



## Un análisis comparativo sobre la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología en docentes en ejercicio de la escuela primaria

*A comparative analysis on the understanding of the nature of science and technology in practicing teachers of the primary school*

**Marcelo Augusto Salica**

Salica, M. A. (2020). Un análisis comparativo sobre la comprensión de la naturaleza de la ciencia y la tecnología en docentes en ejercicio de la escuela primaria. *Revista Latinoamericana de Educación Comparada*, 11(18), pp. 138-152.

### RESUMEN

El presente artículo describe un trabajo de investigación comparada que tuvo como objetivo comprender los cambios entre los tres ciclos educativos de 13 escuelas de nivel primario de la ciudad de Neuquén (Patagonia Argentina), donde se evalúa el conocimiento metadisciplinar como uno de los cinco componentes clave del Conocimiento Didáctico del Contenido del profesorado en ejercicio. La investigación consiste en un estudio de carácter cuantitativo aplicado a un grupo de 71 docentes que enseñan ciencias naturales. Como resultado se elaboró un modelo estadístico que describe la interacción entre el conocimiento metadisciplinar fundamentado en la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT) para cada ciclo escolar de la escuela primaria. De esta manera el modelo estadístico permite inferir el declive entre estas dos variables: NdCyT y ciclo escolar. Este resultado da cuenta de la necesidad de fortalecer el pensamiento científico y tecnológico del profesorado mediante prácticas de diseño e indagación. Para ello resulta adecuado promover el Conocimiento Profesional del Profesorado movilizándolo categorías del Conocimiento Didáctico del Contenido.

**Palabras clave:** naturaleza de la ciencia y la tecnología-conocimiento didáctico del contenido- escuela primaria- educación comparada- enfoque cuantitativo.

### ABSTRACT

This article describes a comparative research work that aimed to understand the changes between the three educational cycles of 13 primary schools in the city of Neuquén (Argentine Patagonia). It assesses metadisciplinary knowledge as one of the five key components of Content Pedagogical Knowledge of practicing teachers. The research consists of a quantitative study applied to a group of 71 teachers who teach natural sciences. As a result, a statistical model was developed that describes the interaction between the metadisciplinary knowledge based on the Nature of Science and Technology (NOST) for each school cycle of primary school. In this way, the statistical model allows us to infer the decline between these two variables: NOST and school year. This result shows the need to strengthen the scientific and technological thinking of teachers through design and inquiry practices. For this purpose, the professional knowledge of teachers is mobilized by mobilizing categories of content didactic knowledge.

**Keywords:** nature of science and technology- didactic content knowledge- primary school- comparative education- quantitative approach.



## Introducción

Las investigaciones en didáctica de las ciencias naturales se focalizan en su mayoría en estudios de casos únicos o múltiples, cuyos métodos son principalmente cualitativos. Además, los estudios cuantitativos permiten obtener información masiva, incluyendo las indagaciones de tipo mixto. Cada método para la investigación educativa presenta sus oportunidades y desafíos como forma de retratar la realidad en el campo educativo dado por su diversidad y complejidad. Al respecto, la investigación comparada como método para la indagación educativa es una de las líneas de investigación menos desarrollada en el país (Ferrere et al., 2019). Este tipo de investigación ofrece la metodología y los fundamentos necesarios para llevar adelante el presente estudio. En virtud de lo anterior, la pregunta que orienta este trabajo busca comparar las posibles discrepancias en las actitudes de los docentes acerca de la enseñanza de la Ciencia y la Tecnología (C y T) entre los tres ciclos que caracterizan el sistema educativo de la escuela primaria en la ciudad capital de Neuquén. La información obtenida en este trabajo proporciona una «foto» de la realidad para determinar el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) que posee el profesorado de la escuela primaria, y de allí proyectar sus efectos en la práctica docente para la enseñanza de la C y T, entendida como prácticas educativas innovadoras. En este sentido Carr (1990), afirmaba que los cambios en las prácticas educativas están íntimamente relacionados con la formación que recibe el profesorado y que deriva en las modificaciones en los modelos educativos. De la misma manera, diversas investigaciones alegan que lo que sabe el profesorado y lleva a la práctica en el aula es fundamental para el aprendizaje de los estudiantes (Solbes et al., 2018).

Por otra parte, los resultados de este estudio buscan contribuir a la toma de decisiones de políticas educativas, definir indagaciones focalizando en los diferentes ciclos educativos de un mismo nivel de enseñanza y aportar a la mejora en los procesos de aprendizaje a cargo del cuerpo docente y equipo de conducción de la institución educativa. De manera simultánea, se acuerda con la idea de que todo campo de estudio posee límites difusos y permeables y que se encuentran en constante redefinición (Cook et al., 2004; Tikly y Crossley, 2001). La vacancia que caracteriza la indagación focalizada en la comparación de los tres ciclos educativos de la escuela primaria justifica el acercamiento que se pretende realizar desde la educación comparada como método de indagación.

## Características del sistema educativo de la escuela primaria

El sistema educativo de la Escuela Primaria de la Provincia de Neuquén posee una estructura ciclada dividida en tres etapas: primero (1° grado, 2° grado y 3° grado), segundo (4° grado y 5° grado) y tercero (6° grado y 7° grado). Dicha estructura de organización escolar se caracteriza por su flexibilidad con el objetivo de respetar “el proceso de aprendizaje de cada estudiante para que avance progresiva y continuamente en los criterios planteados para la promoción de cada ciclo” (Resolución 1864, 2005, p. 6). Esto hace que no exista promoción interna en cada ciclo escolar de modo que los estudiantes transiten por allí según su propio proceso de aprendizaje, acompañado por las decisiones que en términos de enseñanza considere la escuela y el docente a cargo del grupo por medio del proyecto educativo institucional.

Cada uno de los ciclos se organiza en áreas de conocimiento: Matemática; Lengua; Ciencias Sociales y Ciencias Naturales; Estético - Expresivo (Educación Musical y Educación Plástica) y Educación Física. La estructura ciclada como forma de organización escolar se realiza desde un enfoque integrado y gradual de la formación del estudiante por ciclo y año. Esto responde a la complejidad que presenta cada área de conocimiento.

Las diferentes áreas de conocimientos determinan ciertos contenidos que dialogan con los Núcleos de Aprendizajes Prioritarios (2004; 2006). Estos documentos ofrecen los lineamientos curriculares vigentes de orden internacional, nacional y provincial. En estos documentos se describen aquellos aprendizajes que se consideran imprescindibles para que los desarrollen los estudiantes de la escuela primaria en distintos momentos de su escolaridad. Del conjunto de capacidades que se describen en dichos documentos, se encuentran aquellos que son categorizados como capacidades transversales, donde la resolución de problemas y el pensamiento científico y tecnológico son dos de las habilidades más demandadas por el mismo sistema educativo. El desarrollo de estas destrezas “exigen del uso de estructuras mentales de orden superior como razonar, argumentar, reconocer pruebas, validar conocimiento, elaborar hipótesis, tomar decisiones y resolver problemas, las cuales guardan



relación con las competencias propias del pensamiento científico” (Salica, 2018, p. 203). En esta línea, existe también un acuerdo cada vez mayor acerca del papel que desempeña la educación científica y tecnológica en la promoción de las llamadas habilidades del siglo XXI, o habilidades blandas relacionadas con la innovación, el aprendizaje continuo y el pensamiento crítico, que se proponen como fundamentales para formar ciudadanos capaces de participar en las sociedades actuales.

