



**CARACTERIZACIÓN DE LA AUTOPERCEPCIÓN DE LOS DOCENTES DE
CIENCIAS Y MATEMÁTICAS SOBRE EL DESARROLLO DE SUS
COMPETENCIAS CIENTÍFICAS**

**Characterization of the self-perception of science and math teachers on the
development of their scientific competences**

Oscar Oswaldo Cárdenas Delgado)¹

José John Fredy González Veloza²

Lida Rubiela Fonseca³

RESUMEN

La investigación actual en torno a la enseñanza de las ciencias, pone atención en las competencias de los docentes para la enseñanza en la educación media y básica en un contexto tecnológico y social. En esta investigación se exploró la percepción de los docentes de ciencias Naturales y Matemáticas en la ciudad de Manizales, alrededor de sus propias concepciones sobre las competencias científicas en la enseñanza de las ciencias. Se desarrolló un test en escala Likert de 1 a 7, mediante el cual se realizó dicha indagación. Este test, fue validado con alpha de Cronbach (0.99). Posteriormente, se analizaron las respuestas del instrumento con el software libre R, usando los métodos cuantitativos y análisis factorial exploratorio y confirmatorio. Se detectaron tres factores asociados a la práctica y la investigación científica, los cuales constituyen los indicadores para caracterizar las percepciones de los docentes de ciencias en Manizales, sobre sus competencias científicas para la enseñanza.

Palabras clave: Análisis Factorial, Competencias del docente, Enseñanza de las ciencias, Educación Científica, Competencias Científicas.

ABSTRACT

¹. Universidad Católica de Manizales – Estudiante de la Especialización en estadística aplicada (virtual) de la Fundación Universitaria los Libertadores_Manizales_Colombia_Contacto: ocardenas@ucm.edu.co - ocardenasd@libertadores.edu.co

²². Fundación Universitaria los Libertadores _Bogotá_Colombia_Contacto: jjgonzalezv02@libertadores.edu.co

³³. Fundación Universitaria los Libertadores _Bogotá_Colombia_Contacto: lrfonsecag@libertadores.edu.co



Current research on science teaching focuses on the competencies of teachers for teaching in secondary and basic education in a technological and social context. In this research we explored the perception of science and mathematics teachers in the city of Manizales, around their own conceptions of scientific competencies in science teaching. A test was developed in Likert scale from 1 to 7, by means of which we carried out this investigation. This test was validated with Cronbach's alpha (0.99). Later, the answers of the instrument were analyzed with the free software R, using the quantitative methods exploratory and confirmatory factorial analysis. Three factors associated to practice and scientific research were detected, which constitute the indicators to characterize the perceptions of science teachers in Manizales, about their scientific competences for teaching.

Keywords: Factor Analysis, Teacher Competencies, Science Teaching, Scientific Education, Scientific Competences.

RESUMO

As pesquisas atuais em ensino de ciências enfocam as competências dos professores para a docência no ensino médio e fundamental em um contexto tecnológico e social. Esta pesquisa explorou a percepção dos professores de Ciências Naturais e Matemáticas da cidade de Manizales, em torno de suas próprias concepções sobre as competências científicas no ensino de ciências. Foi desenvolvido um teste em escala Likert de 1 a 7, por meio do qual foi realizada esta investigação. Esse teste foi validado com alfa de Cronbach (0,99). Posteriormente, as respostas do instrumento foram analisadas com o software livre R, por meio dos métodos quantitativo, análise fatorial exploratória e confirmatória, além disso, os resultados desse método foram validados por meio da análise de componentes principais (PCA). Foram detectados dois fatores associados à prática e à pesquisa científica, que constituem os indicadores para caracterizar a percepção dos professores de ciências de Manizales sobre suas competências científicas para o ensino.

Palavras-chave: Análise Fatorial, Competências do Professor, Ensino de Ciências, Educação Científica, Competências Científicas.

