



Conocimiento profesional del profesorado de secundaria de Colombia: el conocimiento escolar del espacio

- Professional Knowledge of Colombian Secondary Education Teachers: Scholar Knowledge Of Space
- Conhecimento profissional dos professores do ensino secundário da Colômbia: o conhecimento escolar do espaço

Resumen

La investigación sobre el conocimiento profesional del docente se ha venido constituyendo en una línea relevante de trabajo, la cual está relacionada con la transformación y renovación de las prácticas pedagógicas, hacia aquellas que permitan el enriquecimiento y complejización de las ideas cotidianas de los estudiantes y las creencias o concepciones del profesorado con respecto al conocimiento escolar. En este caso, planteamos la aplicación y análisis de resultados de un cuestionario tipo Likert para caracterizar el conocimiento escolar del espacio (CPPCE- espacio) mediante una muestra de docentes que enseñan física en la educación secundaria pública de Colombia. Las respuestas obtenidas en el cuestionario sugieren que la mayoría de los docentes se identifican con el nivel de investigación escolar para dos de las categorías propuestas; del mismo modo, se presenta una coexistencia entre dos niveles científico e investigación escolar y una con el nivel científico. También, se identifican ciertos aspectos que podrían suponer obstáculos en la evolución de un nivel a otro, así como ciertas perspectivas que pueden servir de cuestionamiento y, por tanto, de punto de partida de esa evolución.

Palabras clave

conocimiento profesional del profesor; conocimiento escolar del espacio en física; validación cuestionarios.

Abstract

Research on the professional knowledge of teachers has become a relevant line of work, closely related to the transformation and renewal of pedagogical practices, towards those that allow the enrichment and complexity of students' everyday ideas and teachers' beliefs or conceptions about school knowledge. In this case, we propose the application and analysis of the results of a Likert-type questionnaire to characterize the school knowledge of space (CPPCE-space)

María Delia González-Lizarazo* 
Carmen Alicia Martínez-Rivera** 
Emilio Solís-Ramírez*** 

* Magíster en neuropsicología educativa. Profesora de secundaria y estudiante del Doctorado en Educación, Universidad Distrital Francisco José de Caldas. mdgonzalezl@correo.udistrital.edu.co.

** Profesora e investigadora, Doctorado Interinstitucional en Educación sede Universidad Distrital Francisco José de Caldas camartinezr@udistrital.edu.co.

*** Doctor e Investigador Honorario de la Universidad de Sevilla, Facultad de Ciencias de la Educación, miembro del grupo die, esolis@us.es.



through a sample of secondary school physics teachers in public education in Colombia. The answers obtained in the questionnaire suggest that most of the teachers identify themselves with the school research level for two of the proposed categories; similarly, in two other categories, there is a coexistence between two scientific levels and school research and one with the scientific level. Additionally, certain aspects are also identified which could represent obstacles in the evolution from one level to the other, as well as certain perspectives that could serve as questioning and, therefore, as a starting point for this evolution.

Keywords

teacher's professional knowledge; school knowledge of space in physics; validation of questionnaires.

Resumo

A investigação sobre o conhecimento profissional dos professores tornou-se uma linha de trabalho relevante, em relação à transformação e renovação das práticas pedagógicas para aquelas que permitem o enriquecimento e complexidade das ideias quotidianas dos alunos e as crenças ou concepções dos professores em relação ao conhecimento escolar. Neste caso, propomos a aplicação e análise dos resultados de um questionário do tipo Likert para caracterizar o conhecimento do espaço escolar (CPPCE-space) por meio de uma amostra de professores que ensinam física a nível secundário no ensino público da Colômbia. As respostas obtidas no questionário sugerem que a maioria dos professores se identifica com o nível de investigação escolar para duas das categorias propostas; assim mesmo, apresenta-se em duas outras categorias uma coexistência entre dois níveis científicos e a investigação escolar e um com o nível científico. Também, são identificados certos aspectos que poderiam representar obstáculos na evolução de um nível para o outro, bem como certas perspectivas que poderiam servir como um questionamento e, portanto, como um ponto de partida para esta evolução.

Palavras-chave

conhecimento profissional do professor; conhecimento escolar do espaço em física; validação de questionários.

Introducción

Los tópicos curriculares como el qué y cómo enseñar, cuáles son las finalidades de la enseñanza, entre otros, son aspectos que el docente debe tener en cuenta y, por tanto, las concepciones que sobre los mismos posea, son relevantes, ya que determinarán su práctica docente (Porlán, R. Rivero, A. y Martín del Pozo, R., 1997). Así, ha sido de suma importancia, para la didáctica de las ciencias, entender y definir el conocimiento profesional del profesor, como epistemológicamente diferenciado, en su naturaleza compleja, y se espera que su análisis contribuya a movilizarlo en función de la demanda educativa y social (Martínez, C. Molina, A., Valbuena, E. y Hedrich, C., 2013; Solís, E. y Porlán, R., 2003; Solís, E., 2005).

En este trabajo, inscrito en la línea de investigación sobre el conocimiento profesional de los profesores de ciencias y el conocimiento escolar, esperamos acercarnos al entendimiento del conocimiento profesional de los profesores de ciencias sobre el conocimiento escolar acerca del espacio en física, y al uso que hacen de las propuestas de los textos escolares de física acerca del espacio.

Antecedentes

Una de las formas en que la didáctica de las ciencias se ha dispuesto para definir y comprender la naturaleza del conocimiento del profesorado es a partir del entendimiento de sus concepciones. Señala Porlán (1989) que estas son el motor de su forma de actuar, aunque, por otro lado, algunas de estas concepciones se pueden presentar en forma de obstáculos que no permiten la evolución de sus prácticas escolares (Porlán *et al.*, 2010; Porlán *et al.*, 2011; Rivero *et al.*, 2017; Solís, E. y Porlán, R., 2003; Solís, E. *et al.*, 2016) hacia aquellas más complejas que favorezcan

la construcción de un conocimiento socio-ambientalmente relevante incluyendo las particularidades del estudiante y su contexto.