Para garantizar a los estudiantes el derecho a aprender y desarrollar las capacidades transversales durante su paso por los tres ciclos del sistema escolar, es menester que el profesorado de la educación primaria cuente con un conocimiento profesional específico o Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) acorde a las actuales demandas y desafíos que conlleva, en un contexto donde la C y T avanza de manera acelerada. Su enseñanza por parte del profesorado de la escuela primaria debe estar íntimamente relacionada con el dominio de la Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT). Este es un conocimiento metadisciplinar sobre cómo se construye la ciencia, los métodos que se usan para validar las teorías o sustituirlas por otras, el papel de la comunidad científica en todo ello y las relaciones Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) (Pedrinaci et al., 2012, p. 278; Abd-el-Khalick y Akerson, 2009). De esta manera, para garantizar el desarrollo del pensamiento científico y tecnológico no alcanza con poseer conocimientos o demostrar aptitudes. En términos de Furman (2016), estas pericias requieren del profesorado de la escuela primaria promover situaciones contextualizadas (dimensión 1) donde se realicen prácticas auténticas de indagación y diseño (dimensión 2). Esto permitiría al docente hacer el pensamiento visible (dimensión 3) con el objetivo de que el estudiante supere el mero saber de conceptos y promueva el saber, el saber hacer y el saber ser aprendiendo de manera reflexiva e integrada.

### **El Conocimiento Didáctico del Contenido**

Adentrarse en el conocimiento que construye el profesorado de ciencias naturales durante su práctica docente para ayudar a los estudiantes a aprender permite acceder desde un nivel concreto y simultáneo al CDC, “que articula el contenido disciplinar del tema objeto de estudio y su interacción con la didáctica” (Acevedo, 2009, p.3). El CDC fue introducido por Shulman (1986), quien lo describe como una amalgama especial de contenido y la propia pedagogía del profesorado. Caracterizar este tipo de conocimiento implica reconocer su carácter implícito y explícito que representa para la enseñanza de la C y T en toda la escuela primaria. Este marco conceptual requiere de una comprensión profunda del contenido, de las concepciones acerca de la Naturaleza de la Ciencia y Tecnología que posee el profesorado y las dificultades de aprendizaje de los estudiantes. En la actualidad el CDC, como marco conceptual de meta-nivel permite enriquecer las investigaciones referidas al pensamiento del profesorado de ciencias. El CDC y la NdCyT son dos de los trece tópicos que Garritz (2010) denomina paradigmas de la enseñanza de las ciencias, conformando las nuevas expectativas de aprendizaje en este siglo. En consecuencia, el CDC define cinco tipos de conocimientos principales que constituyen categorías conceptuales por separado: Conocimiento/creencias de lo Disciplinar (CD), Conocimiento/creencias de lo Metadisciplinar (CM), Conocimiento/creencias del Contexto (CC), Conocimiento/creencias de lo Psicopedagógico (CP) y Conocimiento/creencias en relación a la Tecnología (CT). Estas categorías son los conocimientos que el profesorado pone en acción al momento de pensar la enseñanza de la C y T. De hecho, el modelo conceptual del CDC se ha modificado gracias a contribuciones posteriores de la investigación respecto al Conocimiento Profesional del Profesorado (CPP) (Roth, 2007; Furió y Carnicer, 2002). Esta investigación reconoce el valor de todas estas aportaciones, de allí la necesidad de comparar el CDC del profesorado de ciencias en ejercicio entre los tres ciclos de la escuela primaria de la ciudad de Neuquén. Las diferentes categorías complejizan el CPP, generando contradicciones o manifestando incoherencias, algunas explícitas y otras implícitas. De esta manera (Martínez y Rivera, 2012) identifican tres dimensiones o ejes de análisis que permiten comprender el CPP. Estas son: eje *obstáculo*, constituyen concepciones bien asentadas en el contexto y determinan la acción del profesorado. Su desventaja radica en que poseen una estabilidad significativa y limitan los cambios. Eje *cuestionamiento*, son concepciones alternativas que interpelan las ideas anteriores. Estas permiten identificar los problemas y generan nuevas maneras de actuar. Eje *dinamizador*, en esta dimensión las concepciones pueden reorganizar y resignificar las creencias del eje obstáculo y convertirlas en nuevos principios de acción, enriqueciendo las ideas bien asentadas con otras alternativas fundamentadas en concepciones innovadoras. Así,



la articulación de estas tres dimensiones permitiría sacar al profesorado de prácticas inerciales y generar el desarrollo del CPP y CDC.

### **Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología**

Como esta investigación parte del trabajo de Shulman (1987) en el que se pregunta qué conocimiento especializado es necesario para enseñar. Como forma de evaluar dicho saber en el profesorado de los diferentes ciclos de la educación primaria fundamentado en la NdCyT, se acude a la evaluación de las actitudes para la enseñanza de la C y T. Esto constituye un indicador importante acerca de la alfabetización científica y tecnológica en el profesorado de ciencias naturales de la escuela primaria, como medio para comprender la compleja relación C y T. Si bien, la idea de alfabetización mencionada despierta una diversidad de posiciones de difícil consenso en esta investigación la interacción entre C y T adquiere un enfoque más holístico y significativo con auténtica relevancia para el profesorado. Esta idea “se apoya tanto en el diseño científico, como el funcionamiento y operación de las tecnologías científicas (instrumentación), así como en el conocimiento tecnológico, que se sostiene tanto en el conocimiento científico como en el práctico” (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2013, p. 631).

Como las actitudes tienen un fuerte componente tácito, además del explícito, cargado de valores, afectividad y creencias, para su indagación se debe tener presente los aportes provenientes de la psicología socioeducativa de Castorina et al. (2007) y en el caso particular de la psicología cognitiva de Pozo y Flores (2007), aquellos sobre la enseñanza y aprendizaje del conocimiento científico escolarizado. Dichas perspectivas teóricas comprenden que los componentes sociales, conductuales y cognitivos del aprendizaje de una disciplina o un área de conocimiento se encuentran condicionados por su componente axiológico, es decir, la dimensión valorativa no técnica de las personas (Salica y Abad, 2020). Estos factores se encuentran asociados a las creencias compartidas del estudiantado provocando un obstáculo epistemológico, es decir, generan limitaciones o impedimentos para la reformulación de las ideas de sentido común durante el proceso de aprendizaje sobre la relación C y T.