INTRODUCCIÓN



Este trabajo de investigación se enmarca en la problemática relacionada con la enseñanza de las ciencias y las matemáticas, en el caso específico de la educación básica y media, esto se puede ver reflejado en los resultados de las pruebas estandarizadas como las pruebas SABER⁴, de orden nacional y las pruebas PISA⁵, de orden internacional. Así lo expresan Coronado y Vargas (2015):

Persiste un nivel bajo en el rendimiento académico de las pruebas Saber, específicamente en el área de Ciencias Naturales y matemáticas. La causa de la problemática expuesta lleva a reflexionar sobre las dificultades que tienen los docentes para propiciar una formación científica de modo sistemático en los educandos. (Coronado Borja & Vargas Arteta, 2015; p. 133)

En primer lugar, para entender esta problemática, se identifica la concepción de enseñanza de las ciencias, en el marco del Ministerio de Educación Nacional (MEN) de Colombia, para lo cual, se consideran los referentes curriculares (MEN, 1998), entre los cuales se tienen: Estándares básicos de competencias en ciencias naturales (EBC, 2004), el foro nacional sobre competencias científicas en 2005 y más recientemente los derechos básicos de aprendizaje (DBA, 2016). Las competencias científicas, allí establecidas, hacen referencia a lo que deben aprender los estudiantes, pese a ello, la labor del docente en el desarrollo de competencias científicas, no está definida claramente.

Por tanto, se asume que la enseñanza de las competencias científicas está directamente relacionada con la práctica del maestro, los aprendizajes de los estudiantes y su formación integral, por ende, se reconoce que sus prácticas se relacionan con la naturaleza del desarrollo del quehacer científico en el aula de clases. La hipótesis de esta investigación es que el estudiante, en el aula de clases, aprende mejor las ciencias escolares, en la medida que se vea expuesto al proceso y razonamiento de los científicos al estudiar los fenómenos naturales.

⁴ Las Pruebas SABER son pruebas estandarizadas del Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN) que miden el aprendizaje de los estudiantes en distintos niveles de educación básica y media.

⁵ El Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (PISA, por sus siglas en inglés), evalúa el desarrollo de las habilidades y conocimientos de los estudiantes de 15 años a través de tres pruebas principales: lectura, matemáticas y ciencias.



En este punto, se cuestiona en este documento qué significa el desarrollo del estudio de fenómenos naturales en el aula de clases, teniendo en cuenta que el marco de análisis es la enseñanza; no obstante, se considera esencial que los docentes sean capaces de comprender la dinámica general del desarrollo del pensamiento científico para ejercer su labor de enseñanza. Cuando se hace referencia a esta labor, se da por sentado que la enseñanza de las ciencias no se puede lograr a través de replicar contenidos científicos tomados de los libros de texto, así lo expresan (Carrascosa-Alís, J., Martínez, S., Alonso, 2020, p. 4)

No se puede enseñar nada de la competencia científica en abstracto, de igual forma que tampoco es posible llevar a cabo ninguna investigación científica fuera de un marco teórico determinado, el cual desempeña un papel muy importante desde el mismo inicio hasta el final de esta.

De acuerdo a lo anterior, y teniendo en cuenta los estándares básicos de competencias, la visión científica de los docentes de Ciencias Naturales y Matemáticas, debe tener en cuenta que la actividad científica es un producto social, que depende del significado y contexto que diferentes culturas puedan darle a lo que esa misma cultura considera como relevante para entender, y por lo tanto se configura como objeto de estudio científico.

Esta noción de ciencia, también está mediada por una concepción de verdad, reconociendo que el conocimiento científico es una forma de indagar por la realidad y su funcionamiento, que no es única, ni verdadera ni inmutable per se, que la verdad es una construcción histórica, que se da en un contexto cultural específico. Esto implica que la ciencia evoluciona constantemente, no solo cambiando sus paradigmas, sino que además cambia sus objetos de estudio.

Esta investigación busca caracterizar diferentes percepciones para enseñar ciencia en el aula de clases, que poseen los docentes de la ciudad de Manizales. Esto implica indagar por las formas de llevar las ciencias al aula de clases; más allá de la repetición incesante de ejercitación que resulta fuera de contexto, desactualizado y especialmente poco



familiar al estudiante, a su manera de pensar, y que, además, no tiene en cuenta sus ideas sobre los fenómenos científicos estudiados en el aula de clases.

En oposición a esta última noción de competencia científica, para Hernández (2005), existen dos corrientes para desarrollar las competencias científicas en el aula de clases:

La que se refiere a las competencias científicas requeridas para hacer ciencia y la que se refiere a las competencias científicas que sería deseable desarrollar en todos los ciudadanos, independientemente de la tarea social que desempeñarán. Sin duda las competencias que caracterizan a unos y a otros no son excluyentes y tienen muchos elementos comunes, pero el segundo tipo de competencias interesa especialmente a la educación básica y media porque tiene relación con la vida de todos los ciudadanos (Hernández, 2005; p. 1).

