

Pensamiento divergente y el componente metacientífico en los futuros profesores de física

Divergent thinking and metascientific component in future physics teachers

Marcelo A. Salica^{1*}, Mirian E. Almirón² y Valeria Olguin³

^{1,3} Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Nacional del Comahue, Irigoyen 2000, CP 8324, Río Negro. Argentina.

² Grupo de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (GIECIEN), Universidad Nacional de Quilmes, Roque Sáenz Peña 352, Bernal, Buenos Aires. Argentina.

*E-mail: profchelofca@gmail.com

Recibido el 30 de septiembre de 2022 | Aceptado el 24 de octubre de 2022

Resumen

El presente trabajo forma parte de una tesis de doctorado en la enseñanza de las ciencias exactas y naturales. Uno de los objetivos de la tesis, consiste en analizar la construcción cognitiva de las metaciencias en función del pensamiento divergente de los futuros profesores de física. Para esto se utiliza como herramienta de análisis las acciones e interacciones en un sistema de actividad como es la práctica docente en la educación secundaria. En esta presentación se comunican los resultados cuantitativos dado que la metodología de la tesis es multimetodológica: cualitativa y cuantitativa. El análisis de los resultados permitió agrupar a los 17 futuros profesores de física de la Universidad Nacional del Comahue, de las cohortes: 2018, 2020 y 2022 en tres agrupamientos clasificados por centiles del pensamiento divergente: general, narrativo y gráfico. Estos agrupamientos permiten caracterizar las diferencias en el desarrollo del componente metacientífico desarrollado por los participantes en el entramado del sistema de actividad.

Palabras clave: Pensamiento divergente; Metaciencias; Práctica docente; Profesores de física; Sistema de actividad.

Abstract

This work is part of a doctoral thesis in the teaching of exact and natural sciences. One of the objectives of the thesis is to analyze the cognitive construction of metasciences based on the divergent thinking of future physics teachers. For this, the actions and interactions in an activity system such as the teaching practice in secondary education are used as an analysis tool. In this presentation the quantitative results are communicated since the methodology of the thesis is multi-methodological: qualitative and quantitative. The analysis of the results allowed grouping the 17 future physics teachers of the National University of Comahue of the cohorts: 2018, 2020 and 2022 into three groupings classified by centiles of divergent thinking: general, narrative and graphic. These groupings allow us to characterize the differences in the development of the metascientific component developed by the participants in the framework of the activity system.

Keywords: Divergent thinking; Metascientific; Teaching practice; Physics teachers; Activity system.

I. INTRODUCCIÓN

La formación inicial del profesorado de física o futuros profesores de física (FPF) de enseñanza media o educación secundaria, demanda una marcada necesidad de indagación durante su primera inserción en la práctica docente. La misma se ve reflejado en el estado de situación realizado por Silva Lima *et al.* (2021), quienes analizaron publicaciones

entre el 2001 y 2018 sobre la formación inicial del profesorado en física. Los resultados indican un aumento de publicaciones, con una tendencia hacia la especialización de lo que se define como conocimiento didáctico del contenido en la educación secundaria (15%). Sin embargo, dicha situación para el profesorado en física es baja (9%) respecto del campo general de las ciencias (18%) y el enfoque genérico (73%). Este cambio, en la base teórica para la indagación sugiere que la física transita hacia un enfoque especializado del conocimiento didáctico del contenido. En particular, la investigación vinculada con la formación de dicho profesorado en la Argentina se encuentra más focalizada en *“la formación docente continua que sobre la formación inicial”* (Buteler *et al.*, 2019. p.7). De acuerdo con la revisión sistemática realizada por estas autoras, no solo se encuentra la necesidad de orientar la investigación en los futuros profesores de ciencias y en particular la física durante la práctica de enseñanza inicial, sino que también resulta imperante comprender cómo es que los FPF se apropian del conocimiento metacientífico. El fortalecimiento del proceso formativo, es decisivo para el desempeño futuro de los docentes en actividad. Uno de los constructos que más permitirían desarrollar su desempeño, consiste en conocer cómo construyen su conocimiento didáctico del contenido.