### **Objetivo**

La comprensión de la NdCyT es considerada un componente central de la alfabetización científica y tecnológica para todos. Por tal motivo, este metaconocimiento comienza a incorporarse en los actuales contenidos de los currículos escolares. De esta forma, la presente indagación expone los resultados de una investigación educativa, comparando las actitudes de los docentes de ciencias naturales en ejercicio entre los tres ciclos de la escuela primaria. En esta comparación se evalúan las actitudes acerca de los siguientes dos temas de NdCyT: resolución de problemas e interdependencia de la C y T por medio de modelos estadísticos.

### **Método**

La indagación se basa en la educación comparada mediante un modelo estadístico de tipo exploratorio y descriptivo. Actualmente existe un consenso bastante amplio entre los académicos de la educación comparada en concebirla como un campo de estudio donde confluyen múltiples disciplinas y enfoques (Altbach, 1990; Crossley y Watson, 2009; Nóvoa, 1998). La característica principal de este campo de estudio no estaría dado por su metodología, debido a que no hay acuerdo sobre qué implica comparar en términos metodológicos (Epstein, 1983; Rust et al., 1999), así como tampoco se explicita el alcance de la comparación. En este artículo, de acuerdo con Steiner-Khamsi (2010), se concibe a la educación comparada como un campo de indagación focalizado en la aplicación de una perspectiva de análisis transversal o transeccional entre los ciclos de enseñanza de un mismo nivel educativo. Este tipo de estudio conlleva la recolección de los datos en un momento único y de allí a describir e interrelacionar sus variables (Hernández et al., 2010). En función de lo anterior, el estudio realiza una evaluación inicial donde se comparan las ideas previas que poseen los docentes en relación a las actitudes sobre Ciencia y Tecnología para cada ciclo escolar de la escuela primaria. Las actitudes constituyen tendencias o disposiciones psicológicas personales adquiridas, relativamente duraderas, que implican una valoración o evaluación determinada de una persona, suceso o situación y que determinan una forma de actuar, y en consecuencia de



resolver un problema. Es la valoración afectiva, que contiene a su vez elementos cognitivos y de conducta y que por ello se debe hacer uso de conocimientos, habilidades y valores (Sanabria Totaitive y Callejas Restrepo, 2012; Pozo, 2013).

## Participantes

Los participantes de la muestra completa están constituidos por docentes en ejercicio (N = 71, edad promedio: 37,76 años) que enseñan ciencias naturales en la escuela primaria de la ciudad capital de Neuquén (Patagonia Argentina) durante el ciclo lectivo 2019. Los docentes provienen de 13 escuelas primarias distribuidas en la zona este, centro y oeste de la ciudad capital. Ellos participan en un ateneo donde se problematizan las prácticas docentes para la enseñanza de la C y T en cada ciclo escolar. Las características de los participantes siguen los criterios que explicitan Rodríguez Gómez y Valldeoriola Roquet (2009), por un lado “no se pretende realizar generalizaciones, dado que todos los sujetos de la población tienen las mismas posibilidades de formar parte de la muestra de estudio, basándose en el principio de equiprobabilidad” (p. 28). Esto constituye una muestra no probabilística, denominada “estudio de caso teórico y/o muestra de casos-tipo” (Hernández, Fernández y Baptista, 2010, p. 603). La organización de la muestra por ciclo para la aplicación del instrumento se presenta en la Tabla 1.

**Tabla 1. Organización de la investigación**

Ciclo Escolar	Grado Escolar	N	Docentes Edad Promedio
1° Ciclo	1°, 2° y 3°	24	38,50
2° Ciclo	4° y 5°	46	37,68
3° Ciclo	6° y 7°	25	37,12

Fuente: Elaboración propia.

Para la obtención de los datos se utilizó un enfoque de investigación cuantitativo. El instrumento utilizado consistió en la aplicación de un pretest para evaluar las actitudes mediante una escala tipo Likert. Con los datos cuantitativos se busca obtener las representaciones implícitas del contenido sobre la relación C y T para su enseñanza en los tres ciclos de la escuela primaria.

## Instrumento cuantitativo: COCTS

Para la evaluación de las actitudes, se aplicaron dos cuestionarios extraídos del banco de datos de 100 ítems, denominados Cuestionario de Opinión Ciencia-Tecnología-Sociedad: COCTS (Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2013). Cada cuestión corresponde a un tema y subtemas de referencia que representan las distintas dimensiones de la NdCyT. Los temas seleccionados para esta investigación son: Tema 1, Ciencia y Tecnología, subtema: Interdependencia (10411); Tema 2: Sociología Externa de la Ciencia: influencia de la sociedad sobre la Ciencia y la Tecnología, subtema: resolución de problemas (40421). 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. El COCTS es un cuestionario de respuesta de opción múltiple que permite a los participantes expresar sus propios puntos de vista en una amplia gama de temas de NdCyT. Todas tienen el mismo formato: se inicia con una introducción de pocas líneas donde se plantea un problema respecto al cual se desea conocer la actitud del participante, seguido de una lista de frases que ofrecen 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 participantes con el Método de Respuesta Múltiple –MRM– (Vázquez-Alonso et al., 2006).



Una vez que los participantes valoran el grado de acuerdo/desacuerdo de las diferentes justificaciones de cada ítem en una escala del 1 (donde 1 es muy desacuerdo) al 9 (muy de acuerdo), estas valoraciones se transforman en los índices actitudinales normalizados (comprendido entre el: +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 en papel y lápiz. El profesorado participa libremente, como una actividad de autoevaluación dirigida a explorar sus actitudes.

En la siguiente Tabla 2 se puede conocer el modelo y el contenido de los dos cuestionarios aplicados:

**Tabla 2. Contenido de los cuestionarios.**

---

<p><b>10411) La ciencia y la tecnología están estrechamente relacionadas entre sí:</b></p> <p>A. porque la ciencia es la base de los avances tecnológicos, aunque es difícil ver cómo la tecnología podría ayudar a la ciencia.</p> <p>B. porque la investigación científica conduce a aplicaciones prácticas tecnológicas, y las aplicaciones tecnológicas aumentan la capacidad para hacer una investigación científica.</p> <p>C. porque, aunque son diferentes, actualmente están unidas tan estrechamente que es difícil separarlas.</p> <p>D. porque la tecnología es la base de todos los avances científicos, aunque es difícil ver cómo la ciencia puede ayudar a la tecnología.</p> <p>E. ya que ciencia y tecnología son más o menos la misma cosa.</p>
<p><b>40421) En tu vida diaria, el conocimiento de la ciencia y la tecnología te ayuda personalmente a resolver problemas prácticos (por ejemplo, lograr sacar el coche de una zona de hielo, cocinar o cuidar un animal). El razonamiento sistemático aprendido en las clases de ciencias (por ejemplo, hacer hipótesis, recoger datos, ser lógico):</b></p> <p>A. me ayuda a resolver problemas en mi vida cotidiana. Los problemas diarios se resuelven de manera más fácil y lógica si se tratan como problemas de ciencias.</p> <p>B. me da una mayor comprensión y conocimiento de los problemas diarios. Sin embargo, las técnicas que aprendí para resolver un problema no me son útiles directamente en mi vida cotidiana.</p> <p>C. Las ideas y hechos que aprendí en las clases de ciencias a veces me ayudan a resolver problemas o a tomar decisiones sobre cuestiones como cocinar, no enfermarse o explicar una amplia variedad de sucesos físicos (por ejemplo, el trueno o las estrellas).</p> <p>D. El razonamiento sistemático y las ideas y hechos que aprendí en las clases de ciencias me ayudan mucho. Me sirven para resolver algunos problemas y entender una amplia variedad de sucesos físicos (por ejemplo, el trueno o las estrellas).</p> <p>E. Lo que aprendí en las clases de ciencias generalmente no me ayuda a resolver problemas prácticos; pero me sirve para percibir, relacionarme y comprender el mundo que me rodea.</p> <p><b>Lo que aprendí en las clases de ciencias NO se relaciona con mi vida cotidiana:</b></p> <p>F. biología, química, geología y física no me resultan prácticas. Tratan detalles teóricos y técnicos que tiene poco que ver con mi mundo de cada día.</p> <p>G. mis problemas cotidianos son resueltos por mi experiencia pasada o por conocimientos que no están relacionados con la ciencia y la tecnología.</p>

---

Fuente: Elaboración propia.

### **Procedimiento de análisis cuantitativo**

Los resultados de las medidas comparadas del COCTS se presentan a partir de los índices actitudinales para la caracterización del grupo experimental completo y comparando los efectos del pretest entre los subgrupos de docentes pertenecientes a cada ciclo escolar de la escuela primaria.



El análisis de los datos se realizó con el programa informático SPSS®, con ANOVA de medidas repetidas, pruebas de significación “*p*-value”, aplicando pruebas no paramétricas de Wilcoxon, cálculo de “*d*” de Cohen para evaluar el tamaño del efecto y “*r*” de Spearman. Se evalúa el estadístico *p*-valor para muestras independientes y de contraste entre ciclos escolares para comparar los índices actitudinales globales (IAG) durante el pretest, con un nivel de significancia del 0,05 (intervalo de confianza: 95%). Los índices actitudinales de cada frase constituyen indicadores que permiten realizar análisis comparativos exhaustivos, para caracterizar las actitudes entre cuestionarios (frases y categorías) apoyados en indicadores cuantitativos para contrastar hipótesis (Vázquez-Alonso et al., 2006).

La hipótesis de contraste busca determinar diferencias significativas entre los cuestionarios antes de la formación didáctica de los docentes de ciencias naturales en función del ciclo escolar. Por otro lado, la efectividad del cuestionario se valora comparando los resultados de la evaluación con las puntuaciones del pretest. La determinación del tamaño del efecto permite describir y maximizar el efecto cualitativo del contenido de cada cuestionario. El estadístico se considera relevante cuando es mayor que 0,30 ( $d > 0,30$ ) y la dirección del efecto se determina por el signo del estadístico de acuerdo a la dirección predicha (grupo con actitudes positivas o negativas).

## Resultados y Discusión

Se presentan los resultados cuantitativos de los tres ciclos de la escuela primaria, a partir de las comparaciones de las respuestas a los cuestionarios, que surgen como instancia de reflexión en los docentes acerca de sus concepciones previas sobre las capacidades transversales como la interdependencia entre la C y T, y la resolución de problemas.

El tratamiento del conjunto de datos y su descripción cualitativa fue secuenciado y organizado de manera jerárquica, presentando los datos globales de cada ciclo escolar hasta llegar al análisis de los datos específicos de cada ciclo. De esta manera los datos se presentan del modo siguiente: I) la comparación de los estadísticos descriptivos por ciclo basado en los índices actitudinales globales (Tabla 3), II) comparación de los estadísticos descriptivos por ciclo discriminando las dos categorías del cuestionario aplicado (Tabla 4), III) comparación de los estadísticos descriptivos por cada frase-categoría de cada subtema del cuestionario (Tabla 5 y 6), IV) representación del modelo estadístico global que emerge como resultado del análisis comparativo completo (Gráfico 1).

### I) Comparación de los estadísticos descriptivos por ciclo basado en el índice de actitud global

El análisis estadístico aplicado al índice actitudinal global (IAG) por ciclo escolar, basado en las 25 frases que componen los dos cuestionarios sobre la NdCyT (Interdependencia C y T, Resolución de problemas sociales), difieren en el resultado de la prueba *t* de Student para muestras independientes. En los datos de la Tabla 3, se observa que el primero y tercer ciclo no son estadísticamente significativos:  $p = 0,28 > \alpha = 0,05$  y  $p = 0,32 > \alpha = 0,05$  respectivamente. En cambio, el segundo ciclo constituye un grupo estadísticamente significativo ( $p = 0,02 < \alpha = 0,05$ ), con un tamaño del efecto alto de acuerdo con el criterio establecido para la *d* de Cohen ( $d > 0,30$ ).

**Tabla 3. Comparación de los IAG por ciclo escolar**

Ciclo Escolar	Estadísticos descriptivos									
	N	IAG	Media	Desv. Típica	t	gl	Sig.	df	d Cohen	r de Spearman
Primero	24	0,04	0,041	0,187	1,090	23	0,287	0,041	0,454	0,221
Segundo	22	0,11	0,113	0,213	2,500	21	<b>0,021</b>	0,113	1,091	0,478
Tercero	25	0,05	0,042	0,207	1,033	24	0,312	0,042	0,421	0,206

Fuente: elaboración propia.



En términos cualitativos, estos resultados indican que el grupo de docentes que se desempeñan en el segundo ciclo poseen un Conocimiento Didáctico del Contenido más adecuado con rasgos fundamentados en la NdCyT, respecto al CDC de los docentes del primero y segundo ciclo. En este sentido, hay que destacar que las diferencias en la prueba de significatividad y su contraste con el valor de la *d* de Cohen permiten inferir que el CDC de los docentes varía en función del ciclo escolar. Con el fin de indagar en dicha diferencia y profundizar en los subtemas de la NdCyT, se exponen los resultados siguientes discriminando las actitudes del profesorado en relación a los dos subtemas o categorías del cuestionario aplicado.

## II) Comparación de los estadísticos descriptivos por ciclo discriminando las dos categorías del cuestionario aplicado

En la Tabla 4 siguiente se presentan los estadísticos descriptivos discriminando los dos cuestionarios por cada ciclo escolar.

