de la Naturaleza de la Ciencia y Tecnología (NdCyT) es esencial para la alfabetización científica. Halpern (2006) propone un modelo para la evaluación de las habilidades del PC como el razonamiento verbal, el análisis de argumento, la elaboración de hipótesis, el uso de la probabilidad e incertidumbre, la toma de decisiones y la resolución de problemas.

Estas habilidades requieren movilizar y capacitar estructuras cognitivas para facilitar su transferencia a través de los contextos, y el componente metacognitivo para su transferencia transcontextuales y conscientes. La naturaleza del conocimiento de las ciencias y los problemas sociocientíficos están impregnados de las habilidades del PC y constituyen el eje de los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP) de Ciencias Naturales de la Educación Secundaria Obligatoria de la Argentina. Si bien este enfoque embebe a la educación secundaria en su conjunto, el tratamiento de estos contenidos en el aula constituye un obstáculo para el profesorado en ejercicio. Entre las diferentes líneas de investigación en didáctica de las ciencias, la referida a la NdcYT, sus avances resultan de gran riqueza en la enseñanza de las ciencias desde los problemas sociocientíficos (Manassero-Mas, Vázquez y Acevedo-Díaz, 2004; España-Ramos y Prieta-Ruz, 2010; García-Carmona, Vázquez y Manassero-Mas, 2011; Díaz Moreno y Jiménez Liso, 2011; Solbes, 2012; Reis, 2014). Estos estudios muestran de forma consistente que los estudiantes y el profesorado en ciencias no alcanzan una comprensión adecuada de las cuestiones que aborda la educación CTS en la enseñanza de las ciencias, dado por su naturaleza controvertida, dialéctica, abierta y compleja. Este enfoque presenta un carácter complejo y polémico acerca de las creencias CTS, dado por su naturaleza provisional, dinámica interdisciplinar y actitud valorativa. Para esto se requiere evaluar las actitudes, creencias y opiniones CTS, referidas «a las disposiciones psicológicas personales que implican la valoración, positiva o negativa de un objeto a través de respuestas explícitas o implícitas» (Manassero-Mas, Vázquez y Acevedo-Díaz, 2004: p. 9). Como se menciona, decidir sobre cuestiones complejas sociocientíficas requiere reconocer entre dos o más perspectivas diferentes, dejando lugar a otras posibilidades. Esto deriva en respuestas de tipo adecuadas, plausibles o ingenuas. Cualquiera que sea el tipo de respuesta, se requiere, como lo explican Halpern (2006) y Herrero (2016), admitir al menos dos puntos de vistas para decidir entre las posibles opciones. Este ejercicio de orden superior demanda la necesidad de identificar las premisas y la conclusión, como paso previo de cualquier razonamiento lógico que forma parte de la actividad argumental y el desarrollo del pensamiento crítico.

### 3. EL ESTUDIO LONGITUDINAL DURANTE LA FORMACIÓN DOCENTE

En esta línea se pretende desde el trabajo con los docentes de las disciplinas del área de Ciencias Naturales: Biología, Física y Química de la escuela secundaria neuquina –Patagonia Argentina–, por medio del dispositivo de fortalecimiento en la enseñanza de las Ciencias Naturales, mejorar la formación para la enseñanza de las ciencias desde asuntos sociocientíficos. El dispositivo antes mencionado es impulsado por la Dirección de Nivel Secundario del Ministerio de Educación de la Nación y concretado a través del trabajo conjunto con la Coordinación de Áreas Curriculares y la de Capacitación de esa cartera, junto a las direcciones de nivel y los equipos técnicos pedagógicos de la provincia. El programa de formación como práctica política de desarrollo profesional se orienta a la mejora de la

calidad educativa y al fortalecimiento de las trayectorias y los logros académicos de los estudiantes (Consejo Federal de Educación, 2011). De acuerdo con Mellado-Jiménez y González-Bravo (2000: p. 544), esto implica que la calidad de los programas de formación del profesorado lleve a desarrollar un complejo proceso para el fortalecimiento del CPD, con íntima conexión entre la didáctica y la práctica docente, como núcleo integrador del proceso de aprender a enseñar ciencias en un contexto particular y situado. Para ello, el estudio longitudinal de cohorte (Delgado Rodríguez y Llorca Díaz, 2004; Hernández Sampieri, Fernández y Baptista, 2006) constituye una metodología de la investigación basada en medidas repetidas en un periodo de tiempo prolongado. Con el fin de conocer los cambios en las actitudes durante el desarrollo profesional del profesorado en ejercicio y fortalecimiento del pensamiento crítico. Los objetivos del presente trabajo se centran en el estudio de la evolución de las actitudes del profesorado en ciencias naturales, determinado en tres momentos temporales diferentes, igualmente espaciados.

#### 4. METODOLOGÍA

La metodología de la investigación se basa en un diseño longitudinal aplicado a un grupo único experimental natural fortuito, de cohorte y seguimiento. Los instrumentos consisten en la aplicación de un test psicométrico con repetición de medidas: pretest, postest y pospostest. Esta reiteración permite cualificar datos cuantitativos a cuantificar datos cualitativos junto al análisis documental de las producciones de los participantes después de la intervención didáctica.

La intervención del instrumento se aplicó en tres instancias espaciadas temporalmente de acuerdo a como se describe en la Tabla 1.