A partir de lo anterior, la indagación sobre la formación docente inicial del profesorado en física, requiere un abordaje social, contextualizado y distribuido (Ossandon *et al.*, 2009; Martín y De Pascuale, 2012) como actividad investigadora, y la reflexión sobre la práctica como instrumento eficaz para el autodesarrollo profesional (García-Carmona, 2009). Para esto, resulta necesario considerar las características de la cognición de manera distribuida, social y contextualizada, dado que las herramientas de mediación social y tecnológicas que componen el aula, entendida como sistema de actividad, ofrecen el potencial para conocer las formas de apropiación de los enfoques pedagógicos innovadores como Naturaleza de la Ciencia y la Tecnología (NdCyT). A partir de lo anterior, el presente trabajo tiene por objetivo analizar la construcción cognitiva de las metaciencias en función del pensamiento divergente de los futuros profesores de física y que rigen las acciones e interacciones en un sistema de actividad, como es la práctica docente.

II. MARCO TEÓRICO

La comprensión de la NdCyT es actualmente una demanda de formación imperante por parte de los especialistas, constituye un componente central de la formación científica. Así como la ciencia es una forma de saber, cuya tarea se ocupa del mundo natural y material; esta es también una empresa humana. La construcción del conocimiento científico exige orden y coherencia en los sistemas naturales y se basa en pruebas empíricas y argumentación; es así como las investigaciones científicas usan una diversidad de métodos para construir modelos, leyes y teorías científicas que tratan de explicar y comprender los fenómenos naturales (Adúriz-Bravo, 2001). En síntesis, la NdCyT comprende los rasgos históricos, estéticos, sociales, epistemológicos y de valores que caracterizan al pensamiento científico.

La enseñanza de las ciencias fundamentado en enfoques innovadores como la NdCyT, complejiza el proceso de enseñanza dado que exige superar la memorización de las ideas/conceptos de la ciencia. Para esto resulta necesario que los FPF desarrollen un conjunto de atributos cognitivos por medio de las actitudes. Las actitudes guían el procesamiento de la información, que implican de manera reflexiva la valoración de las personas de un objeto, problema o situación (Pozo, 2008; Sanabria y Callejas, 2012), con apertura de mente e ideas antagónicas. Es decir, requiere de la persona la capacidad de promover el pensamiento divergente, entendido como:

un proceso que vuelve a alguien sensible a los problemas, deficiencias, grietas o lagunas en los conocimientos y lo lleva a identificar dificultades, buscar soluciones, hacer especulaciones o formular hipótesis, aprobar y comprobar esas hipótesis, a modificarlas si es necesario, además de comunicar los resultados. (Santaella, 2006, p. 90)

Por otra parte, autores como Vázquez-Alonso y Manassero-Mas (2019), destacan la necesidad de fortalecer la formación del profesorado promoviendo el conocimiento didáctico del contenido (CDC) y el desarrollo de destrezas de pensamiento. De acuerdo con Shulman (1986), el CDC es un conocimiento dinámico que se desarrolla por el profesorado cuando articula sus saberes y destrezas para ayudar a otros a aprender ciertos contenidos específicos en el entramado del dispositivo escolar. La interacción entre el conocimiento del entorno y el conocimiento disciplinar, son productos que derivan en una *“forma de práctica a desarrollar en clase”* (Elliott, 2009, p. 14) y que permiten hacer enseñable un objeto de conocimiento en el sistema de actividad. De esta manera, las interacciones entre los sujetos con su ambiente o entorno: físico, social, simbólico y tecnológico, constituyen un sistema de actividad que transforma el pensamiento (Engeström, 2001). Esto exige una continua reconstrucción, un diálogo con la complejidad del sistema de actividad en sus múltiples manifestaciones. De esta manera, *“el entorno -los recursos físicos y sociales inmediatos fuera de la persona- participa en la cognición”* (Perkins, 1993, p.128) transformando al FPF en vehículo del pensamiento. Este enfoque pone de manifiesto las habilidades y actitudes necesarias para formar así un sistema de

inteligencia distribuida, para describir y comprender las condiciones que promueven la construcción cognitiva metacientífica, al integrar y conjugar las habilidades del pensamiento divergente de las personas en acción.