En este sentido, asuntos claves en el entendimiento de las concepciones del profesorado como son:

1. Identificar obstáculos que no permitan la transición de los modelos didácticos del profesorado (Solís y Porlán, 2003).
2. Detectar los cambios que pueden presentarse en el conocimiento del profesor en procesos de formación inicial en la presentación de los contenidos, la utilización didáctica de las ideas de los estudiantes, las secuencias metodológicas y las finalidades de la evaluación (Martín del Pozo *et al.*, 2017).
3. Caracterizar el conocimiento profesional del profesor de ciencias sobre el conocimiento escolar en relación con contenidos escolares, sus fuentes y criterios de selección, así como los referentes epistemológicos de los que parte (Martínez *et al.*, 2013), es de especial importancia en la Didáctica de las Ciencias.

Concretamente, en el caso que nos ocupa, el estudio de las concepciones sobre el espacio en física, implica analizar las dificultades que declaran los docentes en la realización de sus prácticas escolares aplicadas a conceptos fundamentales de la física clásica, como el Movimiento Uniforme y Rectilíneo (MUR), así como en la física relativista y la Teoría Especial de la relatividad (la TER) (Rodríguez, 2019) y otros estudios presentes en la literatura sobre el tópico del que trata este estudio, el espacio en física (Arriasecq-Balverde I. y Greca, I., 2007; Fernandes de Oliveira, F. *et al.* y Trevisano de Barros, R., 2017 y Zanotta *et al.*, 2011).

Marco teórico

Investigaciones relacionadas con las ideas o concepciones del profesorado, y las conductas asociadas a estas, sugieren que, dependiendo su calidad y cantidad, se pueden considerar herramientas u obstáculos en la interpretación o perspectiva que se tiene de la realidad, y por ende serán obstáculos o herramientas en la construcción de conocimiento escolar, del conocimiento profesional y de su evolución. Al respecto, se han descrito y analizado las concepciones del profesorado en la consideración de los elementos que las constituyen, así como de las interacciones que se presentan entre ellas, con las ideas de los estudiantes, en el tiempo y con recursos didácticos como pueden ser las propuestas del currículo o los textos escolares y, como indican Porlán *et al.* (1997), deben ser consideradas en su estudio como sistemas susceptibles de evolución.

Es en este sentido, se han propuesto investigaciones de carácter plurimetodológico, en las que, por ejemplo, a partir estudios de caso o análisis de procesos de intervención formativa, se han detectado niveles de partida y posibles transiciones en las concepciones de profesores en formación sobre la metodología de enseñanza (Solís, 2005; Solís *et al.*, 2012). Como consecuencia de los estudios antes mencionados, también se han llevado a cabo trabajos acerca de las posibles hipótesis de progresión del conocimiento del profesorado, y su posible evolución, sobre el conocimiento que estos tienen acerca del conocimiento escolar como conocimiento epistemológicamente diferenciado del conocimiento científico y del conocimiento cotidiano (Martínez, C. 2000; Porlán, R. 1989; Reyes, D. 2014). En consecuencia, ha sido necesario cumplir con criterios de validez y fiabilidad en el diseño y la implementación de instrumentos como encuestas, entrevistas o cuestionarios sobre concepciones del profesorado (Martínez *et al.*, 2013; Porlán, 1989; Solís *et al.*, 2012; Solís y Porlán, 2003).

Metodología

La validez y confiabilidad en una investigación son imprescindibles para garantizar que los resultados reflejen de la manera más cercana posible la realidad de la situación estudiada (Plaza *et al.* 2017), favoreciendo el entendimiento del fenómeno que se investiga desde la realidad percibida por los participantes, y bajo la interpretación de quien realiza la investigación, relacionada con el constructo explorado. Presentamos los pasos que consideramos imprescindibles para que se dé esta situación, en relación con el asunto de investigación planteado en este escrito: la elección del instrumento, su validación y estudio de confiabilidad y la estructuración de un sistema de categorías y niveles acorde para su análisis.

Objetivo

En este trabajo se desarrolla de uno de los objetivos de una tesis doctoral sobre el uso de las propuestas de los textos escolares sobre el espacio por el profesorado

de física de secundaria en Colombia. Para esto se realiza una caracterización del conocimiento profesional de los profesores sobre el conocimiento escolar del espacio en física, que se detalla a continuación.

Instrumento

Para caracterizar el conocimiento profesional del profesor, se utilizó un cuestionario tipo Likert de 1 a 5, siendo el 1 el de menos acuerdo y 5 el de más acuerdo. La elaboración de este cuestionario se concretó en las siguientes fases: 1) determinar las categorías y niveles que debía de contener, 2) Diseñar una primera versión del cuestionario (CPPCE- espacio), tomando como referencia el inventario de creencias científicas y pedagógicas INPECIP (Porlán, R., 1989), y el cuestionario para caracterizar el conocimiento profesional del profesor de ciencias sobre el conocimiento escolar (Martínez *et al.*, 2013) —ambos construidos a partir de hipótesis de progresión formuladas en relación con el conocimiento profesional del profesorado de ciencias (Porlán, 1989; Martínez, 2000)—; además de una aproximación al estado del arte, realizada previamente en relación con la investigación didáctica del espacio en física para educación secundaria y bachillerato a nivel nacional e internacional. 3) Validar el contenido a través de un panel de diez expertos/as. Para este proceso de validación, se les proporcionó una plantilla de validación sobre la claridad y pertinencia de cada ítem, empleando una escala Likert (de 1 a 5, siendo el 1 el menos valorado y 5 el más valorado), para luego reelaborar el cuestionario. 4) Analizar la confiabilidad estadística mediante una prueba piloto con profesorado en ejercicio. 5) Generar una versión definitiva del cuestionario (Gonzalez *et al.*, 2021).

El resultado inicial fue un cuestionario anonimizado, de 58 ítems, y una serie de

preguntas demográficas (edad, género, titulación, entre otras variables), además de una pregunta final, en la que se indagaba si estaban dispuestos a colaborar con la investigación y en el uso de los datos del cuestionario.