TABLA 1  
 Diseño longitudinal experimental del proceso metodológico

Grupo Experimental:	Pre-Test Evaluación		Post-Test Evaluación		Post-Post-Test Evaluación	Productos
Biología (B) Fisicoquímica (FQ)	COCTS	Intervención Didáctica: Eje 1 y 2	COCTS	Intervención Didáctica: Eje 3 y 4	COCTS	Entrevista y Elaboración de SD
Número de participantes por disciplina	Total = 61 (B = 32); (FQ = 29)		Total = 61 (B = 32) (FQ = 29)		Total = 32 (B = 11) (FQ = 20)	
Tiempos (orientativos)	x/07/2015	→	x/12/2015	→	x/07/2016	

El esquema de la Tabla 1 muestra los momentos de intervención didáctica, el número de participantes por disciplina y la distancia temporal entre cada aplicación del COCTS, de modo que la evaluación exhiba los cambios del aprendizaje y su consolidación en los participantes. Se destaca una alta tasa de permanencia de los participantes del 52,46% en el primer semestre correspondiente al primer año de desarrollo del dispositivo de formación. Los ejes 3 y 4 se desarrollaron en el primer semestre del siguiente año, con una deserción del 47,54%.

#### 4.1. Participantes y contexto sociopolítico

Los participantes en esta investigación se componen de docentes en ejercicio de escuela secundaria, provenientes de 27 instituciones de gestión estatal distribuidas entre la zona, norte, centro y sur de la provincia de Neuquén. La población total de la primera cohorte iniciada en el 2015, quienes participaron del programa de fortalecimiento en la enseñanza de las ciencias naturales, se componía de 120 profesores de 21 localidades. La población final para el análisis fue integrada por 61 docentes de las dos asignaturas del área de ciencias naturales que se dictan en primero y segundo año de la escuela secundaria, distribuidos de la siguiente manera: 32 (52,45%) docentes que enseñan Ciencias Biológicas y 29 (47,54%) docentes que enseñan Ciencias Físicoquímicas, con diferente formación académica categorizados en dos grupos: profesores con título docente y profesores con título disciplinar, ver Tabla 2. La edad promedio es de 40,57 años (varianza: 50,89 años).

TABLA 2  
 Formación académica de los 61 docentes participantes

CATEGORÍA	SUBCATEGORÍA	F. A.	%
Grupo A: profesores con título docente (42,60%)	Profesores	26	42,6
Grupo B: profesores con título disciplinar (57,40%)	Bioquímico	1	1,60
	Ingeniero	6	9,80
	Médico	1	1,60
	Técnico	12	19,70
	Maestro	7	11,50
	Licenciado	4	6,60
No Responde	No responde	6	6,60

El estudio se realizó durante el desarrollo de los cuatros módulos, ejecutados durante el proceso de cambio de la gestión política nacional, segundo semestre de 2015 y primer semestre de 2016. Los contenidos que constituyen el dispositivo de formación con un año de duración se organizan en los siguientes cuatro ejes, organizados

a su vez en cuatro módulos. Eje 1: Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (NAP) de Ciencias Naturales (Química, Física y Biología). Enfoque y estrategias didácticas para el desarrollo de los NAP desde la práctica de enseñanza para la Educación Secundaria. Eje 2: Perspectivas epistemológicas sobre las Ciencias Naturales y su relación con los NAP. La influencia de las concepciones de Ciencia en la enseñanza. Comprensión de la ciencia como una actividad social, de carácter creativo y provisorio, que forma parte de la cultura, con su historia, sus modos de producción y validación del conocimiento. Eje 3: Problemas científicos disciplinares con relevancia social. Enfoque Sociocultural Ciencia-Tecnología-Sociedad. Eje 4: Problemas sociales complejos. Su abordaje multidisciplinar en la escuela. Enseñanza de los Temas Transversales.

#### 4.2. *Instrumento de intervención didáctica para la formación docente*

Estrategia de formación docente: durante el desarrollo de los módulos 1 (Eje 1) y 2 (Eje 2): la metodología de trabajo se realizó por medio de *talleres de integración* desde la perspectiva de los participantes, con el propósito de: sistematizar sus propias experiencias con una actitud investigadora y considerar sus aspectos más problemáticos, revisar las prácticas cotidianas considerando las teorías en uso y adoptadas. Formular interrogantes genuinos sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y promover actitudes que permitan modificaciones en sus aspectos más problemáticos. Respecto al desarrollo de los módulos 3 y 4 en los cuales se trabajaron sus respectivos ejes temáticos, la estrategia continuó con la modalidad de taller pero desde un enfoque interdisciplinar denominado *Aprender a Mirar*, estructurado en tres momentos: *Actividad inicial*: se explicitan las concepciones previas sobre el tema mediante preguntas de activación; *Actividad de Desarrollo*: se presenta el tema con la técnica denominada *role playing*, para ello los participantes forman grupos de tres integrantes para simular un equipo científico interdisciplinario, cada participante asume el rol de científico en una de las tres disciplinas: Física, Química o Biología. El trabajo consiste en la indagación del fenómeno, exploración y descripción desde una mirada interdisciplinaria para construir la idea conceptual del mismo. Para ello se les entrega un kit de materiales sin instructivo de modo que los integrantes puedan explorar e identificar las diferentes maneras de «ver» el mismo fenómeno. *Actividad final*: consiste en la internalización, autoevaluación y metacognición sobre los conceptos trabajados y su reflexión desde la práctica docente mediante la revisión de los contenidos y planificaciones áulicas.

#### 4.3. *Instrumento para la evaluación longitudinal de las actitudes*

Cuestionario de Opinión Ciencia, Tecnología y Sociedad: los cuestionarios aplicados se han extraído del banco de datos de 100 ítems denominado Cuestionario de Opinión Ciencia-Tecnología-Sociedad (COCTS). Es un cuestionario de respuesta de opción múltiple que permite a las personas encuestadas expresar

sus propios puntos de vista en una amplia gama de temas CTS. Todas tienen el mismo formato de elección múltiple; se inicia con una cabecera de pocas líneas donde se plantea un problema respecto al cual se desea conocer la actitud de la persona encuestada, seguido de una lista de frases que ofrece un abanico de diferentes justificaciones sobre el tema planteado y, por último, dos opciones fijas que recogen diversas razones para no contestar, como «No entiendo» y «No sé». Cada una de las frases alternativas fue clasificada por un panel de expertos como adecuada (A), plausible (P) o ingenua (I), según la cual se valoran las respuestas dadas por los encuestados con el Método de Respuesta Múltiple –MRM– (Vázquez, Manassero Mas, Acevedo Díaz y Acevedo Romero, 2006; Vázquez, Manassero Mas y Bennássar Roig, 2013). Cada cuestión corresponde a un tema y subtemas de referencia que representan las distintas dimensiones de la tabla de cuestiones CTS. En esta intervención se seleccionaron 5 cuestionarios referidos a los siguientes temas: «Ciencia y Tecnología» y «Epistemología de las Ciencias», a su vez cada COCTS se compone de subítems con frases dentro de cada cuestionario ordenado alfabéticamente (A, B, C...), de modo que los participantes valoran siguiendo una escala tipo Likert.