En este sentido la hipótesis fundamental que sustenta la tesis de doctorado esboza el presupuesto siguiente: el conocimiento didáctico específico del contenido (CDEC) de los FPF surge como ampliación de las facultades cognitivas de la persona, mientras enseña para un entorno determinado. Este CDEC es el residuo dejado por el pensamiento, originado por la coalescencia de su cognición distribuida y promovidos por fuerzas del entorno: personales, del contexto, locales y metacientíficas.

III. MÉTODO

El tipo de estudio realizado en el marco de la tesis de doctorado es de carácter multimetodológica, con un enfoque cualitativo y cuantitativo. Asimismo, en la presente publicación se presentan los resultados correspondientes a la etapa cuantitativa. La misma se basa en un estudio de casos múltiples no probabilística, denominada “estudio de caso teórico o muestra de casos-tipo” (Hernández Sampieri *et al.*, 2010, p. 603). El estudio no se centra en un caso concreto, sino en un determinado número de casos-tipo con el propósito de conseguir un estudio intensivo de determinadas prácticas de enseñanza que conforma el sistema de actividad. La misma, constituye la unidad de análisis, que corresponde a las prácticas de los FPF de la Universidad Nacional del Comahue. Los casos-tipos conforman cohortes. Es decir, participantes del Profesorado de Física que cursan la cátedra de Práctica Docente I de la Facultad de Ingeniería (Universidad Nacional del Comahue), en tres años diferentes (2018, 2020 y 2022) y sus respectivos contextos históricos disímiles: prepandemia, pandemia y pospandemia. En los años 2019 y 2021, la cátedra no contó con estudiantes en condiciones de cursado regular.

La particularidad de los tres contextos de las tres cohortes, ofrecen una oportunidad única y fortuita, para llevar a cabo la investigación otorgando mayor relevancia a la misma. En la siguiente Tabla 1 se disponen de los datos descriptivos del grupo completo por cohorte.

TABLA I. Caracterización de los casos-tipo de FPF.

Variables		Cohorte:		
		Prepandemia	Pandemia	Pospandemia
Contexto histórico		2018	2020	2022
Año de cursado de la PD-I				
N.º de FPF		8	6	3
Edad Promedio		29,25	29,83	27,66
Trayectoria universitaria:	1: Solo cursa el profesorado	62,50%	50%	66,66%
	2: Realiza dos carreras en paralelo incluyendo el profesorado	25%	50%	
	3: Cambio al profesorado	12,50%		33,33%
Media del número de materias aprobadas:		79,80%	73,07%	76,92%
Antigüedad como FPF (Plan de estudio = 3 1/2 años):		6,5 años	7,08 años	5,4 años
Antigüedad docente:	≤ 1 año	6	5	0
	≥ 1 año	2	1	2

A. Instrumento 1: cuestionario de pensamiento divergente

El instrumento de evaluación del pensamiento divergente o PIC-A posee ciertas características que admiten la evaluación de determinados aspectos de la creatividad en personas adultas. Las estimaciones del pensamiento divergente como las que se obtienen con este instrumento, permiten detectar personas con un potencial creativo desarrollado o aún sin desarrollar, siendo capaces de construir interpretaciones originales (saberes específicos) a partir de la experiencia cotidiana (Artola *et al.*, 2012). En este sentido, una persona creativa y a los fines del presente estudio, se puede describir como alguien que muestra actitudes con mayor sensibilidad hacia los problemas y que parece manifestar una necesidad de plantear hipótesis, generar saberes con base a evidencias, indagar y evaluar los problemas y desafíos que conlleva la resolución de tareas rutinarias, como es la planificación de la enseñanza de los contenidos científicos, en las clases de física de la escuela secundaria.