Muestra

Para el estudio se usaron dos muestras. La primera para la prueba piloto, con la que se determinó el alfa de Cronbach, con un total de 19 participantes, entre profesores de secundaria de física de España y Colombia. La segunda muestra, conformada por docentes, que voluntariamente han respondido el cuestionario, fue divulgada por medios electrónicos gracias a la colaboración de diferentes entidades a nivel Nacional (Colombia) como el IDEP, la Secretaría de Educación de Bogotá, así como algunas universidades de formación de profesores de física. El número de participantes en esta muestra fue de 43.

Proceso

Como primer paso, la validación del instrumento se obtuvo al tabular los valores de claridad y pertinencia que resultaron del juicio de expertos, atendiendo a los comentarios realizados a los ítems que consideraron oportunos. A continuación, para evaluar la fiabilidad del cuestionario, y que este pueda ser aplicado a contextos diferentes, se empleó el coeficiente de Alfa de Cronbach, que, como mencionan Kerlinger y Lee (2002), es una medida que indica la estabilidad o consistencia de una medida, usada para determinar el grado en que los errores de medición se presentan en un instrumento, considerando tanto la sistemática como la varianza por el azar. En relación con el valor de este coeficiente, estudios como el de Oviedo y Campo-Arias (2005) recogen que debe darse a partir de 0,7. Para este estudio,

los programas de tratamiento de datos usados fueron la hoja de cálculo de Excel y SPSS Statistics 26. Posteriormente, mediante la aplicación de una prueba Chí-Cuadrado de Pearson, verificamos el grado de relación entre aspectos demográficos propios de la muestra (variables independientes) y las respuestas para cada categoría y nivel (variables dependientes). Finalmente, se llevó a cabo el análisis de las respuestas, en función de las categorías propuestas identificando, además, para cada categoría, posibles ejes dinamizadores (D), obstáculos (O), y cuestionamientos (C), los denominados ejes DOC.

Sistema de categorías y niveles

El sistema de categorías, niveles y número de ítems de cada categoría se muestran en la figura 1.

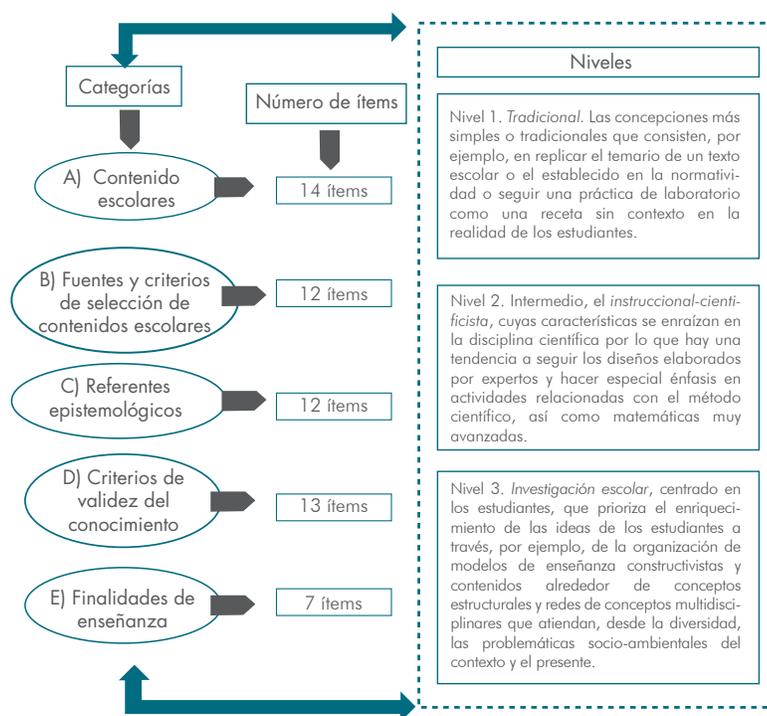


Figura 1. Sistema de categorías, niveles y número de ítems de cada categoría

Fuente: elaboración propia.

Resultados y Análisis

Validación de expertos

En este proceso, los expertos, 10 Doctores en Educación —5 licenciado(a)s en química y física de la Universidad de Sevilla, 4 licenciado(a)s en física y 1 licenciado en química de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas (Colombia)—, puntuaron claridad y pertinencia de cada ítem con valoraciones de 1 a 5,

siendo el 1 la menor valoración y 5 la mayor. El cuestionario completo obtuvo medias globales respectivas de 4,2 y 3,7. Se realizaron ajustes a los ítems con menor valoración en alguno de los dos aspectos mencionados (ver tabla

1), asegurándonos que el instrumento cumple con el criterio de validez para caracterizar el conocimiento profesional del profesor sobre el conocimiento escolar del espacio en física (González, M.; Martínez, C. y Solís, E., 2021).

Tabla 1. Ejemplos de ajustes al cuestionario

# Ítem	Redacción antes	Media	Comentarios	Ajuste	Justificación
1	Debatir sobre conceptos abstractos como el espacio y el tiempo suele confundir a los estudiantes [pertinencia]	3,4	Quizá el término "abstracto" genere un sesgo para responder por darle un calificativo <i>a priori</i> a los conceptos	Debatir sobre qué es el espacio o qué es el tiempo suele ser complicado para los estudiantes	Evitar influenciar sobre las concepciones que pueda tener el profesorado respecto a ambos conceptos

Fuente: elaboración propia.

Prueba de confiabilidad

Se preparó una versión electrónica del instrumento (formulario Google) y se procedió a su divulgación, con una muestra piloto (n=19). Se aplicó la prueba de confiabilidad Alfa Cronbach (α).

Al aplicar la prueba de fiabilidad, se obtuvo una medida de la consistencia media del instrumento completo, así como la consistencia interna de cada categoría. Se utilizó el análisis estadístico del Software SPSS 26. El nivel de confiabilidad del cuestionario completo, los 58 ítems, es $\alpha = 0.916$, lo que demuestra un alto grado de correlación media entre el total de los ítems. De esta forma se aseguró

que los datos obtenidos de la aplicación del cuestionario fuesen confiables.

También se llevó a cabo una medida de la consistencia interna para cada categoría. Se evidenciaron debilidades en las categorías B y E ($\alpha=0,531$ y $\alpha=0,59$, respectivamente); en las categorías C y D se obtuvo una medida aceptable ($\alpha=0,676$ y $\alpha=0,609$), posible de superar al ajustar algunos ítems (7 y 10). Por otro lado, para la categoría A se obtuvo una medida de consistencia interna satisfactoria ($\alpha=0,823$). Dadas las propiedades del software SPSS, fue posible identificar cada uno de los ítems a revisar en cada categoría, para así disminuir el nivel de error, véase tabla 2.