CUADRO 1  
 Ejemplo del contenido de uno de los cinco cuestionarios

90811\_Si los científicos encuentran que la gente que trabaja con una sustancia denominada asbesto tiene el doble de posibilidades de tener cáncer de pulmón que una persona media, ¿esto quiere decir que el asbesto puede causar cáncer de pulmón?

(P)\_A. Esos hechos, obviamente, prueban que el asbesto causa cáncer de pulmón. Si los trabajadores con asbesto tienen una mayor probabilidad de tener cáncer de pulmón, entonces el asbesto es la causa.

**Los hechos NO significan necesariamente que el asbesto causa cáncer de pulmón:**

(A)\_B. Porque se necesita más investigación para averiguar si es el asbesto u otra sustancia que causa el cáncer de pulmón.

(A)\_C. Porque el asbesto puede funcionar en combinación con otras sustancias, o indirectamente (por ejemplo, debilitando la resistencia a otras sustancias que causarían el cáncer de pulmón).

(I)\_D. Porque si lo hiciera, todos los trabajadores con asbesto habrían tenido cáncer de pulmón.

(I)\_E. El asbesto no puede causar cáncer de pulmón porque mucha gente que no trabaja con asbesto también tiene cáncer de pulmón.

Entre paréntesis se indica la categoría (Adecuada: A, Plausible: P, Ingenua: I) asignada a cada justificación identificadas por ítems A, B, C...

Una vez que los participantes valoran el grado de acuerdo/desacuerdo de las diferentes justificaciones de cada ítem en una escala del 1 (muy en desacuerdo) al 9 (muy de acuerdo), estas valoraciones se transforman en los índices actitudinales



normalizados (+1 y -1), utilizando el MRM. En esta escala de valoración, las frases adecuadas se valoran tanto más alto cuanto la puntuación dada por una persona se aproxime al 9, las ingenuas cuanto más cercana esté al 1 y las plausibles (que incluyen aspectos parcialmente adecuados) cuanto más cercana esté al 5 (valor central de la escala).

Los datos se obtienen mediante la administración de papel y lápiz. El profesorado participó libremente, como una actividad de autoevaluación dirigida a explorar sus actitudes y creencias sobre los temas CTS.

#### 4.4. *Procedimiento de análisis*

Los resultados de las medidas repetidas del COCTS se presentan a partir de los índices actitudinales para la caracterización del grupo experimental completo y comparando los efectos cruzados entre grupos de docentes por disciplinas: profesores/as que enseñan Ciencias Biológicas y Ciencias Fisicoquímicas.

El análisis de los datos se realizó con el programa informático SPSS®, con ANOVA de medidas repetidas, pruebas de significación «*p*-value», aplicando pruebas paramétricas (t-de Student) y no paramétricas (Wilcoxon), cálculo de «*d*» de Cohen para evaluar el tamaño del efecto, «*r*» de Pearson y Spearman. Se evalúa el estadístico *p*-valor para muestras relacionadas y de contraste entre grupos para comparar los índices globales antes y después del desarrollo de cada modalidad de taller, con un nivel de significancia del 0,05 (intervalo de confianza del 95%). Los índices actitudinales de cada frase constituyen indicadores que permiten realizar análisis comparativos exhaustivos, para caracterizar las actitudes de los participantes entre grupos y entre cuestionarios (frases y categorías) apoyados en indicadores cuantitativos para contrastar hipótesis (Vázquez, Manassero-Mas, Acevedo-Díaz y Acevedo-Romero, 2006).

Las hipótesis de contraste buscan determinar diferencias significativas antes y después de la intervención didáctica para el grupo completo de participantes y entre los subgrupos de docentes en función de la disciplina. El ANOVA se aplica para determinar el efecto entre cuestionarios en cada repetición de la medida. Por otro lado, la efectividad del tratamiento se valora comparando los resultados de la evaluación con las puntuaciones del pretest y postest; postest y pospostest. El tamaño del efecto se considera relevante cuando es mayor que ,30 ( $d > ,30$ ). Debido al caudal y la densidad de datos, la determinación del tamaño del efecto permite describir y maximizar el efecto de la intervención didáctica en los participantes.

## 5. RESULTADOS

En la siguiente sección se realiza la descripción y análisis de los resultados obtenidos a partir de las tres aplicaciones del COCTS.

### 5.1. Categorías representativas «in vivo»

La Tabla 3, permite conocer desde un nivel conceptual, los desafíos en la epistemología del conocimiento didáctico del contenido que presentan los participantes, basados en los esquemas de conocimientos propios sobre la ciencia y la enseñanza de las ciencias. Las respuestas se obtienen por medio de entrevistas.