El PIC-A consta de 4 juegos, 3 de estos miden la creatividad verbal o narrativa mientras que el cuarto mide la creatividad figurativa o gráfica. Se utiliza el término juego frente a los de test o prueba con el propósito de reducir la impresión que puede provocar en los participantes, si en su lugar se hablara de evaluación. El instrumento proporciona 11 puntuaciones directas que deben ser transformadas en percentiles para poder ser interpretadas. Estas son: 1 índice

total: creatividad general. 2 índices: creatividad narrativa y creatividad gráfica. 8 escalas: fluidez, flexibilidad, originalidad narrativa, fantasía, originalidad gráfica, elaboración, detalles especiales y título. En la presente publicación se presentan los resultados del índice total: creatividad general y los de creatividad narrativa y gráfica, dado que subsumen las diferentes escalas.

B. Instrumento 2: cuestionario de opiniones de las relaciones ciencia, tecnología y sociedad

El cuestionario de opiniones sobre ciencia, tecnología y sociedad (COCTS) es un instrumento de respuesta de opción múltiple que permite a las personas encuestadas expresar sus propios puntos de vista en una amplia gama de temas fundamentados en la NdCyT. Los ítems de cada cuestionario son extraídos del banco de datos de cien ítems sobre temas ciencia, tecnología y sociedad. Cada cuestionario corresponde a un tema y subtemas de referencia que representan las distintas dimensiones del COCTS. Los ítems tienen el mismo formato de elección múltiple. Inicia con una cabecera de pocas líneas donde se plantea un problema respecto del cual se desea conocer la actitud/opinión de la persona encuestada; sigue una lista de frases que ofrece un abanico de justificaciones sobre el tema planteado. Por último, dos opciones fijas que recogen diversas razones para no contestar, como “No entiendo” y “No sé”. Cada una de las frases alternativas que compone un cuestionario fue clasificada como: Adecuada (A), Plausible (P) o Ingenua (I)

En esta investigación se seleccionaron nueve cuestionarios referidos a los siguientes temas y subtemas: 1) definición de ciencia; 2) caracterización del conocimiento científico escolar y 3) naturaleza de la ciencia, este último comprendido por los siguientes subtemas: modelos científicos, hipótesis, teorías y leyes, aproximación a la investigación, precisión e incertidumbre, razonamiento lógico, paradigmas y conceptos.

C. Aplicación y análisis de los instrumentos

Los dos cuestionarios fueron realizados en papel y lápiz por las cohortes 2018 y 2022, en el caso de la cohorte 2020 fue desarrollado en formato virtual y de manera sincrónica. El PIC-A se aplicó en la primera clase del cursado de la práctica docente, en cambio el COCTS se aplicó antes y después de realizar la práctica docente, cuyo proceso de formación incluye el diseño de las secuencias didácticas dirigidas a los estudiantes de la escuela secundaria. El contenido y formato del PIC-A se expondrá en la presentación oral del congreso, debido a que se encuentra protegido por los derechos de Copyright. El caso del COCTS aplicado puede visualizarse en el siguiente enlace: <https://forms.gle/29X774EyRMWzcnQeA>.

Los dos instrumentos se analizan mediante la aplicación de estadísticos descriptivos para muestras relacionadas no paramétricas. Para delimitar las diferencias más relevantes entre puntuaciones y participantes, se utiliza el estadístico denominado tamaño del efecto de las diferencias mediante el coeficiente “d” de Cohen. Este coeficiente, cuantifica la magnitud de la diferencia entre dos puntuaciones en unidades de desviación estándar para la determinación del porcentaje de éxito/fracaso. El criterio aplicado depende del número de participantes en el grupo; el tamaño del efecto se considera relevante cuando es mayor que 0,30 ($d > 0,30$), aunque por debajo de ese valor muchas diferencias pueden ser incluso estadísticamente significativas ($p < 0,01$).