Tabla 2. Alfa Cronbach por categoría

Categoría	Alfa Cronbach ()	N elementos	Ítems para revisar	Final
A	0,823	15	0	0,823
B	0,531	14	4	0,672
C	0,676	8	(1,33,43,52)	0,812
D	0,609	11	(2,7,10)	0,609
E	0,590	7	(9,32)	0,753

Fuente: resultados obtenidos con el software SPSS 26.

De acuerdo con estos resultados, se revisaron y ajustaron los ítems sugeridos por el programa estadístico. Se decidió eliminar el ítem # 32, pues su puntuación en la validación por expertos fue baja. Nuevamente, se aplicó la prueba alfa Cronbach al cuestionario completo, alcanzando una medida $\alpha = 0,924$.

De acuerdo con estos resultados, se organizó nuevamente el cuestionario con 57 ítems y se divulgó para obtener los datos que serán usados en la caracterización del CPPCE del espacio. Resultados y análisis se presentan a continuación. El cuestionario, tal y como se utilizó, se encuentra en la siguiente dirección electrónica: <https://forms.gle/jB3kxhwwujuvaydC6>

Datos demográficos

La mayoría de los participantes trabajan en colegios públicos, 95,6%, mientras que el 4,4% en colegios privados. Del total, el 95% pertenecen al casco urbano. De estos el 77% laboran en Bogotá, mientras que los demás lo hacen en ciudades como Cali, Barranquilla, Tunja y Sincelejo. Quienes trabajan en zona rural (5%) pertenecen a municipios de Tunja y Soacha. El 69% son hombres, 26% mujeres y 5% otros géneros. Se identifica, además, diversidad de perfiles en la formación inicial de los docentes que enseñan unidades de física en secundaria: Licenciados en física (35%), Licenciados en química (19%), Licenciados en biología y biólogos (19%), Licenciados en fisicomatemáticas (12%) e Ingenierías (2%) y otras (13%). El 60% de los participantes cuenta con estudios de posgrado de maestría, un 68% de este grupo ha realizado maestrías relacionadas con enseñanza de las ciencias y el 95% ha recibido formación en didáctica de las ciencias. El grupo más grande de encuestados está en el rango de edades entre los 40 y 50 años. Este grupo, junto con los mayores de 50, cuenta con más de 16 años de experiencia como docentes.

Correlación entre variables

Se procede a aplicar la prueba Chí-Cuadrado de Pearson ($\leq 0,005$), dada la diversidad de la muestra ($n=43$). Con esto esperamos determinar si la diferencia entre los datos observados y los esperados se debe al azar, o si se debe a una relación entre las variables que surgen en la investigación, para así validar o proporcionar un contexto adicional a las frecuencias observadas de los resultados para cada una de las categorías (Juárez, Villatoro y López, 2002).

Los resultados de la prueba Chí-Cuadrado de Pearson se obtienen con el programa estadístico SPSS 26. La única variable en que se comprueba la hipótesis de relación entre categoría, nivel y respuestas se ubica en la categoría C, referentes del conocimiento escolar en el nivel 1, que sería dependiente de la profesión, se obtiene un resultado de Chí-Cuadrado de Pearson menor de 0,05 ($\alpha=0,002$). Para el resto de las variables, categorías y niveles, la correlación entre las variables y los resultados no es estadísticamente significativa, por lo

que las hipótesis de correlación entre variables serían nulas.

Resultados por categorías

Una vez se cuenta con las respuestas del cuestionario Likert (CPPCE- Espacio), se clasificaron los resultados en tres zonas observables para el análisis: negativos (-), medias ubicadas entre 0,001 y 1,6; de incertidumbre (Incert.), entre 1,6 y 3,2; y positivos (+), entre 3,5 y 5. Se presentaron organizados por categoría.

Categoría A: contenidos escolares

Por el nivel 3 de investigación escolar, existe una tendencia clara del profesorado, encontrándose los valores más altos en los ítems 2, 23, 43 y 48, con medias de 4,0, 4,4 y 4,5, respectivamente (Tabla 3). Esto en asuntos como:

Ítem 23: al abordar conceptos como orientación espacial se evidencia preferencia por prácticas experienciales que involucren aspectos interdisciplinarios como la geografía y la tecnología.

Ítem 48: incluir contenidos actitudinales que favorezcan actitudes positivas frente al uso de la ciencia y la tecnología en la vida diaria.

Ítem 43: la organización de los contenidos escolares a partir de conceptos estructurantes y en niveles de complejidad.

Por otro lado, a pesar de la dificultad que pueden presentar los temas de física moderna, como la relativista o la cuántica, los docentes no creen que su complejidad sea un impedimento para abordarlas en secundaria (# 55). Además, el hecho de que en algunos ítems del nivel 1 (# 55) el promedio haya sido de 1.0, nos lleva a plantearnos los siguientes ejes dinamizadores:

- Abordar desde la diversidad los contenidos y vincular aspectos

interdisciplinarios como la geografía, cartografía o astronomía, además de enlazar las experiencias de aula con el uso de tecnologías relacionadas con el contexto cotidiano como lo puede ser la geolocalización satelital, brújulas, etc.

- La organización de los contenidos en diferentes niveles de complejidad, de modo que los metaconceptos sean nudos estructurantes en las redes de relaciones y se constituyan en elementos organizadores de diferentes áreas del conocimiento.

Estos resultados, concuerdan, con los que obtiene Rodríguez R. (2019) en un estudio sobre profesores de física chilenos que, a nivel declarativo, plantean ideas similares. También, con el estudio de Martínez, C., Molina, A., Valbuena, E. Y Hedrich, C. (2013), en un trabajo sobre profesorado de ciencias naturales de primaria. En este caso, estos profesores están de acuerdo en la necesaria integración de contenidos de una manera interdisciplinaria y flexible. Para el nivel tradicional, se observa un nivel de acuerdo del 50% con las medias más altas en 2 ítems (# 5 y # 37), 3,5 en ambos, relacionados con la mecanización de procesos matemáticos (# 37) o que el texto escolar siga siendo un referente importante para la organización de contenidos (# 5). De acuerdo con esto, planteamos los siguientes ejes obstáculo.

