

# EVALUACIÓN DE LA COMPETENCIA INTERDISCIPLINARIA DEL PROFESORADO EN EJERCICIO DESDE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA

Esp. Prof. Marcelo A. Salica  
*Universidad Nacional del Comahue*

Dra. Silvia Porro  
*Universidad Nacional de Quilmes*

**RESUMEN:** En el marco del proyecto de investigación sobre la Enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología y el desarrollo del Pensamiento Crítico, se evaluó el conocimiento metadisciplinar del profesorado en ejercicio, de 1º y 2º año de la escuela secundaria (Patagonia Argentina) que enseña Fisicoquímica y Biología. El estudio longitudinal fortuito de cohorte se desarrolló contrastando dos intervenciones didácticas: una disciplinar y otra interdisciplinar. Las diferencias estadísticamente significativas en el grupo experimental muestran conflictos en la concepción modelo teórica interdisciplinaria sobre la definición de ciencia, paradigmas y razonamiento lógico, lo que implica una construcción compleja del conocimiento sobre la NdCyT.

**PALABRAS CLAVE:** Interdisciplinariedad, Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología, Formación docente.

**OBJETIVOS:** El objetivo general de esta investigación es evaluar los cambios en la comprensión sobre la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología de docentes en ejercicio de 1º y 2º año, durante el desarrollo de un programa de fortalecimiento en la enseñanza de las ciencias naturales en la escuela secundaria.

El objetivo específico ha sido indagar la competencia docente del profesorado desde la interdisciplinariedad de las ciencias naturales y el conocimiento didáctico del contenido (CDC).

## MARCO TEÓRICO

En la actualidad las propuestas de capacitación y los programas de formación docente se desarrollan en forma paralela al ejercicio profesional. Esto genera algunas disposiciones críticas y conlleva al conflicto de pasar del discurso declarativo a la necesidad de su transferencia al aula. Sumado a lo anterior, “los perfiles docentes difieren ampliamente entre sí, en función de sus trayectorias, disposiciones, intereses, niveles, modalidades y campos disciplinares, por lo que se considera pertinente el desarrollo de programas formativos contextualizados y a medida del desarrollo profesional de los sujetos” (Coronado,

2013, p.162). Esto abona a la formación docente basada en competencias, desde una perspectiva enfocada en la globalidad de las capacidades del sujeto y en la reconstrucción de los contenidos de la formación. Este enfoque hace explícito el desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) de manera intencional a través de Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje (SEA). El CDC se define como “la amalgama especial de contenido y pedagogía que constituye el dominio único de los profesores, su propia y especial forma de comprensión profesional” (Shulman, 1987, p.9 citado en Garritz y col., 2014, p. 25). El enfoque de competencias contextualizado en el ámbito de la educación científica reconocida como Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) dentro de la investigación didáctica de ciencia y tecnología, es un componente central para el desarrollo de la competencia científica desde la interdisciplinariedad del campo de las ciencias naturales.

Adoptaremos una definición acorde con la de Piaget, entendiendo que en la “interdisciplinariedad, involucran métodos y saberes de distintas disciplinas y se aplican a un determinado problema que puede ser abordado mediante diversos puntos de vista” (Cardona, 2008, p.4). Con respecto al perfil docente, la interdisciplinariedad constituye un rasgo necesario e innovador en la formación del profesorado de ciencias, cuyas habilidades y destrezas refieren al trabajo en equipo, el desarrollo del pensamiento crítico y el pensamiento científico, en concordancia con los rasgos específicos para enseñar la NdCyT (Lederman, 2007). La complejidad de la NdCyT, es una línea de investigación propia, que de acuerdo con Acevedo y col. (2007) permite identificar múltiples consensos: adecuados, plausibles e ingenuos por medio de una metodología empírica (Manassero, Vázquez, y Acevedo, 2003) mediante el Cuestionario de Opiniones Ciencia-Tecnología-Sociedad (COCTS). Esta metodología evalúa los rasgos históricos, sociales, epistemológicos y los valores que caracterizan el propio carácter interdisciplinar de la NdCyT, cuya complejidad resulta controvertida y multifacética en la formación docente.