TABLA 3  
 Frecuencias de categorías obtenidas después de la intervención didáctica con un total de 45 respuestas

CATEGORÍAS DEL ÍTEM	COCTS	$F_i$	CATEGORÍAS REPRESENTATIVAS «IN VIVO»
NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO CIENTÍFICO: a. Aproximación a las investigaciones, b. Observaciones, c. Paradigmas y coherencia de conceptos d. Razonamiento lógico	a.90621	13 (28,88 %)	«Me provoca curiosidad sobre el método científico y los diferentes puntos de vista, una idea científica con distintos significados»
	b.90111	6 (13,33 %)	«Me resultan interesantes las alternativas relacionadas con las observaciones, poner en duda la objetividad de las ciencias y construir el conocimiento científico»
	c.91121	9 (20,00 %)	«La interdisciplinariedad entre los científicos, no tengo tanta claridad»
	d.90811	13 (28,88 %)	«Me provocó curiosidad y desconocimiento, los temas como el asbesto»
CIENCIA Y TECNOLOGÍA: a. Ciencia	e.10113	4 (8,88 %)	(sin frase «in vivo representativa»)

Estos resultados enfatizan las actitudes poco informadas de los participantes exponiendo su dificultad durante la realización del postest, pero que a su vez activan la curiosidad a nivel declarativo en los siguientes núcleos conceptuales: «método científico», «la interdisciplinariedad en las ciencias», «la objetividad científica», «el proceso de construcción científica» del cuestionario 90621 y «los problemas sociocientíficos» como es el caso del asbesto tratado en el cuestionario 90811. Los dos cuestionarios antes descritos son los que presentan mayor desafío para su conceptualización referido a la idea de ciencia y la naturaleza del conocimiento científico.

### 5.2. Comparaciones y diferencias entre cuestionario por momento de intervención

Se comparan en la Tabla 4 los resultados de los índices de actitudes CTS entre cada cuestionario de acuerdo al momento de intervención empleando ANOVA. La

prueba determina el efecto de cada cuestionario: en primer lugar, para toda la muestra de participantes o grupo completo; en segundo lugar, para el grupo de profesores de Biología, y en tercer lugar, para el grupo de profesores de Físicoquímica. Esta caracterización permite identificar, a partir de la estadística inferencial, las diferencias entre los índices actitudinales por cada COCTS teniendo presente su contenido y su relación con los ejes de cada módulo del programa de formación. El efecto de cada cuestionario se organiza en subconjuntos en las columnas ordenadas de forma creciente del 1 al 3.

TABLA 4

Matriz de datos con índices globales por cuestionario entre grupos disciplinares (pre-/ y pos-/; pos-/ y pospos-/)/test

GRUPO PARTICIPANTES	TIPO DE INTERVENCIÓN	N	P-VALOR	SUBCONJUNTOS COCTS:		
				1	2	3
Grupo Completo	Pretest	61	,089	-	-	-
	Postest	43	,135	-	-	-
	Pospostest	32	,319	-	-	-
Biología	Pretest	32	,958	-	-	-
	Postest	16	,235	-	-	-
	Pospostest	11	,002	3,1,4	1,4,2	4,2,5
Físicoquímica	Pretest	29	,036	3,4,1,2	4,1,2,5	-
	Postest	21	,533	-	-	-
	Pospostest	20	,000	3, 1, 2	1, 2, 4	2, 4, 5

Los resultados expuestos en la Tabla 4 muestran en conjunto que el efecto entre cuestionarios para el grupo completo no es estadísticamente significativo, entre cada una de las repeticiones de medidas. Dentro de este conjunto de datos, el análisis por disciplina permite observar que particularmente el grupo de profesores de Físicoquímica presentan mayor incidencia, al ser estadísticamente significativo desde el pretest, con dos subconjuntos de cuestionarios de cuatro contenidos en cada uno. Las diferencias significativas para un nivel de confianza del 95% se encuentran en el pospostest para cada subgrupo disciplinar (Biología y Físicoquímica), con el respectivo subconjunto de cuestionario que consiguen mayor efecto, reiterándose el cuestionario 5 (90811). Esto se debe a que el índice actitudinal alcanzado en la media es de ,44 puntos (Físicoquímica) y ,47 puntos (Biología), respecto al máximo valor de referencia (+1) a seguir.

### 5.3. Comparación y caracterización longitudinal entre actitudes por COCTS

En la Tabla 5 se resumen los resultados del análisis cuantitativo en base a los índices de actitud por cuestionario. La determinación del valor estadístico «t de Student» correspondiente determina la significatividad de la diferencia entre media, y el tamaño del efecto de acuerdo a lo indicado en el apartado de procedimiento. Estas pruebas permiten identificar que en los cuestionarios 10113, 90111, 91121 y 90621 no presentan diferencias estadísticamente significativas, pero los efectos de mejora son heterogéneos para el grupo de COCTS aplicados. Del grupo de cinco cuestionarios, el 90811 presenta una diferencia estadísticamente significativa y con un tamaño del efecto muy relevante ( $d = 11,48 > ,30$ ), muy superior a los otros cuatro cuestionarios. La determinación del estadístico «t de Student» correspondiente para determinar la significatividad entre la media del grupo de profesores de Biología versus los profesores de Físicoquímica muestra una diferencia estadísticamente significativa ( $p < ,014$ ) en el mismo cuestionario 90811, pero solamente alcanzada en el grupo de profesores de Físicoquímica con un tamaño del efecto muy relevante ( $d = 11,75 > ,30$ ). Este resultado convalida con los obtenidos en la Tabla 3 anterior.