- La mecanización de procedimientos, englobados en situaciones que poco tienen que ver con la vida cotidiana de los estudiantes, dificulta una comprensión real de los conceptos abordados.
- No se establecen grados de complejidad en la formulación de los contenidos de enseñanza y aprendizaje para

tener en cuenta que su construcción gradual y progresiva y la evolución del conocimiento cotidiano de los estudiantes.

En lo expuesto anteriormente, es posible evidenciar tensión por entrar en cierto modo en contradicción con algunos de los ejes dinamizadores expuestos. Así, surgen como *ejes cuestionamiento* en relación con la organización de los contenidos escolares que, si por un lado se identifican los docentes en que la organización de contenidos se establece en orden jerárquico a partir de conceptos estructurantes, por el otro, el texto escolar será fundamental para realizar dicha organización (# 5).

Además, se evidencia un alto nivel de incertidumbre en ítems ubicados en el nivel 3 (# 24) y el nivel 2 (# 8 y # 17), con medias de 3,0, 2,5 y 2,5, respectivamente, relacionados con la falta de claridad sobre cómo contextualizar temáticas propias de la física con aspectos socioambientales y contenidos actitudinales, o con la complejidad de la física moderna y la capacidad de los estudiantes para comprenderla. Como apunta Rodríguez, R. (2019), una gran mayoría de docentes no consideran adecuado enseñar nociones relativistas relacionadas con el espacio y el tiempo.

Tabla 3. Resultados por nivel categoría A contenidos escolares

Nivel 1. Tradicional				Nivel 2. Cientificista				Nivel 3. Investigación escolar			
Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac
A2	5	3,5	+	A2	8	2,5	Incert.	A1	2	4,0	+
A1	16	3,0	Incert.	A1	15	3,5	+	A1	4	3,5	+
A1	37	3,5	+					A1	23	4,0	+
A1	55	1,0	-					A1	24	3,0	Incert.
A1	17	2,5	Incert.					A1	31	3,5	+
								A2	43	4,0	+
								A1	48	4,5	+
40% Positivo				50% Incertidumbre/Positivo				85,7% Positivo			

* se muestran medias (M) para cada ítem, niveles de acuerdo (Niv.ac, positivo (+) negativo (-) Incertidumbre (Incert.) y porcentaje total para cada nivel.

Categoría B: Fuentes y criterios de selección de contenidos

A pesar de lo ya dicho, prevalece el nivel de incertidumbre. Algunos ítems con nivel de acuerdo alto se identifican en el nivel el 3 (# 32), media 4,5. Por ejemplo, al tenerse en cuenta las ideas de los estudiantes es posible motivar su interés por la física relativista. Además, algunos ítems en el nivel 1 relacionados en la Tabla 4 (# 6 y # 41) —el primero formulado en negativo— obtuvieron medias de 1,5 y 1,5, respectivamente. El conocimiento del profesor tanto como lo esta-

blecido en los lineamientos no son las fuentes de contenidos primordiales. Se formulan los siguientes *ejes dinamizadores*:

- Tener en cuenta la diversidad de fuentes de conocimiento en la construcción de conocimiento escolar, ideas de los estudiantes, el contexto o el uso de simuladores, entre otros, favorece el enriquecimiento de las ideas de los estudiantes y propicia el interés por temas de la ciencia.
- No estar atados a la normatividad y a los textos escolares como único recurso o fuente de conocimiento para favorecer la introducción por parte del docente de otros recursos que no se encuentran contemplados de forma explícita en la normatividad colombiana.

Algunos *obstáculos* los encontramos en el nivel 2. Un ítem (# 56) con media de 4, y en el nivel 3 un ítem (# 26) con media 1.5 que se refieren a:

- Fuentes de contenidos, como simuladores o actividades interactivas, elaborados por expertos suelen ser un recurso muy usado por el profesorado (# 56), sin embargo, la mayoría de estos recursos enfatizan en el desarrollo de habilidades científicas mediante secuencias de instrucciones preestablecidas que debe realizar el

estudiante. Además, a pesar de que se encuentra que el libro de texto no es la fuente principal de contenidos, no se da oportunidad a la integración de otros recursos como los que se pueden hallar en una biblioteca o las aplicaciones para teléfonos móviles, revistas, entre otros (# 26).

Algunos *cuestionamientos* que se proponen en relación con las fuentes y criterios de selección de contenidos están relacionados con los ítems # 40 y # 51 que puntuaron en incertidumbre. En este caso entrarían en tensión con el tratamiento de las ideas de los estudiantes que se manifestó anteriormente.

- Es fundamental aprovechar las ideas de los estudiantes y el intercambio de estas entre pares, es en ellas que se manifiesta el bagaje cultural y académico, cuando prevalecen otras fuentes. De acuerdo con García, F. (2003), se produce un aprendizaje alienado de determinados significados no construidos significativa y democráticamente. Además, este mismo autor menciona que las concepciones de los alumnos relativas a la realidad social tienen una dimensión espacial (para tener en cuenta y explorar), por lo que sería necesario plantearlas aunadas a otras dimensiones del conocimiento y destrezas.

Tabla 4. Resultados por nivel categoría B fuentes y criterios de selección de contenidos escolares

Nivel 1. Tradicional				Nivel 2. Cientificista				Nivel 3. Investigación escolar			
Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac
B2	6	1,5	-	B1	14	2,0	Incert.	B1	26	1,5	-
B2	41	1,5	-	B1	20	2,5	Incert.	B2	32	4,5	+
B2	18	2,0	Incert	B2	53	3,0	Incert.	B2	40	3,0	Incert.
				B1	56	4,0	+	B2	51	2,5	Incert.
66,6% Negativo				75% Incertidumbre				50% Incertidumbre			

* se muestran medias(M) para cada ítem, niveles de acuerdo (Niv.ac, positivo (+) negativo (-) Incertidumbre (Incert.) y porcentaje total para cada nivel.