**Tabla 4. Comparación de los cuestionarios (10411 y 40421) por ciclo escolar**

COCTS	Ciclo Escolar	Estadísticos descriptivos									
		N	IAG	Media	Desviación típica	t	gl	Sig.	Diferencia de medias	d Cohen	r de Spearman
10411	1 C	24	0,17	0,195	0,272	3,524	23	<b>0,002</b>	0,195	1,460	0,596
	2 C	22	0,29	0,311	0,242	6,023	21	<b>0,000</b>	0,311	2,620	0,798
	3 C	25	0,26	0,278	0,340	4,080	24	<b>0,000</b>	0,278	1,660	0,639
40421	1 C	24	-0,10	-0,069	0,247	-1,376	23	0,182	-0,069	-0,578	0,275
	2 C	22	-0,07	-0,028	0,280	-0,472	21	0,642	-0,028	-0,205	0,102
	3 C	25	-0,16	-0,124	0,264	-2,344	24	<b>0,028</b>	-0,124	-0,956	0,431

Fuente: elaboración propia.

De esta forma se encuentra que para el subtema: “Interdependencia de la C y T” (10411), la prueba *t* de Student es estadísticamente significativa en los tres ciclos con un tamaño del efecto elevado. Sin embargo, el subtema “Resolución de Problemas” (40421) se muestra estadísticamente significativo en los docentes del tercer ciclo. El contraste de estos resultados lleva a observar lo siguiente, en los años escolares más inferiores (1° y 2° ciclo) el profesorado se ocupa de enseñar la ciencia focalizando la enseñanza actitudinal y procedimental sin incluir y profundizar en las diferentes dimensiones de las prácticas de diseño e indagación escolar. En cambio, el contenido que desarrollan los docentes del tercer ciclo de la escuela primaria prescinde de las prácticas de diseño e indagación en C y T, y la enseñanza de estos contenidos se focalizan en la resolución de problemas numéricos y ejercicios tipos. Es decir, esta clase de actividades permiten al profesorado afrontar con éxito las prácticas de enseñanza fundamentadas en la aplicación de modelos teóricos y procedimientos tipo recetas. Así, estas ideas determinan los principios de acción del profesorado (Martínez y Rivera, 2012) obstaculizando la realización de prácticas innovadoras. Para dar lugar al cambio de modelo de enseñanza, desarrollando un CDC y de ese modo lograr que el aprendizaje tenga sentido epistémico, se debe partir de un problema, de algo que no se conozca y se quiera saber. Además, se deberían enriquecer las prácticas típicas ayudando a los alumnos a enfrentarse a los problemas, para que de esa forma puedan distinguir entre problemas abiertos y problemas cerrados.

## III) Estadísticos descriptivos por cada frase-categoría de cada subtema del cuestionario

Prosiguiendo con el análisis, en la siguiente sección se comparan los estadísticos descriptivos de cada ciclo escolar del sistema educativo de las escuelas participantes. Estos resultados se obtienen mediante la aplicación de las pruebas estadísticas aplicadas para evaluar las actitudes de los docentes a partir del contenido de la frase de cada subtema examinado.

### Cambios estadísticamente significativos en los índices actitudinales



Los contenidos de cada frase permiten profundizar y dimensionar las ideas previas que posee el profesorado que enseña ciencias en la escuela primaria. De esa manera es posible caracterizar el CDC del profesorado por cada ciclo escolar, comparando las puntuaciones directas dadas por el grupo de docentes para identificar el efecto del contenido de cada frase en función de cada ciclo escolar. De esta forma, se llega a conocer cuáles son las frases con diferencias estadísticamente significativas, otorgando sentido cualitativo a los datos cuantitativos y poder hallar respuestas a la pregunta formulada en la introducción de este artículo.

Tal como se describe en la sección procedimientos, las frases están clasificadas como adecuadas (A), plausibles (P) e ingenuas (I). Con esta clasificación no se pretende circunscribir las creencias de los participantes en estas categorías de manera taxativa, ni en una posición u otra, sino que se busca describirlas y aclararlas desde la escala actitudinal empleada, dando cuenta de la complejidad que representan estas ideas en la configuración del CDC del profesorado de ciencias.

Los resultados de este análisis se presentan en la siguiente Tabla 5.

**Tabla 5. Comparación de los cuestionarios (10411 y 40421) por ciclo escolar**

COCTS	Categoría	Frase	N	Primer Ciclo				Segundo Ciclo				Tercer Ciclo			
				Medi a	Desv . típ.	Varianz a	Sig.	Medi a	Desv . típ.	Varianz a	Sig.	Medi a	Desv . típ.	Varianz a	Sig.
10411	I	A	25	-	0,494	0,245	0,709	0,200	0,520	0,271	0,222	-0,068	0,678	0,459	0,671
	A	B	25	0,780	0,282	0,080	<b>0,021</b>	0,670	0,443	0,196	0,084	0,750	0,450	0,203	<b>0,010</b>
	A	C	25	0,400	0,520	0,271	0,193	0,520	0,461	0,213	0,105	0,576	0,476	0,226	0,074
	I	D	25	-	0,616	0,380	0,834	0,100	0,563	0,318	0,536	-0,049	0,679	0,461	0,621
	P	E	25	-	0,871	0,760	0,053	0,220	0,744	0,554	<b>0,044</b>	0,177	0,687	0,472	<b>0,035</b>
40421	I	A	25	-	0,555	0,309	<b>0,047</b>	-	0,542	0,294	0,082	-0,629	0,629	0,396	<b>0,001</b>
	P	B	25	-	0,641	0,412	0,328	-	0,735	0,542	0,124	-0,215	0,675	0,456	0,276
	A	C	25	0,490	0,542	0,294	0,151	0,300	0,599	0,359	0,051	0,196	0,646	0,418	0,490
	P	D	25	-	0,607	0,369	<b>0,000</b>	-	0,590	0,349	0,080	-0,516	0,556	0,309	<b>0,008</b>
	P	E	25	0,010	0,840	0,706	0,098	0,030	0,781	0,611	0,086	-0,045	0,755	0,571	0,407
	P	F	25	-	0,760	0,579	<b>0,047</b>	0,090	0,766	0,588	0,164	-0,298	0,668	0,446	0,075
	A	G	25	0,500	0,544	0,297	0,067	0,610	0,500	0,250	0,081	0,615	0,505	0,255	<b>0,031</b>

Fuente: elaboración propia.

En relación a la Interdependencia C y T (10411), los IAG muestran que los docentes exhiben actitudes adecuadas en los tres ciclos. Esto se puede ver en los índices que alcanzan valores próximos a +1 (expertos). En la categoría plausible, el IAG es bajo pero positivo, situación que permite comprender su carácter complejo, con consecuencias para el desarrollo del CDC del profesorado en ejercicio. En este sentido, el contraste de estas dos categorías



permite verificar los fundamentos que poseen los docentes, siendo adecuados acerca de la compleja relación entre la C y T, pero desde un nivel conceptual o teórico.