TABLA 5

Matriz de datos con índices globales por cuestionario entre grupos disciplinares (pre-/ y pos-; pos-/ y pospos-/test)

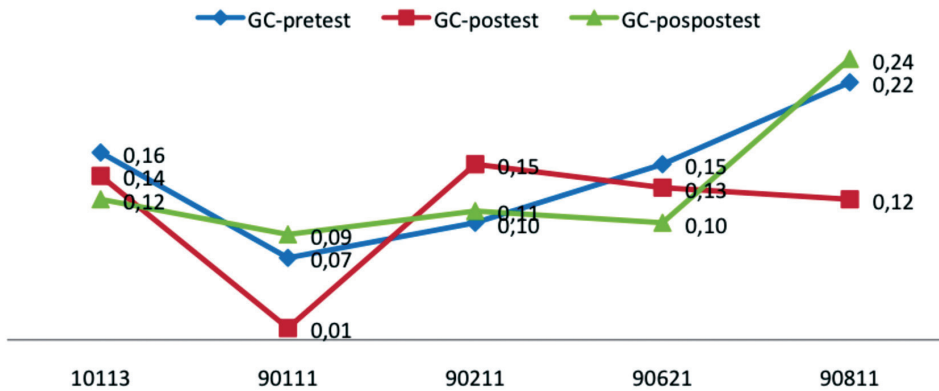
TEMAS	COCTS	P-VALOR		TAMAÑO DEL EFECTO	CORRELACIÓN
		PRE-TEST/ POS-TEST	PRE-TEST/ POS-POSTEST		
Definición de Ciencia	10113	,990	,240	,037	,01
Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología	90111	,682	,286	1,541	,61
	91121	,884	,646	,404	,198
	90621	,380	,484	-2,649	,079
	90811	,008	,478	11,486	,985

Esta comparación permite percibir y dimensionar los efectos de cambio que se producen en el tiempo durante la formación del profesorado participante. La representación gráfica del índice global medio por subtema permite visualizar el sentido del cambio de las actitudes en la muestra completa y por disciplina, al poner en relieve el efecto de la métrica de los índices.

En el Gráfico 1 se representa el índice actitudinal global medio por cuestión para el grupo completo (GC) en los tres momentos de aplicación del cuestionario.

Este contraste de índices revela de manera visual el impacto o efecto de cada COCTS en la globalidad de los resultados promovidos por los participantes respecto al momento del desarrollo de los módulos del programa de fortalecimiento. Visualmente se encuentra que los índices referidos a la definición de Ciencia (Cuestionario 10113) recaen hacia el final del programa de formación, mientras que las ideas referidas a la NdcYT (cuestionario: 90111, 90211, 90621 y 90811) progresan de manera significativa resaltando la cuestión referida al razonamiento lógico vinculado a las problemáticas sociocientíficas como se viene destacando en los resultados previos.

GRÁFICO 1  
 Representación gráfica del contraste longitudinal de los índices actitudinales por cuestionario



Las cuestiones vinculadas a la epistemología del conocimiento sociocientífico como la carga teórica de la observación (90111), los modelos científicos (90211) y la aproximación a las investigaciones (90621) manifiestan índices actitudinales oscilantes a lo largo del desarrollo del programa de formación docente en ciencias. Sin embargo, el carácter cambiante de estas actitudes contribuye a la mejora global en el desarrollo de la idea de la NdcYT, visto en el Gráfico 1. Estas vacilaciones en los índices se encuentran directamente relacionadas con los ejes conceptuales desarrollados por el programa de formación.

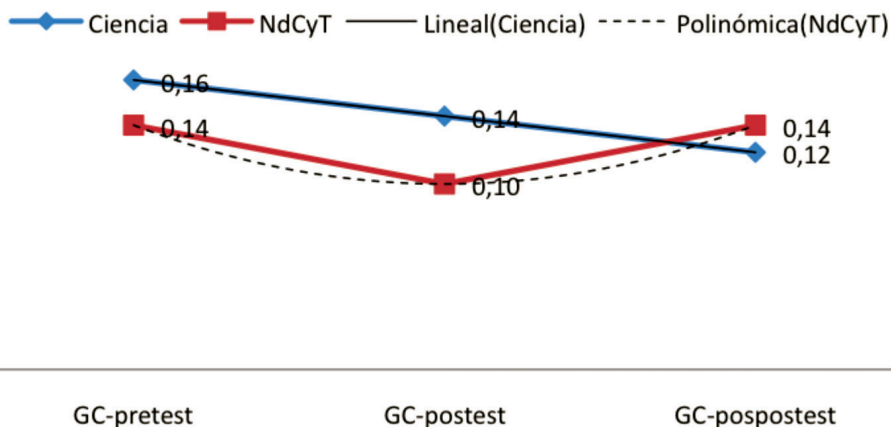
#### 5.4. Modelo longitudinal de actitudes

El siguiente Gráfico 2 exhibe la evolución de las actitudes en el tiempo para el grupo completo (GC), diferenciando los dos subtemas CTS: definición de ciencia (10113) y la naturaleza o epistemología del conocimiento científico (90111, 90211, 90621, 90811). La tendencia en la dimensión *definición de la ciencia* sigue una trama lineal decreciente bien definida con un valor  $R^2 = 1$ , es decir, que su

comportamiento es decreciente, proporcional y constante en el tiempo. Esto indica una crisis en las actitudes del profesorado que continúan hacia el final del programa de formación. Respecto a la dimensión referida a la naturaleza del conocimiento científico, su línea de tendencia sigue un comportamiento polinómico con un  $R^2 = 1$ . Esto produce una zona de reconceptualización cognitiva (índice = ,10), cuyo efecto coyuntural da lugar a un modelo estadístico longitudinal polinómico para la NdCyT. Posterior a este índice la tendencia cambia en forma creciente.

Desde una comparación descriptiva, los índices entre cada dimensión conceptual muestran diferencias al principio, encontrándose la *definición de ciencia* por encima de la *definición sobre la naturaleza del conocimiento científico* ( $\Delta = ,16 - ,14 = ,02$ ). Esta situación se revierte al final del programa de formación, ubicándose la *naturaleza del conocimiento científico* por encima de la *definición de ciencia*, pero la diferencia métrica en términos absolutos entre dimensiones CTS es equivalente al de la instancia inicial ( $\Delta = ,12 - ,14 = -,02$ ). De esta manera, los índices de los dos temas facilitan su caracterización y permiten explicar y justificar el contraste de hipótesis de la Tabla 4, sin diferencia estadísticamente significativa para el grupo completo.