Categoría C: Referentes del conocimiento escolar

En esta categoría se presenta la coexistencia entre dos niveles, por un lado, predomina el nivel científicista con un 100% en el nivel de acuerdo Positivo, en ítems relacionados con la memorización de vocabulario, términos y conceptos científicos, así como con llevar al aula el método científico. Por otro lado, un 85% del profesorado se ubica en el nivel 3 (investigación escolar, para 5 los ítems # 7, # 10, # 28, # 29 y # 42) con medias de 4,0, 4, 4,5, 4 y 4,0, por lo que será relevante para el profesorado la inclusión de aspectos didácticos como: la historia de la física, para introducir temas complejos como la teoría especial de la relatividad, en la que se hace necesario abordar la evolución de conceptos fundamentales como el espacio tiempo, gravedad o masa (# 7); o aspectos culturales y creencias, para abordar la naturaleza del universo, del espacio y el tiempo (# 10). Los resultados se muestran en la Tabla 5. Así, se destacan como ejes dinamizadores:

- Adoptar diversidad de referentes como la historia de la física, la cultura, el conocimiento cotidiano, las creencias. Los aspectos propios del desarrollo psicobiológico de los estudiantes favorecen la relación con su entorno y que el docente pueda prestar una atención especial a las ideas de sus estudiantes. A pesar de esto, será necesario ahondar más al respecto, pues, por ejemplo, Rodríguez, R. (2019) indica que a pesar de que los docentes declaran a favor y que es necesaria su inclusión, en la práctica son pocos los aspectos de la historia de la ciencia que incluyen el profesorado.

También, identificamos alto grado de acuerdo en el nivel 2 (# 12 y # 47) y en el nivel 1 (# 44, # 1), por lo que se consideran *obstáculos* al estar relacionados con la memorización de términos y definiciones científicos (# 44), así como con que el método científico sea replicado en el aula (# 47) o que, dada la dificultad que pueda presentarla explicación o el entendimiento de ciertos conceptos abstractos como el espacio y el tiempo, no se aborden en el aula (# 1). Acorde con ello planteamos:

- Adoptar el papel del conocimiento científico como uno de los referentes fundamentales, evidencia la intensión de adoptar el método científico como metodología de enseñanza de la física en secundaria, lo que se aúna al hecho de tener que memorizar procedimientos, términos y fórmulas matemáticas que, por su naturaleza, son difíciles de asociar con el contexto inmediato, por lo que se convierte en un proceso de mecanización y memorización de términos.

Se ubica una tensión en relación con los referentes fundamentales del conocimiento: si se declara acuerdo con la diversidad de referentes, y su importancia en la construcción de conocimiento y la evolución de las ideas de los estudiantes, se mantiene la idea de replicar o trasladar el conocimiento científico, su metodología y lenguaje al contexto escolar, por lo que será necesario profundizar más en este asunto para verificar la relevancia de los referentes mencionados en las prácticas escolares.

Tabla 5. Resultados por nivel categoría C referentes del conocimiento escolar

Nivel 1. Tradicional				Nivel 2. Cientificista				Nivel 3. Investigación escolar			
Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac
C1	1	4	+	C1	12	4,5	+	C5	7	4	+
C1	39	2,5	-	C2	47	4	+	C3	10	4	+
C2	52	3	Incert.					C1	28	4,5	+
C5	44	3	Incert.					C1	29	4	+
								C1	42	4	+
								C4	50	3	Incert.
75% Incertidumbre			100% Positivo			83,3% Positivo					

* se muestran medias(M) para cada ítem, niveles de acuerdo (Niv.ac, positivo (+) negativo (-) Incertidumbre (Incert.) y porcentaje total para cada nivel.

Categoría D: Criterios de validación del conocimiento

La mayoría del profesorado se identifica con el nivel de investigación en la escuela. Tres ítems (# 19, # 34, # 49) —tabla 6—, registraron medias de 4,0, 3,5 y 4,0, respectivamente, y están relacionados con aspectos de la evaluación de lo aprendido. Por ejemplo, que la evaluación sea diseñada o planteada desde la diversidad de criterios pedagógicos, curriculares, didácticos o las posturas de los estudiantes frente a temas de carácter socioambiental (# 49, # 34), y que sea relevante determinar si existe evolución y transformación en las ideas de los estudiantes (# 19). En este sentido, consideramos *ejes dinamizadores*:

- Prácticas de validación del conocimiento que se propongan asumiendo como eje central el estudiante, sus experiencias, el contexto y sus problemáticas para favorecer un aprendizaje reflexivo y significativo.
- La diversidad de criterios de validación teniendo en cuenta la epistemología del conocimiento escolar como un conocimiento particular que se produce en la escuela, de diferente

naturaleza del científico, permite valorar los aprendizajes desde un concepto más integral que valore la transformación de las ideas de los estudiantes hacia aquellas que le permitan comprender la utilidad de estas en su vida cotidiana.

Por otro lado, el profesorado ha manifestado altos niveles de acuerdo con ítems que se encuentran en los niveles 1 y 2, pues siguen siendo relevantes como criterios de validación relevantes el texto escolar (# 36), el conocimiento científico (# 27, # 46). Asimismo, la incertidumbre que se presenta en algunos ítems (# 13, # 22), relacionados con la validación de los aprendizajes en la evolución de las ideas de los estudiantes, verificando, por ejemplo, si estos son capaces de aplicar en su vida cotidiana los conocimientos construidos. Esto nos lleva a considerar los siguientes *ejes obstáculo*:

- Al ser la naturaleza del conocimiento escolar diferente de la del conocimiento científico no es posible validarlo bajo los mismos parámetros.
- Asumir como referentes principales el texto escolar o las pruebas externas

construye las prácticas educativas a series de actividades limitantes en las que la mecanización de los procesos matemáticos y el desarrollo de los pasos del método científico son lo fundamental.

Algunos cuestionamientos surgen de las contradicciones que se evidencian. Si por un lado, la diversidad de fuentes es importante para validar los conocimientos que se construyen, por el otro se manifiesta que el texto escolar y las actividades de evaluación que este incluye son un referente principal para validarlos. Además, el nivel de incertidumbre de ciertos ítems (# 22) nos hace preguntarnos si el profesorado tiene claridad sobre la forma de validar conocimientos relacionados con la física relativista.