## METODOLOGÍA

### Muestra y contexto

El programa de fortalecimiento en la enseñanza de las ciencias naturales (química, física y biología) es una línea de capacitación de la Dirección Nacional de Gestión Curricular y Formación Docente del Consejo Federal de Educación con el Consejo Provincial de Educación de Neuquén. El dispositivo consistió en encuentros jurisdiccionales por módulos de dos días de 8 hs reloj cada uno y un encuentro de discusión de 8 hs, realizado 30 días después, mediado por un aula virtual. La muestra de investigación “fortuita de diseño longitudinal de cohorte” (Hernández, Fernández y Baptista, 2006, p.568), estuvo constituida por 58 docentes en servicio, procedentes de 27 escuelas secundarias estatales distribuidas en la zona, norte, centro y sur de la provincia.

Las principales características de la muestra figuran resumidas en la tabla 1, categorizada en dos grupos: profesorado con título docente y profesorado con título disciplinar constituido por personas con títulos en ingeniería, medicina, licenciaturas, farmacia, etc. De la muestra total, finalizaron con el programa 31 (53,44%) docentes del grupo experimental en el 2016, esto llevó a obtener un grupo control de 27 docentes, que realizaron las actividades del módulo 1 y 2 en el 2015.

Tabla 1.  
Características de la muestra del profesorado participante

CATEGORÍA	GRUPO EXPERIMENTAL		X <sup>2</sup> (SIG)	GRUPO CONTROL	
	fa	% válido		fa	% válido
Profesorado con título docente (A)	15	48,00	,83	12	44,00
Profesorado con título disciplinar (B)	16	52,00		15	56,00
Total	31			27	
Edad Promedio (años)	39,85			42,57	
Género	Hombre	Mujer	,34	Hombre	Mujer
	5	26		6	21
Total	31			27	
Asignatura	Biología	Fco-Qca	,33	Biología	Fco-Qca
	11	20		19	8
Total	31			27	

*Procedimiento de la intervención:*

La tabla 2 expone el diseño de la metodología de la investigación.

Tabla 2.  
Diseño fortuito pretest-posttest-pospostet

Grupo	Pre-test Evaluación	Intervención Didáctica Disciplinar	Pos-test Evaluación	Intervención Didáctica Interdisciplinaria	Pos-Pos-test Evaluación
Experimental	COCTS	Modulo 1 y 2	COCTS	Modulo 3 y 4	COCTS
Control	COCTS	Modulo 1 y 2	COCTS	0	
Tiempo	10/07/2015		x/11/2015		30/09/2016

*Ejes de cada módulo:* (1) Núcleos de Aprendizajes Prioritarios -NAP- de Ciencias Naturales (Cs. Ns.) y práctica de enseñanza para la Educación Secundaria. (2) Perspectivas epistemológicas sobre las Cs. Ns. y su relación con los NAP. (3) Problemas científicos disciplinares con relevancia social. (4) Problemas sociales complejos.

## Instrumentos

Los instrumentos de investigación aplicados se agrupan en dos clases: instrumentos de intervención didáctica e instrumentos de evaluación de la mejora.

*Instrumento de Evaluación:*

Las cuestiones aplicadas se han extraído del banco de 100 ítems denominado Cuestionario de Opinión Ciencia-Tecnología-Sociedad (COCTS), (Manassero, Vázquez, y Acevedo, 2003). El cuestionario de respuesta de opción múltiple permite a las personas expresar sus propios puntos de vista en una amplia gama de temas CTS, 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 di-

ferentes justificaciones a cada cuestión ordenadas alfabéticamente (A, B, C...), 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 fue clasificada por un panel experto como adecuada (A), plausible (P) o ingenua (I) según la cual se valoran las respuestas dadas por las personas encuestadas, con el Método de Respuesta Múltiple (Vázquez, Manassero, Acevedo, Acevedo, 2006). Cada cuestión corresponde a un tema y subtemas de referencia que representan las distintas dimensiones de la tabla de cuestiones CTS. Las 5 cuestiones aplicadas en este estudio (ver tabla 3) están referidas a: «Ciencia y Tecnología», y «Epistemología de las Ciencias».

Tabla 3.  
Temas y subtemas del COCTS

TEMA	SUB-TEMA	COCTS N°:
Naturaleza del conocimiento científico:	Aproximación a las investigaciones	90621
	Observaciones	90111
	Paradigmas	91121
	Razonamiento lógico	90811
Ciencia y tecnología:	Ciencia	10113

#### *Instrumento de intervención didáctica:*

Los instrumentos de intervención didáctica son la planificación y diseño de secuencias de enseñanza y aprendizaje (SEA) sobre un rasgo específico de NdCyT.