IV. RESULTADOS

Durante el presente año 2022, se finalizó el proceso de toma de datos, obteniendo 17 participantes o casos-tipos de FPF de las tres cohortes. Los resultados generados por el análisis exploratorio del PIC-A permitieron clasificar a los participantes en tres agrupamientos utilizando las pautas de interpretación y de valoración de dicho instrumento. Estos criterios consisten en clasificar a los participantes de acuerdo a las siguientes puntuaciones centiles: baja [1-25], media [26-74] y alta [75-99]. Además, dentro de cada rango de puntuaciones, acercarse a uno u otro extremo del mismo indica una presencia más o menos intensa en las características evaluadas del pensamiento divergente. La caracterización que se ofrece para cada agrupamiento de FPF, en función de su mayor o menor presencia del pensamiento divergente global alcanzado, ha sido obtenida a partir de las diferentes escalas e índices evaluados. De este modo, se realizaron los análisis de estadística descriptiva comparando las puntuaciones en creatividad narrativa, gráfica y general, de los diferentes casos-tipos de FPF. El desglose de interpretaciones que se realiza con cada agrupamiento responde al conocimiento teórico que existe en distintas fuentes documentales y empíricas, estas últimas sustentadas en los resultados del PIC-A. Junto a cada agrupamiento se presentan en forma de gráficos los índices de actitud global de las tres principales categorías o temas del COCTS utilizados para evaluar a los FPF.

Agrupamiento 1: está conformado por 6 casos-tipos, de los cuales 1 es del contexto prepandemia (2018), 2 del contexto pandemia (2020) y 3 son pospandemia (2022). El mismo se compone de tres tipos de contextos resultando en un grupo heterogéneo con una creatividad general baja = 13, creatividad narrativa = 8,33 y creatividad gráfica = 47,50. Esto determina, que los FPF presentan escasa conflictividad en sus espacios de desempeño, resultan eficaces

en entornos estructurados o rutinarios. Poseen excesivo convencionalismo o aceptación de la norma. Responden mejor a los sistemas de actividad que no les exijan demasiada producción de propuestas o tareas imaginativas, presentando dificultades para la reflexión crítica. Si bien, la creatividad general es baja, el grupo presenta una creatividad gráfica media. Este índice, refleja que este grupo es capaz de realizar asociaciones y posibles nuevas combinaciones metodológicas no verbales durante la enseñanza de la física, pero para esto deben promover actitudes cognitivas que promuevan la reflexión crítica.

El análisis del COCTS que se muestra en la figura 1, permite identificar en los FPF un índice actitud global cuyas puntuaciones promedio (antes y después) en las categorías definición de ciencia y tecnología, y naturaleza de la ciencia presentan diferencias cualitativas que decrecen en el postest, es decir, después de realizar la práctica docente. En el caso de la categoría conocimiento científico escolar, este índice presenta una ínfima mejora en el postest. A los fines del estudio, el análisis del tamaño del efecto = -1,27; esto determina en los participantes un bajo nivel de apropiación y desarrollo referido al componente metacientífico.

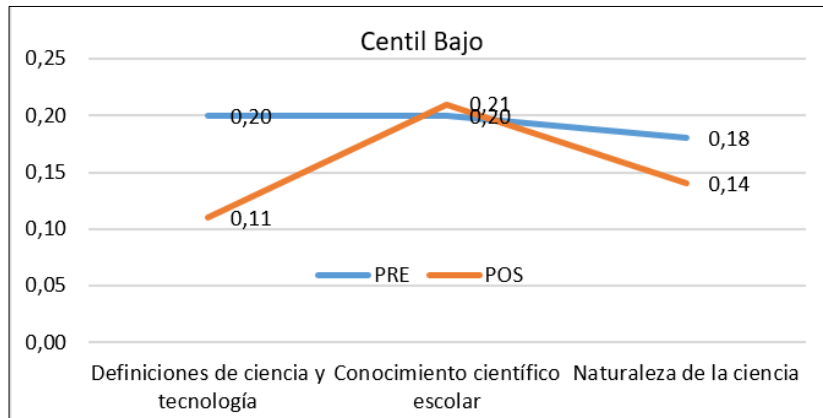


FIGURA 1. Índice de actitud global del centil bajo por cada categoría.

Agrupamiento 2: constituido por 6 casos-tipos, de los cuales 2 son del contexto prepandemia (2018) y 4 del contexto pandemia (2020). El mismo se compone de dos tipos de contextos con una creatividad general media = 0,56; creatividad narrativa = 54,17 y creatividad gráfica = 64,83. La caracterización que se realiza con base en los índices permite describir un conjunto de casos-tipos que presentan facilidades adaptativas, colaborativas y flexibilidad conceptual. Mantienen una actitud capaz de cuestionar parcialmente las situaciones que los rodean, sin una particular disposición para planteamientos que superen los estímulos que derivan del sistema de actividad en el cual se encuentran inmersos.