Tabla 6. Resultados por nivel categoría D criterios de validación del conocimiento escolar

Nivel 1. Tradicional				Nivel 2. Cientificista				Nivel 3. Investigación escolar			
Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac
D3	3	4	+	D2	25	3	Incert.	D3	13	2,5	Incert.
D2	33	2,5	Incert.	D2	27	3,5	+	D1	19	4	+
D3	35	3	Incert.	D2	46	3,5	+	D3	22	3	Incert.
D1	36	3,5	+					D1	34	3,5	+
D3	45	3	Incert.					D3	49	4	+
60% Incertidumbre				66,6% Positivo				60% Positivo			

*se muestran medias(M) para cada ítem, niveles de acuerdo (Niv.ac, positivo (+) negativo (-) Incertidumbre (Incert.) y porcentaje total para cada nivel.

Categoría E: Finalidades de enseñanza

Para esta categoría, la puntuación más alta se encuentra en el nivel 2 científicista, con el 66,6% positivo en el nivel de acuerdo, tabla 7. Sin embargo, encontramos un 50% positivo en el nivel 3 Investigación escolar, ítem # 11, por lo que determinamos como eje dinamizador:

- Promover la formación ciudadana es un propósito claro para lo cual se vinculan contenidos que relacionen aspectos socioambientales relacionados con el espacio como lo pueden ser la orientación y la movilidad urbana.

Como se mencionó, el nivel de acuerdo mayor se ubica en el nivel 2 (# 21, # 57). Se identifica como *obstáculo*:

- La relevancia en las finalidades de CE-Espacio que asumen como el objetivo principal, alcanzar un nivel de formación científico (en sus procesos o uso del lenguaje).

Algunos cuestionamientos están relacionados con los ítems que generaron incertidumbre en el nivel 3: por ejemplo, ¿qué entienden los docentes por complejizar el conocimiento de los estudiantes?

Tabla 7. Resultados por nivel categoría E finalidades de enseñanza

Nivel 1. Tradicional				Nivel 2. Cientificista				Nivel 3. Investigación escolar			
Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac	Sub cat	Ítem	M	Niv.ac
E	9	3	Incert.	E	21	3,5	+	E	11	4	+
E	30	4,5	+	E	38	3	Incert.	E	54	3	Incert.
				E	57	4	+				
50% Incertidumbre/Positivo				66,6% Positivo				50% Positivo			

* se muestran medias(M) para cada ítem, niveles de acuerdo (Niv.ac, positivo (+) negativo (-) Incertidumbre (Incert.) y porcentaje total para cada nivel.

Conclusiones

A partir de los resultados de la validación de expertos y la prueba confiabilidad podemos considerar que el cuestionario propuesto para caracterizar el conocimiento profesional del profesorado, sobre el conocimiento escolar del espacio, es un instrumento fiable que puede ayudar a recolectar información relevante para entender aspectos de este conocimiento particular, relacionada con los contenidos de enseñanza, las fuentes y criterios de selección de contenidos, los referentes del conocimiento que se construye, los criterios de validación del conocimiento y las finalidades del conocimiento escolar.

En relación con los resultados del cuestionario se establece que para las categorías contenidos escolares (A), referentes del conocimiento escolar (C) y criterios de validación del conocimiento (D), la mayoría de las y los docentes se han identificado con el nivel 3 investigación escolar, ello podría deberse a que el 95% de los participantes han recibido formación en didáctica de las ciencias en alguno de sus niveles de formación. Así, algunos aspectos favorables a nivel general de todas las categorías, *dinamizadores* del conocimiento profesional que declaran los y las docentes son: 1) la integración de la diversidad de contenidos (categoría A) como conceptuales, procedimentales y actitudinales.

2) La adopción de diversos referentes favorecen un acercamiento a la complejidad de los procesos de aprendizaje y a la relación con el entorno, especialmente con el espacio en tanto está muy relacionado con la realidad de las personas (Categoría C). 3) La promoción de finalidades como la formación ciudadana, incorporando en los contenidos competencias como la orientación, movilidad urbana, los sistemas de transporte, el espacio exterior y su naturaleza entre otros que son problemas socio-ambientales que se relacionan (categoría E). 4) La validación de los conocimientos construidos en la escuela desde diversidad de referentes pedagógicos, curriculares, además de considerar la evolución del conocimiento de los estudiantes para verificar si lo que se hace en clase es lo adecuado (D).

Por otro lado, como *ejes obstáculo* se identifican a nivel general, 1) el predominio de una organización de los contenidos regida por la estructura del texto escolar o el currículo (categoría D); 2) la incertidumbre sobre la integración de contenidos relacionados con la física moderna o relativista, lo que dificultaría, por ejemplo, poner en contexto de la física el conocimiento cotidiano, el uso y el funcionamiento de sistemas, de georreferenciación (GPS); y, 3) el predominio de un nivel científicista en la categoría finalidades de enseñanza (categoría E).

Finalmente, se identifican como *cuestionamientos*, algunas tensiones referidas a las categorías: 1) categoría A, los criterios de organización de los contenidos se establezcan a partir de lo formulado en los textos escolares y que, al mismo tiempo, se haya obtenido un alto nivel de acuerdo en relación con que la organización sea establecida a partir de meta-conceptos; 2) en la categoría B, en relación con asumir la diversidad de fuentes de conocimiento escolar y dar prioridad a las ideas de los estudiantes; 3) en la categoría C se coincide en que es fundamental asumir diversidad de referentes, pero sigue prevaleciendo el conocimiento científico como referente principal; y, 4) en la categoría D, donde evidencia tensión entre asumir diversidad de criterios para validar el conocimiento y que sea el conocimiento científico el referente para decidir si se han alcanzado los objetivos de aprendizaje planteados.