GRÁFICO 2  
 Representación gráfica del contraste longitudinal global entre temas



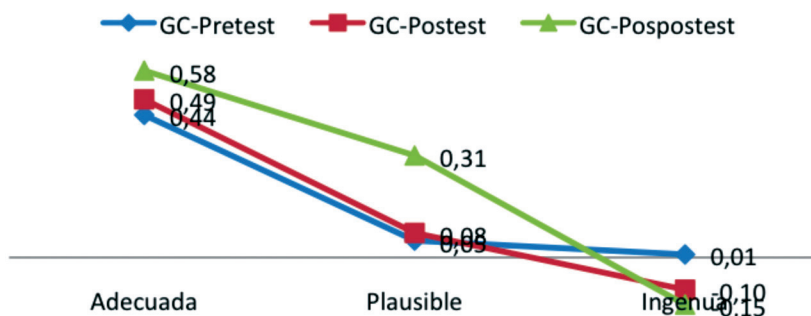
El comportamiento observado en los índices por temas admite identificar dos perfiles o modelos estadísticos longitudinales de actitudes. Como se describió anteriormente, se encuentra que las actitudes no presentan diferencias en el índice de actitud global alcanzado (Índice = ,14) entre el principio y el final del programa de formación. A pesar de ello, el cambio se encuentra en la instancia intermedia, correspondiente al postest, realizado en el momento de finalización del eje 1 y 2 e inicio del eje 3 y 4. Al observar los dos modelos de actitud, se encuentra la coexistencia de saberes informados/desinformados, que en un principio siguen un

comportamiento similar, y luego se tornan contradictorios y conflictivos, aunque no necesariamente complementarios. Esto lleva a la hipótesis de que la naturaleza conflictiva entre los modelos se debe al tipo de pensamiento que los articula.

### 5.5. Cambio longitudinal en el pensamiento crítico a partir de las actitudes

En el siguiente Gráfico 3, se exponen los cambios en el tiempo en cada categoría de respuestas, adecuadas, plausibles e ingenuas para el grupo completo (GC) de participantes, en los tres momentos de la medición. En el mismo se encuentra una evolución positiva en las categorías adecuadas y plausibles, denotando actitudes más informadas respecto a la naturaleza del conocimiento de la ciencia, aunque, en la categoría ingenua, los índices evolucionaron con índices negativos, indicando actitudes desinformadas. Este comportamiento en las actitudes ingenuas refleja la naturaleza conflictiva y compleja de los contenidos, los cuales resultan de la crisis de los fundamentos y certezas del profesorado participante en los temas vinculados a la ndcYT, constituidos por la historia, filosofía y sociología del conocimiento científico.

GRÁFICO 3  
 Representación longitudinal del índice de actitud global por categoría:  
 adecuada, plausible, ingenua



Esta comparación longitudinal temporal por categoría presenta cambios más acentuados y visibles entre los índices de la pendiente del pospostest y el posttest. En la categoría adecuada la diferencia alcanza una mejora de ,09 y para la categoría plausible, el cambio en el índice mejora en ,23 puntos, en la categoría ingenua decrece en -,05 puntos. Entre los índices del pretest y posttest, las diferencias son menos marcadas. Los cambios entre pretest y posttest de cada categoría son respectivamente: ,05 (adecuada); ,03 (plausible), y ,09 (ingenua). Se destaca el cambio negativo en la categoría ingenua, con una diferencia menor entre posttest y pospostest respecto pretest y posttest. De todas estas variaciones, la categoría plausible revela una amplia mejora respecto a la categoría adecuada. Identificar frases del

tipo plausible demanda habilidades necesarias para comprender y defenderse de las técnicas persuasivas presentes en el lenguaje cotidiano. Además, identificar y discriminar el conjunto de enunciados de cada cuestionario pone en acción otras habilidades del pensamiento crítico como la argumentación y la toma de decisiones para establecer si estos últimos son o no solventes.

## 6. DISCUSIÓN E IMPLICANCIAS PARA EL DESARROLLO PROFESIONAL DEL PROFESORADO

La investigación desarrollada permitió conocer y explorar diferentes aspectos planteados en el objetivo, a partir de los cuestionarios CTS aplicados cuyos núcleos conceptuales son, «el método científico, el razonamiento lógico, la observación, la interdisciplinariedad, los paradigmas y coherencia de conceptos y el proceso de hacer ciencia», utilizando asuntos sociocientíficos complejos. Esto implica en los docentes participantes el desarrollo de habilidades complejas como el razonamiento lógico verbal y la argumentación, constituyendo habilidades del pensamiento crítico definido por Halpern (2006) y Herrero (2016). Este contraste en contexto desde los temas CTS permitió conocer e identificar los obstáculos que constituyen limitaciones en los participantes para el desarrollo en dichas habilidades. Asimismo, las características del estudio longitudinal admiten comprender el proceso acerca de cómo ocurren esos cambios y el tiempo que demandan. Los obstáculos expuestos por la categoría ingenua están vinculados a la complejidad de la naturaleza del conocimiento científico. Los resultados dieron a conocer por medio del COCTS las dimensiones del conocimiento epistemológico que resultan problemáticas para el grupo de participantes, durante la primera etapa de formación.

De acuerdo a las categorías encontradas a partir de las entrevistas antes y después del (pre-/ y pos-/ )test, el profesorado devela atributos actitudinales (dimensiones) que han ido emergiendo en el discurso docente. Pues los participantes reconocen que *hay una gran distancia entre la ciencia erudita y la ciencia escolar que se pretende llevar al aula, los modelos y los métodos didácticos no han sido suficientemente analizados por el profesorado para que logren el objetivo de ayudarlos a enseñar*. Este enunciado destaca los desafíos que representa para el profesorado la apropiación de los procesos para el desarrollo profesional. De este modo, generar una adecuada formación para el desarrollo del conocimiento profesional deseable, como exigen los actuales marcos teóricos, no garantiza su concreción en el aula. Esta idea pone en tensión los resultados cualitativos y cuantitativos que surgen de la reflexión práctico-teórica e intercambio de experiencias sobre la práctica en el aula (Imbernon Muñoz y Canto Herrera, 2013).