Análogamente, el análisis del COCTS para este agrupamiento disponible en la figura 2, permite identificar en los FPF una índice actitud global cuyas puntuaciones promedio (antes y después) en las tres categorías: definición de ciencia y tecnología, conocimiento científico escolar y naturaleza de la ciencia presentan diferencias cualitativas que se incrementan en el postest. El tamaño del efecto = 0,56 estableciendo en los participantes un alto nivel de apropiación y desarrollo referido a las metaciencias y acompañado de una adecuada apropiación de las ideas construidas acerca de la caracterización de la ciencia escolar.

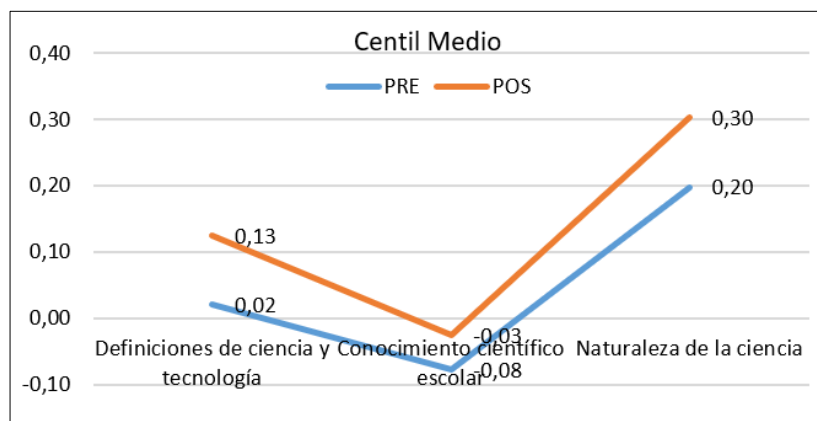


FIGURA 2. Índice de actitud global del centil medio por cada categoría.

Agrupamiento 3: conformado por 5 casos-tipos pertenecientes al contexto prepandemia (2018), por lo que resulta un grupo homogéneo con una creatividad alta. Presentan los siguientes rasgos característicos derivados de la creatividad general = 99,40; creatividad narrativa = 87,40 y creatividad gráfica = 76. A partir de estos índices, se puede caracterizar a los FPF con excelentes conocimientos disciplinares, abundancia de recursos cognitivos, presentan flexibilidad para el cambio con amplitud de intereses. Tienen iniciativa y curiosidad, actitudes que los lleva a interrogar el entorno, es decir, su sistema de actividad y buscar información desarrollando sus tareas con posibilidades de innovación y producción.

El análisis del COCTS de la figura 3, para este agrupamiento permite identificar en los FPF una índice actitud global cuyas puntuaciones promedio (antes y después) en las categorías: definición de ciencia y tecnología, y naturaleza de la ciencia presentan diferencias cualitativas positivas y adecuadas que se incrementan levemente en el postest. Sin embargo, la categoría conocimiento científico escolar es la que mayor incremento evidencia en el postest y respecto a las otras dos categorías analizadas. El tamaño del efecto alcanzado es = 0,50, determinando en los participantes un alto nivel de apropiación y desarrollo referido al metaconocimiento, centrado en una adecuada apropiación de las ideas construidas acerca de la caracterización de la ciencia escolar.

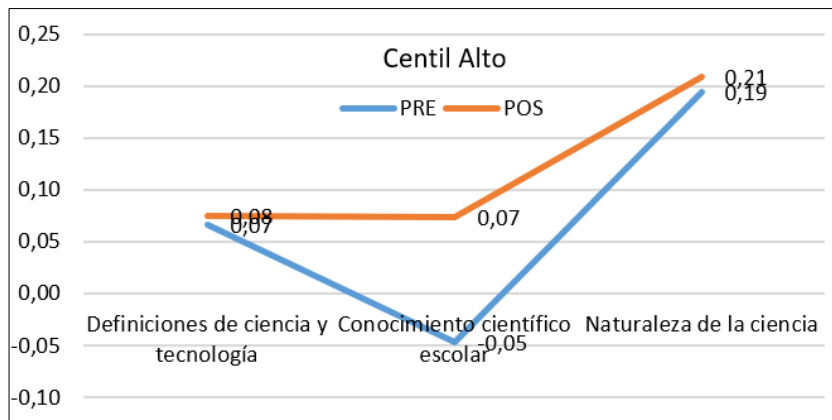


FIGURA 3. Índice de actitud global del centil medio por cada categoría.