Algunas cuestiones que proponemos podrían ser retomadas como futuras investigaciones: ¿Qué dificultades se presentan al momento de contextualizar las temáticas disciplinares con contenidos socioambientales que favorezcan el desarrollo de habilidades actitudinales? Se evidencia interés para trabajar con las ideas de los estudiantes, pero ¿se desarrollan actividades desarrollan en clase para lograrlo? En relación con la validez del conocimiento, ¿por qué siguen siendo los resultados en pruebas externas la referencia para evaluar el conocimiento que se construye en el aula?

Referencias

- Arriasecq-Balverde I. y Greca, I. (2007). Approaches to the Teaching of Special Relativity Theory in High School and University Textbooks of Argentina. *Science & Education*, 16 (1), 65-86.
- Ezquerro, A. y Rodríguez-Marín, F. (2013). Aprender a enseñar ciencias a maestros en formación a través del uso del vídeo. *Investigación en la escuela*, 80, 67-76.
- Fernandes de Oliveira, F. y Trevisano de Barros, R. (2017). Ensino de física para cidadania: Uma pesquisa buscando relacionar cinemática com as leis de trânsito. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*. <http://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/4549/3742>
- Fonseca, G. (2018). *El conocimiento profesional del profesor de biología sobre biodiversidad. Un estudio de caso en la formación inicial durante la práctica pedagógica en la universidad Distrital Francisco José de Caldas* [Tesis de Doctorado]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- García Pérez, F. F. (2003). *Las ideas de los alumnos y la enseñanza del medio urbano*. Sevilla: Díada Editora, S. L.
- García Díaz, J. E. Y García Pérez, F. F. (2001). El conocimiento metadisciplinar y las didácticas específicas. Congreso nacional de didácticas específicas: las Didácticas de las Áreas curriculares en el siglo XXI. Granada: Grupo Editorial Universitario, (I), 409-421.

- Gonzalez, M., Martínez, C. y Solís, E. (2021). Diseño y validación de un cuestionario sobre el espacio en textos escolares de física y el uso que de los mismos hace el profesorado. *Enseñanza de las ciencias, Actas electrónicas del XI congreso internacional en investigación en didáctica de las ciencias*.
- Juárez, F., Villatoro, J. A. y López, E. K. (2002). *Apuntes de Estadística Inferencial*. Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente.
- Kerlinger, F. N. y Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales*. McGraw-Hill.
- Martín del Pozo, R., Rivero, A. y Solís, E. (2017). La progresión en el aprendizaje de la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 129-136, <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/334000>
- Martínez, C. (2000) *Las propuestas curriculares de los profesores sobre el conocimiento escolar dos estudios de caso en el área de conocimiento del medio* [Tesis de Doctorado en didáctica de las ciencias experimentales y sociales un enfoque interdisciplinar]. Universidad de Sevilla.
- Martínez-Rivera, C., Molina Andrade, A. Valbuena Ussa, E. y Hederich, Ch. (2013). *El conocimiento profesional de los profesores de ciencias sobre el conocimiento escolar: resultados de investigación*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Oviedo, H. C. y Campo-Arias, A. (2005). Aproximación al uso del coeficiente alfa de Cronbach. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(4), 572-580. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80634409>
- Plaza Guzmán, J., Urigen Aguirre, P., Bejarano Copo, H. (2017) Validez y confiabilidad en la investigación cualitativa. *ARJÉ. Revista de Postgrado FaCE-UC*, 11(21), 352-357.
- Porlán Ariza, R. (1989). *Teoría del conocimiento teoría de la enseñanza y desarrollo profesional las concepciones epistemológicas de los profesores* [Tesis de Doctorado]. Universidad De Sevilla.
- Porlán Ariza, R., Rivero García, A. y Martín del Pozo, R. (1997) Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las ciencias*, 15(2), 155-171. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21488>
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2010). El cambio del profesorado de ciencias I: marco teórico y formativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 31-46.
- Porlán, R., Martín del Pozo, R., Rivero, A., Harres, J., Azcárate, P. y Pizzato, M. (2011). El cambio del profesorado de ciencias II: resultados y conclusiones sobre la progresión de las concepciones didácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 29(3). 413-426.
- Reyes Jaime, D. (2014). *Conocimiento didáctico del contenido en el profesor de física en formación inicial: el caso de la enseñanza del campo eléctrico* [Tesis de Doctorado]. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Azcárate, P. y Porlán, R. (2017). Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 29-52.
- Rodríguez, F., Ezquerro, A., Rivero, A., Porlán, R., Azcárate, P., Martín del Pozo, R. y Solís, E. (2012). *El uso didáctico del vídeo para aprender a enseñar ciencias*. Actas del xxv Encuentro de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Santiago de Compostela (pp. 741-746).
- Rodríguez, R. (2019) *creencias y prácticas curriculares de profesores chilenos en contenidos*

fundamentales para la enseñanza de la física: movimiento rectilíneo uniforme y Teoría Especial de la Relatividad [Tesis de Doctorado, Universidad de Sevilla].

Solís, E. (2005). *Concepciones curriculares del profesorado de física y química en formación inicial* [Tesis de Doctorado]. Universidad de Sevilla.

Solís, E., Porlán, R., Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (2012). Las concepciones de los profesores de ciencias de secundaria en formación inicial sobre metodología de enseñanza. *Revista Española de Pedagogía*, 495-514.

Solís, E. y Porlán, R. (2003). Las concepciones del profesorado de ciencias de Secundaria en formación inicial: ¿obstáculo o punto de partida? *Investigación en la escuela Sevilla*, (49), 5-22.

Solís, E., Porlán, R., Martín del Pozo, R. y Harres, J. (2016). Aprender a detectar las ideas del alumnado de Primaria sobre los contenidos escolares de ciencias. *Investigación en la escuela*, 88, 1-16.

Zanotta, D., Cappelletto, E. y Matsuoka, M. (2011). The GPS: Connecting science and technology in physics classes. [O GPS: Unindo ciência e tecnologia em aulas de física]. *Revista Brasileira de ensino de física*, 33(2), 2313-2-2313-6.

Forma de citar este artículo:

González-Lizarazo, M. D., Martínez-Rivera, C. A. y Solís-Ramírez, E. (2024). Conocimiento profesional del profesorado de secundaria de Colombia: el conocimiento escolar del espacio. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (55), 134 - 151. <https://doi.org/10.17227/ted.num55-17922>