En lo que respecta a la categoría “Resolución de Problemas” (40421), se encuentran resultados en los tres ciclos cuyos IAG difieren muy poco en términos aritméticos. Estos índices son negativos respecto a la valoración que reciben y en contraste con la puntuación máxima (+1), es decir, se alejan significativamente del conocimiento esperado.

Las frases A, D y F del cuestionario 40421 correspondientes al primero y tercer ciclo poseen índices negativos y son estadísticamente significativos, mientras que la frase G posee un IAG positivo y significativo. En relación con el contenido de estas frases (ver Tabla 6), el contraste entre ellas se presenta como un constructo contradictorio en comparación con el contenido de la frase G, la cual es valorada como adecuada por el profesorado de los tres ciclos. Además, el valor de estos índices se incrementa conforme se avanza en los tres ciclos escolares.

**Tabla 6. Comparación de los IAG entre los cuestionarios 10411 y 40421 por ciclo escolar**

<b>10411) Relación C y T</b>				
Categorías Frases	Contenido de la frase	IAG:	IAG:	IAG:
		Primer Ciclo	Segundo Ciclo	Tercer Ciclo
A - B	porque la investigación científica conduce a aplicaciones prácticas tecnológicas, y las aplicaciones tecnológicas aumentan la capacidad para hacer investigación científica.	<b>0,77</b>	0,69	<b>0,75</b>
P - E	Ciencia y tecnología son más o menos la misma cosa.	0,02	<b>0,19</b>	<b>0,17</b>
<b>40421) Resolución de problemas</b>				
I - A	me ayuda a resolver problemas en mi vida cotidiana. Los problemas diarios se resuelven de manera más fácil y lógica si se tratan como problemas de ciencias.	<b>-0,55</b>	-0,52	<b>-0,62</b>
P - D	El razonamiento sistemático y las ideas y hechos que aprendí en las clases de ciencias me ayudan mucho. Me sirven para resolver algunos problemas y entender una amplia variedad de sucesos físicos (por ejemplo, el trueno o las estrellas).	<b>-0,65</b>	-0,56	<b>-0,51</b>
P - F	biología, química, geología y física no me resultan prácticas. Tratan detalles teóricos y técnicos que tiene poco que ver con mi mundo de cada día.	<b>-0,09</b>	0,10	-0,29
A - G	mis problemas cotidianos son resueltos por mi experiencia pasada o por conocimientos que no están relacionados con la ciencia y la tecnología.	0,48	0,60	<b>0,61</b>

Fuente: elaboración propia.

Particularmente, estos resultados representan contradicciones o cuestionamientos que se tornan conscientes (Martínez y Rivera, 2012) al momento de responder el cuestionario. Sin embargo, esta contradicción encuentra cierta coherencia, que constituye concepciones del CDC bien asentadas que determinan las acciones del profesorado de ciencias en la práctica docente. Su fuerza radica en que están bien adaptadas al contexto de desempeño y que obstaculiza visiones o modos alternativos para promover el cambio del modelo de enseñanza (Carr, 1990). A su vez, el contenido de estas frases permite identificar el obstáculo del CDC del profesorado, dado por la escasa conexión entre los fundamentos teóricos de la C y T (Vázquez y Manassero-Mas, 2013) con las prácticas de diseño e indagación (Furman, 2016) en dicho campo de conocimiento. Es decir, los docentes que enseñan ciencias naturales valoran la resolución de problemas como actividades que impliquen conocimientos de la C y T trabajadas de manera conceptual mediante la aplicación de procedimientos y reconocimiento de datos. Esto último compone concepciones alternativas respecto a las anteriores, pero que no son consideradas funcionales por el profesorado debido a que resultan conflictivas en el contexto de uso o poco eficaces en términos pragmáticos. En síntesis, el profesorado carece del conocimiento científico y tecnológico fundamentado



en las prácticas de diseño e indagación que se requieren para lograr la relación C y T en la práctica docente. Esto limita el desarrollo del CDC del profesorado, otorgando a esta relación una finalidad meramente propedéutica y pragmática.

El obstáculo antes explicitado representa concepciones cuya fuerza radica en ideas bien asentadas que limitan o impiden el desarrollo del Conocimiento Profesional del Profesorado. Esta tiene como consecuencia la exclusión de la enseñanza de la C y T en la práctica de enseñanza fundamentada en la NdCyT. Esta disociación, que yace oculta en las ideas del profesorado, pero que constituyen conocimiento coherente en términos conceptuales, dificulta la relación entre la ciencia escolar y la experiencia diaria de los estudiantes para resolver temas relevantes de C y T aplicando los procesos del pensamiento científico y tecnológico. En otras palabras, el alto índice actitudinal positivo encontrado entre las frases adecuadas del cuestionario 10411 y 40421 para los tres ciclos escolares permiten comprender las ideas que predominan con mayor fuerza en los docentes en ejercicio acerca de cómo enseñar C y T. Dado por el contenido de las frases positivas (10411: A-B y 40421: A-G), estas actitudes sostienen como principal vía de enseñanza la idea de que para entender el mundo natural y tecnológico resulta predominante el conocimiento basado en el sentido común aportado por la propia experiencia y conocimientos cotidianos (Castorina, Barreiro y Toscano, 2007). Es decir, en el CDC del profesorado coexisten ideas alternativas que señalan una mezcla de conocimientos cotidianos y científicos que determinan los principios de acción del profesorado en ejercicio. De esta manera, el desarrollo de las habilidades del pensamiento C y T no se debería limitar al desarrollo espontáneo o basada en experiencias de sentido común, cuya cualidad caracteriza el comportamiento curioso de los niños de la escuela primaria, sino que requieren de un cuidadoso proceso de educación formal que ayude al estudiante hacer consciente sus ideas y procesos de pensamiento. Omitir el proceso de hacer visible el pensamiento (Furman, 2016), sin duda resulta inadecuado para promover el aprendizaje significativo en los estudiantes de la escuela primaria. Para que el profesorado pueda promover dicho cambio, articulando el conocimiento cotidiano con el conocimiento fundamentado en la NdCyT, resulta necesario movilizar o dinamizar estas concepciones convirtiéndolas en principios de acción (Martínez y Rivera, 2012), de modo que saquen al profesorado de dichas prácticas o actitudes ingenuas o poco informadas, desencadenando el desarrollo del CDC en el marco de un CPP.