En suma, de los 17 FPF de las tres cohortes, el 52,94% promueve una actitud metacientífica divergente medio-alto, mientras que el 47,05 presenta actitudes metacientíficas divergentes bajas.

V. DISCUSIÓN

Se ha encontrado gran heterogeneidad en la calidad de las respuestas del profesorado durante el cursado de la práctica de enseñanza y considerando que se han realizado en diferentes contextos históricos. Junto a respuestas adecuadas aparecen también muchas que son menos apropiadas y hasta claramente ingenuas en las diversas categorías metacientíficas (Sanabria y Callejas, 2012; Vázquez-Alonso y Manassero-Mas, 2019).

Como puede observarse en los resultados, los criterios de valoración del PIC-A permitió identificar tres tipos de agrupamientos (centil bajo, medio y alto) (Artola *et al.*, 2012) cuyas ideas metacientíficas (COCTS) difieren entre sí. A su vez, se observan índices de actitudes diferentes en los tres conjuntos de temas. Asimismo, los promedios globales del tamaño del efecto entre los centiles, resultan: negativos en el centil bajo, pero con efecto altamente relevante en los FPF, y positivos en los centiles medio y alto cuyo efecto es significativo en términos reales, estos últimos con un valor superior al punto de corte preestablecido ($d = 0,30$). Esto pone de manifiesto la vinculación entre la capacidad creativa de los participantes, condicionado por el entramado del dispositivo escolar y la construcción del conocimiento científico escolar, donde las diferentes actividades didácticas que caracterizan cada sistema de actividad no sólo afectan lo que estos saben (De Pascuale y Martín, 2012), sino que transforma la manera en que los diferentes casos-tipos entienden la naturaleza del componente metacientífico, que da lugar al CDEC durante la práctica docente.

En el agrupamiento 1, se puede observar que el desarrollo del CDEC de estos FPF referido a cada uno de los tres temas del COCTS no resulta satisfactorio, sus IAG son menores o semejantes entre pretest y postest. El contraste de los cuestionarios permite interpretar actitudes metacientíficas escasamente divergentes (Sanabria y Callejas, 2012; Santaella, 2006). Es decir, se hallan en dicho agrupamiento una disociación entre el conocimiento científico, respecto a los promovidos durante la práctica de enseñanza. Situación que permite advertir las dificultades de este conjunto de FPF para apropiarse de los conocimientos metacientíficos durante el desarrollo de las clases de ciencias. Esto se observa en las particularidades del índice de actitud global referido a la definición de ciencia y naturaleza de la ciencia.

De esta manera los FPF encuentran dificultades en su CDEC como construcción cognitiva para desarrollar ideas acerca de lo que representa enseñar ciencias en el entramado del sistema escolar (De Pascuale y Martín, 2012).

En el caso de los agrupamientos 2 y 3, el tamaño del efecto promedio obtenido del proceso de formación destaca el desempeño de los mismos promoviendo el desarrollo del CDEC. Es decir, los resultados descubren que hay una mejor aproximación con los conocimientos metacientíficos y con los mostrados respecto al nivel de enseñanza que imparten los profesores, referido este último con la caracterización de la ciencia escolar. De esta manera, estos dos agrupamientos promueven sustantivas actitudes metacientíficas divergentes, cuyos índices obtenidos revelan un mejor desempeño o dominio de los estudios científicos (Artola *et al.*, 2012).