La SEA contiene el plan articulado de actividades de aprendizaje orientadas a las concepciones de los participantes, las pautas sobre reacciones esperadas del profesorado, fundamentadas en la investigación y adaptadas al nivel de formación, las características y contenidos del dominio NdCyT, los supuestos epistemológicos, las perspectivas de aprendizaje, los enfoques pedagógicos actuales y las características del contexto educativo. La estructura didáctica de la SEA se basa en el “ciclo de aprendizaje 7E” (Eisenkraft, 2003 citado en Vázquez y Rodríguez, 2013) que propone un esquema de siete fases (Extraer, Enganchar, Explorar, Explicar, Elaborar, Extender y Evaluar). En la segunda intervención didáctica, se presenta el tema con la técnica *role playing*, simulando un equipo científico interdisciplinario de tres integrantes en una de las siguientes disciplinas: física, química o biología. Durante la actividad de indagación del fenómeno, exploran y describen el objeto de estudio, desde una mirada compleja, multifacética e interdisciplinaria para construir las ideas modelo teórica “sobre” la NdCyT.

## RESULTADO

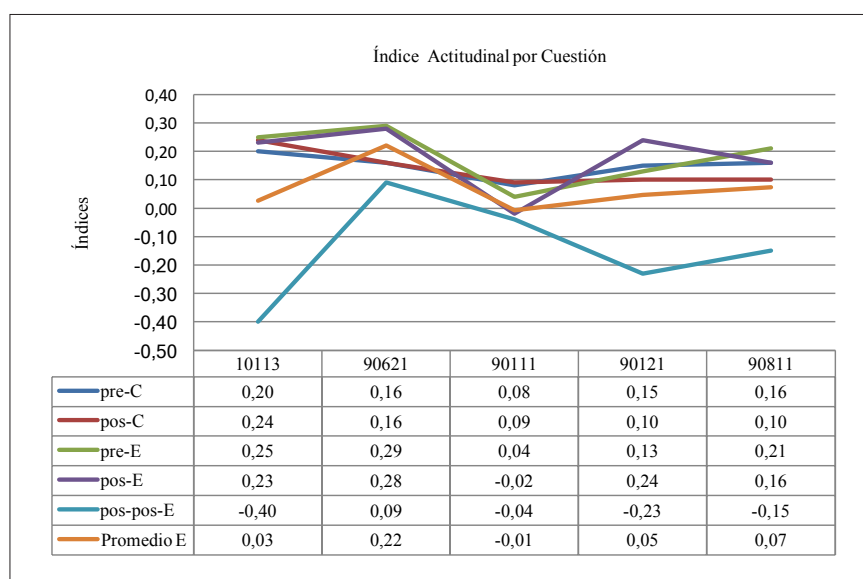
La prueba Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) indica que las características de los grupos (Tabla 1) son equivalentes sin diferencias significativas ( $p > ,05$ ). Los datos obtenidos no presentan sesgo, fueron procesados y analizados mediante estadísticas descriptivas e inferencial, con el programa SPSS<sup>®</sup>. La prueba “t de Student” para muestras relacionadas pre-/pos-test de la muestra inicial (Tabla 4), con un nivel de significación de ,05 no presenta diferencias significativas ( $p > ,05$ ). El mismo estudio se aplicó al grupo control y experimental durante el desarrollo del módulo 1 y 2, no encontrándose diferencias significativas intergrupos pre-/postest ( $p > ,05$ ). Así mismo, se aplicó el test al grupo experimental que finalizó el programa con los módulos 3 y 4 durante el 2016, encontrándose diferencias estadísticamente significativas ( $p = ,00$ ) entre el pre-test y pos-postest.

Tabla 4.  
Resultados estadísticos por grupo

GRUPO	MUESTRA ORIGINAL	CONTROL	EXPERIMENTAL	
Estadísticos	pre-/pos-test	pre-/pos-test	pre-/pos-test	pos-/postest
Media	,020	,040	-,004	,304
Desv. Tip.	,256	,146	,144	,258
Nivel de Sig.	,624	,345	,864	,000

Las pruebas de tamaño del efecto evalúan la efectividad del tratamiento inter-grupo entre el grupo control (S.D.: 0,14; M: 0,04) y el grupo experimental pos-postest: (S.D.: 0,25; M: 0,30) a partir de las diferencias relacionadas, tomando como referencia el punto de corte  $d > ,30$  el resultado evidencia en el grupo control una efectividad pequeña ( $d = ,27$ ), mientras que en el grupo experimental la efectividad es alta ( $d = ,59$ ).