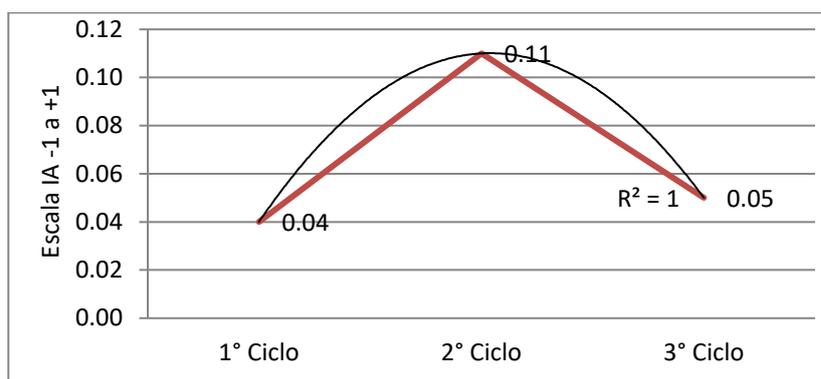
#### **IV) Representación del CDC mediante el modelo estadístico global que emerge como resultado del análisis comparativo completo.**

Para finalizar este análisis, resulta de gran importancia conocer la curva que describe el CDC del profesorado fundamentado en la NdCyT. Partiendo de la premisa de que la alfabetización científica y tecnológica es un derecho de los estudiantes, para lograrlo, esta debe ser garantizada como un continuo de conocimientos y prácticas de diseño e indagación con diferentes grados y niveles de consecución respecto a la edad del estudiante. De allí la idea de educación ciclada que caracteriza la estructura del sistema educativo de la escuela primaria neuquina. Sin embargo, el índice actitudinal global ponderado que surge de la media de las tres categorías y subtemas del cuestionario aplicado revela una curva polinómica cóncava ( $R^2 = 1$ ). Esta curva exhibe las implicancias actitudinales que impiden que el profesorado lleve a su práctica docente este tipo de conocimientos y de allí efectivizar el carácter flexible que se busca promover desde el modelo de estructura ciclada del sistema educativo de la escuela primaria neuquina.

La evaluación comparada permite identificar las ideas más fuertes y más débiles que caracterizan el CDC, basadas en las actitudes que predominan la enseñanza de la C y T en cada ciclo escolar. Este comportamiento da cuenta de las fortalezas y carencias formativas en el profesorado de ciencias en ejercicio, donde los menesteres se encuentran más acentuados en el primero y tercer ciclo de la escolaridad del sistema educativo primario. Por otra parte, este declive en el CDC del profesorado en ejercicio no está exento de la influencia de sus diferentes componentes: Conocimiento/creencias de lo Disciplinar (CD), Conocimiento/creencias de lo Metadisciplinar (CM), Conocimiento/creencias del Contexto (CC) y Conocimiento/creencias de lo Psicopedagógico (CP). Sin embargo, el modelo estadístico constituye un importante indicador para evaluar la estructura ciclada del sistema educativo vinculando el conocimiento metadisciplinar del profesorado en ejercicio con cada ciclo escolar.



**Gráfico 1. Representación del CDC mediante un modelo estadístico**



Fuente: elaboración propia.

## Conclusión

De los resultados de esta investigación derivan las siguientes conclusiones con implicancias en las características del sistema educativo ciclado de la escuela primaria evaluada. Estos muestran que el CDC del profesorado de ciencias de los tres ciclos escolares no avanza de manera creciente, así como tampoco se sostiene de forma constante, siendo dos de los posibles resultados más esperados. El perfil del CDC fundamentado en el pensamiento científico y tecnológico (NdCyT) de estos docentes muestra carencias que se profundizan con igual intensidad en el primero y tercer ciclo de la escolaridad. Mientras que en el segundo ciclo se ve fortalecido la enseñanza de las habilidades y conocimientos de la C y T, pero desde su aspecto teórico-conceptual, promoviendo la enseñanza propedéutica.

Mejorar el desempeño del profesorado que enseña ciencias en el sistema educativo de la escuela primaria tiene relación directa con las oportunidades de aprendizaje que se les puede ofrecer a los estudiantes durante toda su escolaridad. Esto se debe a que el profesorado de ciencias naturales es el principal protagonista a nivel profesional, ya que es quien debe poner en marcha el proyecto educativo institucional. A pesar de ello, la enseñanza del pensamiento científico y tecnológico no puede limitarse a las ideas y conocimientos provenientes de la experiencia cotidiana y de sentido común, sino que debe ser fortalecida por la educación formal fundamentada en la NdCyT, promoviendo las prácticas de diseño e indagación.

El modelo estadístico obtenido permite proyectar los efectos que derivan de la curva polinómica en el desarrollo de las habilidades del siglo XXI, como consecuencia del actual CDC que posee el profesorado de ciencias de la educación primaria. Dicha proyección revela las siguientes cuestiones, que se encuentran mutuamente implicadas y son decisivas para el sistema educativo ciclado. Como el modelo constituye un indicador de la alfabetización científica y tecnológica, la curva polinómica refleja la discontinuidad del pensamiento científico y tecnológico en el profesorado de ciencias naturales. Esto lleva a que la alfabetización en C y T no constituya una práctica sistemática aplicada durante toda la trayectoria escolar de los estudiantes. Es decir, el desarrollo de las habilidades para el siglo XXI no se promueve de manera equivalente entre el comienzo (primer ciclo) y finalización (tercer ciclo) de la enseñanza formal. Además, las diferencias entre los tres ciclos son de tipo cualitativo, dado que el profesorado en ejercicio que enseña ciencias evidencia una predilección por los problemas cerrados y bien definidos. Dicha práctica puede obstaculizar la alfabetización científica y tecnológica, así como el desarrollo del talento durante la niñez vinculado a las prácticas de diseño e indagación.

Ignorar este problema resulta contraproducente para la alfabetización científica y tecnológica del estudiantado de la escuela primaria. Siendo conscientes de toda la gama de variables que intervienen en la escolarización del niño de la escuela primaria: individuales, sociales-culturales, económicas, materiales, pedagógicas, otras; y sin la pretensión de restarle importancia a las variables mencionadas, estas influyen de manera diferente en la estructura educativa ciclada. Por esta razón, es que la relación entre el sistema escolar ciclado y el CDC del



profesorado en ejercicio constituye el propio marco de la escuela, desde la cual se pueden generar los mecanismos necesarios para influir en la enseñanza de la C y T. Teniendo en cuenta todo lo anterior y con el fin de minimizar las diferencias del CDC en los tres ciclos del profesorado en ejercicio, se pueden establecer algunas consideraciones generales para el fortalecimiento de la alfabetización científica y tecnológica.

Así como los datos permitieron revelar la situación que suscita en el modelo de escolarización ciclada, esta misma información puede ser utilizada para revertirla promoviendo el eje dinamizador del CPP. Es así como la organización escolar puede articular los mecanismos para: fortalecer los bajos índices del primero y tercer ciclo, valiéndose del segundo ciclo, cuyos índices son los más elevados. El modelo estadístico también permite inferir que el profesorado que enseña en cada ciclo escolar requiere de un conocimiento profesional más especializado. Esta idea parte de la necesidad de reconocer que a cada etapa evolutiva le corresponde una forma de pensamiento científica y tecnológica propia. Es por esta razón que el tercer mecanismo sugerido consiste en que el sistema escolar ciclado podría crear o articular ejes institucionales transversales con el objetivo de traccionar la curva entre cada ciclo escolar, para favorecer su cambio de modo que promueva el crecimiento sistemático del pensamiento científico y tecnológico acorde a la edad de los estudiantes.