VI. CONCLUSIÓN

En suma, el estudio se refirió a la construcción cognitiva en los FPF que inician sus prácticas de enseñanza en la escuela secundaria. Para esto se focalizó en los efectos transformadores de los instrumentos de mediación (físicas y simbólicas) que componen el sistema de actividad construido por los diferentes casos-tipos para la enseñanza de la física. De esta manera, la descripción de los resultados cuantitativos permite conocer cuáles son las condiciones cognitivas de los FPF que favorecen dicha construcción, promoviendo una interacción metacientífica al interior del sistema de actividad.

Para finalizar, los resultados cualitativos que se encuentran en proceso de categorización y análisis en el marco de la tesis de doctorado, permitirán conocer las acciones e interacciones de cada uno de los diferentes sistemas de actividad, identificando los cambios-limitaciones o permanencias de las actitudes que surge de la coalescencia de las diferentes habilidades del pensamiento del profesorado en física durante la práctica de enseñanza.

REFERENCIAS

- Artola, T., Ancillo, I., Mosteiro, P., Barraca, J., Poveda, B. y Sanchez, N. (2012). *PIC-A, prueba de imaginación creativa para adultos*. TEA Ediciones.
- Adúriz-Bravo, A. (2001). Naturaleza de la ciencia y educación científica de calidad para todos y todas. En Grupo de Investigación de Didáctica de las Ciencias UT. Disponible en [NATURALEZA DE LA CIENCIA Y EDUCACIÓN CIENTÍFICA DE CALIDAD PARA TODOS Y TODAS | Ivonne Donoso - Academia.edu](http://www.unc.edu.ar/index.php/revistaEF)
- Buteler, L., Arriasecq, I., Pesa, M. y Massa, M. (2019). La investigación en la educación en física: estado actual y nuevas perspectivas, *Revista Enseñanza de la Física*, 31(2),5-15.
- De Pascuale, R. y Martín, D. (2012). Los instrumentos de mediación en la escuela media: un estudio de las actividades didácticas. *Espacios en blanco. Serie indagaciones*, 22,199-219. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=384539804008>
- Elliott, J. (2009). *La investigación-acción en educación*. Morata.
- Engeström, Y. (2001). Los estudios evolutivos del trabajo como punto de referencia de la teoría de la actividad: el caso de la práctica médica en la asistencia básica. En S. Chaiklin & J. Lave (comps.), *Estudiar las Prácticas*. Amorrortu.
- García-Carmona, A. (2009). Investigación en didáctica de la Física: tendencias actuales e incidencia en la formación del profesorado, *Latin-American Journal of Physics Education*, 3(2), 369-375.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado C. y Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la Investigación*. Mc Graw Hill.
- Ossandon, B., Contreras, S., Peters, V. y Reyes, M. (2009). La formación inicial docente para profesores de Física de enseñanza media: una reflexión sobre una nueva propuesta de formación. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3(1), 102-112
- Perkins, D. N. (1993). La persona-más: una visión distribuida del pensamiento y el aprendizaje. En G: Salomón (comp.), *Cogniciones distribuidas*. Amorrortu
- Pozo M. J. I. (2008). *Aprendices y maestros. La psicología cognitiva del aprendizaje*. Alianza.

Sanabria, T. I. A. y Callejas, R. M. M. (2012). Actitudes hacia las relaciones CTS: estudio con docentes universitarios de ciencias naturales, *Praxis & Saber*, 5(3), 103-125.

Santaella, M. (2006). La evaluación de la creatividad. *Sapiens. Revista Universitaria de Investigación*, 7(2), p. 89-106. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/comocitar.oa?id=41070207>

Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*. 15(2), p. 4-14. Recuperado de: http://www.fisica.uniud.it/URDF/masterDidSciUD/materiali/pdf/Shulman_1986.pdf

Silva Lima, S., Pontin Darsie, M. M. y Mello, G. J. (2021). Investigações sobre o conhecimento especializado de professores de física: estado da arte entre 2001 e 2018. *Revista De Enseñanza De La Física*, 33(3), 23–37. <https://doi.org/10.55767/2451.6007.v33.n3.35990>

Vázquez-Alonso, A. y Manassero-Mas, M. (2019). La educación de ciencias en contexto: Aportaciones a la formación del profesorado. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 46, 15-37.