La relevancia del resultado presenta notables limitaciones epistemológicas para el desarrollo profesional del CDC ya que explica la dificultad de construir un saber coherente con las demandas de la actividad profesional que requieren de una transformación de sus prácticas educativas. Esto lleva a que desde el programa de fortalecimiento se focalice en mejorar la comprensión de cómo funciona la ciencia en el mundo contemporáneo impregnado de problemáticas sociocientíficas,



constituyendo un conocimiento complejo, dialéctico y provisional. Estos cambios se observan en los dos modelos estadísticos longitudinales de actitudes representados en el Gráfico 2 y mejora en las habilidades del pensamiento crítico identificado en las categorías de las frases adecuadas, plausibles e ingenuas del Gráfico 3.

La mejora en las actitudes durante el desarrollo de los módulos 3 y 4 permite comprender cómo ocurren estos cambios. En primera instancia y durante los dos últimos módulos, los participantes debieron elaborar propuestas de secuencias didácticas para la enseñanza de problemáticas sociocientíficas en contexto y situadas, que permitan incluir la dimensión CTS. Entre los temas que se abordaron y socializaron se encuentran los siguientes: el problema de los residuos sólidos urbanos a cielo abierto, la quema de las mantas oleofílicas, el tratamiento y destino de las aguas residuales o cloacales en la región de los lagos, el impacto ambiental que provoca la construcción de la represa hidroeléctrica en el Río Neuquén, las consecuencias de las cenizas volcánicas en la salud de los lugareños.

La identificación y discusión de estos problemas desde diferentes perspectivas, permite al docente comprender y dimensionar el desafío que esto representa para su enseñanza durante el diseño de sus planificaciones, al resultar una metodología superadora respecto a los problemas de contenido científico disciplinar, pero que no excluye a estos últimos. Por lo tanto, el cambio de las actitudes entre el principio y el final del programa de formación encuentra su explicación en la etapa intermedia del proceso, en lo que se ha denominado etapa coyuntural y conflictiva dando lugar al modelo polinómico longitudinal de actitud. Esta caracterización en el perfil de las actitudes entre dimensiones o temas del enfoque CTS ofrece indicadores que permiten llevar a cabo análisis cualitativos de interpretación y conexión con el perfil gráfico de las dimensiones encontradas en el presente estudio. Es entonces, que estos dos modelos de actitudes podrían actuar como catalizadores entre las dimensiones provocando el cambio conceptual o reconceptualización cognitiva del contenido de los cuestionarios aplicados. Este comportamiento se contrasta con las categorías conceptuales identificadas en la Tabla 3 y el efecto entre COCTS analizados en la Tabla 4. En consecuencia, este proceso determina el sentido del resultado final, afectando los índices actitudinales obtenidos en el pospostest. Respecto a la tendencia decreciente en la definición de ciencia correspondiente al modelo estadístico lineal, la misma constituye un efecto paradójico respecto de lo esperado. El modelo polinómico de actitudes referidas a la epistemología del conocimiento científico da cuenta de una reestructuración de las actitudes, guiada por procesos constructivos y reflexivos. Este contraste de modelos estadísticos longitudinales puede interpretarse como periodos en los que los docentes se preocupan por comprender mejor la complejidad de los temas que por acumular nuevos saberes. De esta manera, se promueve la función epistémica del proceso de formación, ya que los cambios más acentuados se deben durante el desarrollo de los temas referidos a los problemas sociocientíficos complejos, donde la nueva información requiere plantear las tareas como problemas y no como ejercicios. Adoptar metas epistémicas dirigidas a comprender y reconstruir las actitudes exige invertir tiempo,

como se observa en el modelo de actitud polinómico, con ciertos costos como la reducción del éxito encontrado en la definición de ciencia, correspondiente al modelo de actitud lineal. Sin embargo, esta reacción paradójica entre la definición de ciencia y la mejora en la dimensión referida a la NdcYT se capitaliza en esta última fortaleciendo las habilidades del pensamiento crítico, para enfrentar situaciones didácticas fundamentadas en la NdcYT. Además, esta última conduce a una mejora en la concepción de ciencia y la actividad científica superando el enfoque tradicional que se tiene sobre la misma.

## 7. CONCLUSIÓN

Los contenidos del dispositivo de formación docente y la metodología desarrollada favorecen la reflexión de cuestiones controversiales, contribuyen a la alfabetización científica y fortalecen contenidos importantes como la naturaleza del conocimiento científico contemporáneo. Es importante atender estas cuestiones durante el desarrollo de los dispositivos de formación docente, debido a que los participantes reconocen que *renovar* sus prácticas escolares desde los *nuevos* conceptos que se plantean como: enseñar para el desarrollo de capacidades para enseñar a pensar científicamente (enseñanza para la indagación y por medio de modelos), incorporar en la enseñanza contenidos con enfoques CTS y Temas Transversales, implica afrontar cambios importantes, con una inversión significativa de tiempo. Este último aspecto da cuenta de que el profesorado aprende cuando cambian sus actitudes inmersas en la resolución de problemas referidos a sus propios contextos sociopolíticos, culturales y particularmente situados.