### Referencias bibliográficas

Abd-el-Khalick, F. y Akerson, V. (2009). The Influence of Metacognitive Training on Preservice Elementary Teachers. Conceptions of Nature of Science. *International Journal of Science Education*, 31, 2161-2184.

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.

Altbach, P. (1990). Tendencias en la educación comparada. *Revista de Educación*, 293, 295-309.

Castorina, J. A., Barreiro, A. y Toscano, A. G. (2007). Dos versiones del sentido común: las teorías implícitas y las representaciones sociales. En J. A. Castorina, (Coord). *Construcción conceptual y representaciones sociales. El conocimiento de la sociedad*. (p. 205-238). Madrid, España: Miño y Dávila Editores.

Carr, W. (1990). *Hacia una ciencia crítica de la educación*. Barcelona: Laertes.

Crossley, M. y Watson, K. (2009). Comparative and international education: policy transfer, context sensitivity and professional development. *Oxford Review of Education*, 35 (5), 633-649.

Cook, B. J., Hite, S. J. y Epstein, E. H. (2004). Discerning trends, contours, and boundaries in comparative education: a survey of comparativists and their literature. *Comparative Education Review*, 48 (2), 123-149.

Epstein, E. H. (1983). Recientes tendencias en la teoría de la educación comparada. *Revista Educar*, 3, 7-2. Monográfico: Pedagogía Comparada.

Ferrere, L., Fanego, M. y Gorostiaga, J. M. (2019). Tendencias del campo de la educación comparada en la Argentina: un análisis de artículos académicos del período 1997-2015. *Revista Latinoamericana de Educación Comparada*, 10 (15), 10-26.

Furman, M. (2016). *Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia: documento básico*. XI Foro Latinoamericano de Educación. Buenos Aires: Santillana.

Furió, C. y Carnicer, J. (2002). El desarrollo profesional del profesor de ciencias mediante tutorías de grupos cooperativos. Estudio de ocho casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (1), 47-74.

Garritz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las ciencias*, 28 (3), 315-326



- Hernández, S. R., Fernández, C. y Baptista, L. P. (2006). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Martínez, R. C. A. y Rivero G. A. (2012). La investigación sobre el conocimiento profesional del profesor: algunos aspectos conceptuales y metodológicos, En Molina A. A. (Comp.), *Algunas aproximaciones a la investigación en educación en enseñanza de las ciencias naturales en América Latina* (p. 205-243). Bogotá: CAIDE, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Núcleos de Aprendizaje Prioritario. (2004). 1° Ciclo EGB/Nivel Primario (1°, 2° y 3°). Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Argentina.
- Núcleos de Aprendizaje Prioritario. (2006). 2° Ciclo EGB/Nivel Primario (4°, 5°, 6° y 7°). Mendoza-Neuquén. Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Argentina.
- Nóvoa, A. (1998). *Histoire & Comparaison (Essais sur l'Éducation)*. Lisboa: Educa.
- Pedrinaci, E. (Coord.); Caamaño, A.; Cañal, P. y De Pro, A. (2012). *El desarrollo de la competencia científica: 11 ideas clave*. Barcelona: Editorial Graó.
- Pozo, J. I. (2013). *Aprendices y maestros: la psicología cognitiva del aprendizaje*. Madrid: Alianza.
- Pozo, J. I. y Flores, F. (2007). *Cambio conceptual y representacional en el aprendizaje y la enseñanza de la ciencia*. Madrid, España: Machado Libros.
- Resolución 1864. (2005). *Documento Curricular de la Escuela Primaria Neuquina*. Neuquén: Argentina.
- Rodríguez Gómez, D. y Valldeoriola Roquet, J. (2009). *Metodología de la Investigación*. España: Universidad de Oberta de Catalunya.
- Roth, K. J. (2007). Science Teachers as Researchers. En S. K. Abell y N. G. Lederman (eds.), *Handbook of Research on Science Education*, (p. 1205-1259). New York: Routledge.
- Rust, V. L., Soumaré, A., Pescador, O. y Shibuya, M. (1999). Research strategies in comparative education. *Comparative Education Review*, 43 (1), 86-109.
- Salica, M. A. y Abad, A. M. (2020). Habilidades y actitudes para la comprensión de la ciencia y tecnología en estudiantes de física de la educación secundaria. *Revista Virtualidad, Educación y Ciencia*, 21 (21), 33-51. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/vesc/article/view/29435>
- Salica, M. A. (2018). Caracterización de las habilidades del pensamiento crítico para el desarrollo del Conocimiento Didáctico del Contenido en profesores de ciencias naturales. *Enseñanza & Teaching*, 36 (1), 199-221.
- Sanabria Totaitive, I. A. y Callejas Restrepo, M. M. (2012). Actitudes hacia las relaciones CTS: estudio con docentes universitarios de ciencias naturales. *Praxis & Saber*, 3 (5), 103-125.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57 (1), 1-22
- Solbes, J., Fernández-Sánchez, J., Domínguez-Sales, M. C., Cantó, J. R., y Guisasola, J. (2018). Influencia de la formación y la investigación didáctica del profesorado de ciencias sobre su práctica docente. *Enseñanza de las ciencias*, 36 (1), p. 25-44.
- Steiner-Khamsi, G. (2010). The politics and economics of comparison. *Comparative Education Review*, 54 (3), 323-342.
- Tikly, L. y Crossley, M. (2001). Teaching comparative and international education: a frame-work for analysis. *Comparative Education Review*, 45 (4), 561-580.



Vázquez-Alonso, Á. y Manassero-Mas, M. A. (2013). La comprensión de un aspecto de la naturaleza de la ciencia y la tecnología: Una experiencia innovadora para profesores en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10, 630-648.

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.

## **Datos de autoría**

### **Marcelo Augusto Salica**

Profesor en Química, Física y Merceología (UNNE). Licenciado en Tecnología Educativa (UTN), Especialista en Curriculum y Prácticas Escolares en Contexto (FLACSO-Argentina), Doctorando en la enseñanza de las ciencias exactas y naturales (UNCo). Profesor de la cátedra de práctica docente del profesorado en física. Docente Investigador de la Facultad de Ciencias de la Educación (Universidad Nacional del Comahue). Capacitador del Consejo de Educación de la Provincia de Neuquén.

marcelo.salica@face.uncoma.edu.ar

**Fecha de recepción: 27/5/2020**

**Fecha de aceptación: 26/11/2020**