El ANOVA comparó los efectos de los índices de actitud global intra- e inter-/grupales de acuerdo a las categorías formación académica y asignatura (Tabla 1). La prueba resultó estadísticamente significativa para los intra-grupos (gl: 3, F: 17, 67,  $p = ,00$ ), los inter-grupos no presentan diferencias significativas ( $p > ,05$ ).



Gráf. 1. Representación conjunta del índice actitudinal por cuestión

El gráfico 1 muestra en forma conjunta el índice actitudinal por cuestión. Entre los grupos experimental y control, en el pre-test como en el pos-test durante el itinerario didáctico disciplinar, el perfil de las rectas resulta similar y con índices positivos, sin diferencias significativas ( $p > ,05$ ). En comparación con el grupo experimental (pos-pos-E) que recibió el itinerario didáctico *interdisciplinar*, sus diferencias son estadísticamente significativas ( $p = ,00$ ) con índices negativos en la definición de ciencia (10113), paradigmas (90121), razonamiento lógico (90811), y con índices positivos en la cuestión 90621 y 90111 vinculados a la naturaleza interdisciplinar, multifacética y controvertida del conocimiento científico.

## CONCLUSIÓN

Los índices capturan la intensidad de la actitud positiva y negativa frente a una idea determinada, como predisposiciones aprendidas que suponen la intervención del itinerario didáctico. Los cambios de las teorías implícitas en dirección opuesta a las teorías científicas de acuerdo a las escalas de actitud no equivale a su sustitución o desaparición, más bien a la reorganización (Pozo y Rodrigo, 2001), como resultado del aprendizaje implícito, lo que no evitan *las inconsistencias conceptuales* representadas en la pendiente del promedio de las puntuaciones del grupo experimental. Las diferencias estadísticamente significativas en función del tipo de intervención didáctica derivan de la movilización de la matriz disciplinar del CDC sobre la definición de ciencia desde la perspectiva interdisciplinaria. Los resultados exteriorizan la falta de adecuación de las creencias sobre el conocimiento metadisciplinar como componente del CDC, de carácter interdisciplinar y multifacético de los diferentes campos disciplinares, reflejados en los índices de actitud sobre la idea de ciencia y en el razonamiento lógico interdisciplinar que resulta sutil y por tanto es más complejo y confuso para los docentes, establecer su distinción de origen epistemológico, metodológico y/o semántico respecto al contenido interdisciplinar de la NdCyT. Esto último deriva en “una construcción consciente de significados y que darían cuenta de las formas de aprender más complejas (Pozo, 2014)”.

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto EDU2015-64642-R (MINECO/FEDER).

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, J.A., VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M.A. y ACEVEDO, P. (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka*, 4(1), 42-66.
- CORONADO, M. (2013). Competencias docentes: ampliación, enriquecimiento y consolidación de la práctica profesional. Buenos Aires: Noveduc.
- CARDONA, M. G., (2008). La interdisciplinariedad en la enseñanza de las ciencias. *Revista Ciência & Educação*. Recuperado de <http://webdelprofesor.ula.ve/humanidades/marygri/documents/PPD/Interdisciplinariedad.pdf>
- GARRITZ, A., LORENZO M.G., DAZA ROSALES, SILVIO F. (2014). Conocimiento didáctico del contenido: una perspectiva iberoamericana. Alemania: Académica Española.
- HERNÁNDEZ, S. R., FERNÁNDEZ, C., y BAPTISTA, L. P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- LEDERMAN, N. G. (2007). Nature of science: past, present, and future. En Abell, S. K. y Lederman, N. G. (Eds.), *Handbook of research on science education*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- MANASSERO, M.A., VÁZQUEZ, A. y ACEVEDO, J.A. (2003). Cuestionario de Opiniones sobre Ciencia, Tecnología y Sociedad (COCTS). Princeton, NJ: Educational Testing Service.
- POZO, J. I. y RODRIGO, M. J. (2001). Del cambio de contenido al cambio representacional en el conocimiento conceptual. *Infancia y Aprendizaje*, 24 (4), 407-423.
- POZO, J. I. (2014). Psicología del aprendizaje humano. Adquisición del conocimiento y cambio personal. Madrid: Morata.
- VÁZQUEZ, A. A. RODRÍGUEZ, C. A. M. (Septiembre, 2013). *Secuencia de enseñanza aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia y la tecnología para la formación del profesorado de ciencias*. IX Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Girona.
- VÁZQUEZ, A. A., MANASSERO, M.A., ACEVEDO, J. A., ACEVEDO, P. (Junio, 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, México.