Respecto a las características del estudio longitudinal fortuito, viabilizado desde el programa de fortalecimiento en la enseñanza de las ciencias naturales, la evolución de las actitudes permite afirmar que la intervención didáctica desde una perspectiva CTS para el desarrollo del pensamiento crítico benefició a los participantes desde un nivel declarativo. Los instrumentos utilizados para medir y recopilar información sobre el conocimiento profesional acerca de los contenidos CTS, desde un enfoque mixto o cruce de enfoques (Lincoln y Gubba, 2000 citado en Hernández Sampieri, Fernández y Baptista, 2006: p. 784), enseña su notable contribución para conocer los procesos de formación del profesorado y alcanzar los objetivos propuestos para un estudio de cohorte longitudinal.

Considerar las creencias iniciales para promover el cambio o reconceptualización de las actitudes proporciona las condiciones y oportunidades para la mejora en la comprensión de los marcos teóricos actuales sobre la enseñanza de las ciencias naturales. El desarrollo del conocimiento profesional del profesorado va más allá de una etapa informativa. Esto implica un cambio de actitud notable para adaptarse y modificar las actividades de enseñanza. En este caso particular adquiere gran relevancia el cambio de las actitudes si se considera el contexto sociopolítico en el cual se desarrolló el dispositivo de formación profesional. Los resultados de esta investigación alcanzan dos aspectos singulares, uno vinculado

al carácter descriptivo del proceso de formación del profesorado, particularmente en relación a su contenido. El segundo aspecto se relaciona con la información para este aporta, interrogando las formas de organizar el desarrollo profesional para que sea más eficiente. En este sentido, esta contribución incentiva su fortalecimiento para lograr una conexión adecuada entre las labores de investigación y las llamadas labores de extensión, que permiten articular las relaciones entre la producción de conocimiento y la formación docente para su desarrollo profesional.

#### REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Acevedo Díaz, J. A. (2009). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6 (1) 21-46. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92012998003>.
- Consejo Federal de Educación (2011). *Marcos de Referencia Bachiller en Ciencias Naturales*. Resolución CFE n.º 142/11; 188/12. Ministerio de Educación de la Nación. Documentos del programa de fortalecimiento de la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria.
- Delgado Rodríguez, M. y Llorca Díaz, J. (2004). Estudios longitudinales: concepto y particularidades. *Revista Española de Salud Pública*, 78 (2), 141-148.
- Díaz Moreno, N y Jiménez Liso, M. R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas e importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9 (1), 54-70. Recuperado de <http://rodin.uca.es/xmlui/handle/10498/14624>.
- España-Ramos, E. y Prieta-Ruz, T. (2010). Problemas sociocientíficos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. *Revista Investigación en la Escuela*, 71, 17-24. Recuperado de <https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/60210>.
- García-Carmona, A.; Vázquez, A. A. y Manassero-Mas, A. (2011). Estado actual y perspectivas de la enseñanza de la naturaleza de la ciencia: una revisión de las creencias y obstáculos del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (3), 403-412.
- Garriz, A.; Daz, R. S. F. y Lorenzo, M. G. (2014). *Conocimiento didáctico del contenido. Una perspectiva iberoamericana*. Alemania: Académica Española.
- Halpern, D. (2006). *Halpern Critical Thinking Assessment Using Everyday Situations: Background and scoring standards (2.º Report)*. Unpublished manuscript. Claremont, CA: Claremont McKenna College.
- Hernández Sampieri, R.; Fernández, C. y Baptista, L. P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: McGraw Hill.
- Herrero, J. C. (2016). *Elementos del Pensamiento Crítico*. Madrid: Marcial Pons.
- Imberón Muñoz, F. y Canto Herrera, P. J. (2013). La formación y el desarrollo profesional del profesorado en España y Latinoamérica. *Sinéctica, Revista Electrónica de Educación*, 41, 1-12. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/998/99828325009.pdf>.
- Manassero-Mas, M. A.; Vázquez, A. A. y Acevedo-Díaz, J. (2004). Evaluación de las actitudes del profesorado respecto a los temas CTS: nuevos avances metodológicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 22 (2), 299-312. Recuperado de <https://www.raco.cat/index.php/enseñanza/article/viewFile/21980/21814>.

- Mellado-Jiménez, V. y González-Bravo, T. (2000). La formación inicial del profesorado en ciencias. En F. J. Perales P. y P. Cañal de León (Eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 535-556). Alcoy: Editorial Marfil.
- Porlán Ariza, R.; Rivero García, A. y Porlán, R. M. (2000). El conocimiento del profesorado sobre la ciencia, su enseñanza y aprendizaje. En F. J. Perales y P. Cañal de León (Eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 507-534). Alcoy: Editorial Marfil.
- Reis, P. (2014). Acción socio-política sobre cuestiones sociocientíficas: reconstruyendo la formación docente y el currículo. Conferencia presentada en el IV Seminario Iberoamericano CTS e integrada en el eje «Currículos para la Formación de Docentes en Educación CTS». *Revista Uni-pluri/versidad*, 14 (2), 16-26. doi: 10.13140/2.1.5012.0324.
- Solbes, J. (2013). Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (I): Introducción. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (1), 1-10. Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/download/2791/2439>.
- Vaillant, D. y Marcello, C. (2015). *El A, B, C y D de la formación docente*. Madrid: Narcea.
- Valcárcel Pérez, M. V. y Sánchez Blanco, G. (2000). La formación del profesorado en Ejercicio. En F. J. Perales, P. y P. Cañal de León (Eds.). *Didáctica de las ciencias experimentales. Teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias* (pp. 557-581). Alcoy: Editorial Marfil.
- Vázquez, A. A.; Manassero Mas, M. A.; Acevedo Díaz, J. y Acevedo Romero, A. (2006). *El modelo de respuesta múltiple aplicado a la evaluación de las actitudes sobre la ciencia, la tecnología y la sociedad (CTS)*. I Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación CTS+I. Palacio de Minería.
- Vázquez, A. A.; Manassero Mas, M. A. y Bennássar Roig, A. (2013). *Secuencia de enseñanza-aprendizaje sobre la Naturaleza de la Ciencia y Tecnología*. Unidades didácticas del proyecto EANCYT.