De esta manera se acepta que las competencias científicas no solo están asociadas a diferentes necesidades dentro del campo de la producción de conocimiento científico, sino que también son esenciales en la vida cotidiana de los ciudadanos. Para esto, es fundamental que la enseñanza y aprendizaje de las habilidades, conocimientos y actitudes para aprender las reglas del juego en la producción de conocimiento científico, se vean reflejadas en el aula de clases, es decir, los estudiantes aprenden mejor, si son capaces de enfrentar problemas científicos en contextos escolares:

It is difficult for students to understand scientific investigations without opportunities to design and carry them out firsthand. It is also difficult for students to see the relevance of scientific ideas and concepts unless they learn how to use them in building their own arguments and explanations. Thus, a major goal associated with the current vision for science education involves greater emphasis on immersing students in doing science rather than simply learning about science (National Academies of Sciences, 2015)

Partiendo de la discusión anterior, se identifica que las habilidades, actitudes y conocimientos asociados a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, se pueden considerar las tres dimensiones de la actividad científica que permiten dar cuenta de los posibles caminos para caracterizar las percepciones de los docentes de Ciencias



Naturales y Matemáticas, sobre sus propias competencias para la enseñanza de las ciencias.

Marco Teórico para las Competencias Científicas Docentes

Se parte de dos aspectos claves en la enseñanza de las ciencias escolares, el primero asociado al proceso de producción del conocimiento científico; el segundo, se relaciona con las actitudes de los estudiantes y docentes hacia el aprendizaje y enseñanza del conocimiento científico. (Agudelo-Valderrama, 2005; Júnior et. al., 2018)

El proceso de hacer ciencias está orientado por las habilidades generales que necesita un científico para producir conocimientos científicos. Un punto fundamental en estas habilidades es la manera como los científicos cuestionan los fenómenos de la realidad, el cual no necesariamente está separado de las habilidades para realizar y responder preguntas en la vida cotidiana, desde esta perspectiva si los estudiantes no adquieren la capacidad de confrontar la explicación teórica con los fenómenos de la realidad, se hace mas difícil su proceso de aprendizaje de las ciencias (Cuaical & Cuesta, 2018).

De acuerdo a esto último, uno de los aspectos más importantes en la enseñanza de las ciencias se revela en la forma como nuestros estudiantes aprenden, a partir de fenómenos científicos y la búsqueda de preguntas y respuestas, a responder a los problemas de la vida cotidiana desde una perspectiva científica. Esto implica que el enfoque de los procesos científicos como la observación, la medición, la inferencia y la predicción, permite a los estudiantes aprender conceptos científicos mientras hacen ciencia en la escuela (García-Carmona, 2020).

El último aspecto que se considera fundamental en el análisis, se orienta hacia la forma como se asume el conocimiento científico, es decir, las actitudes y disposiciones tanto de quien enseña como de quien aprende, frente al conocimiento científico: curiosidad, imaginación, resolución de problemas, el uso sistemático de los métodos científicos, los valores la ética y los procesos científicos en el aula de clases. (Morais, Neves, Ferreira, & Saraiva, 2018).



Todos estos elementos se pueden ver reflejados en el marco de las competencias científicas propuestas por la comunidad internacional en tres aspectos: en primer lugar, el desarrollo de habilidades tecnológicas y comunicativas que promuevan un aprendizaje más eficiente; el segundo, el aprendizaje en profundidad, el cual le brinda al estudiante la capacidad de aplicar el conocimiento científico a problemas complejos de la vida cotidiana. Por último, la creación de conocimiento, que permite al ciudadano, convertirse en sustento de una sociedad más productiva. (UNESCO, 2011).

Para esta investigación se clasificaron seis categorías de competencias para indagar las percepciones de los docentes sobre los elementos mencionados anteriormente.

Cada una de estas competencias, a su vez, se dividieron en subcategorías, las cuales se presentan en la tabla 1:

Tabla 1 – Tabla de competencias científicas. Adaptado de (UNESCO, 2011)

Categoría	Competencia1. El currículo	Competencia2. Habilidades Generales de Enseñanza
a t e g o r í a H a b i l i d a d e n o	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar y aplicar un currículo científico coherente. C_Curriculo_coher_cienti (CC1) - Desarrollar, aplicar y ampliar el marco de los objetivos, planes, materiales y los recursos para la enseñanza. C_Curriculo_Ampliar_Objeto (CC2) - Planear una enseñanza que promueve el análisis de problemas, pensamiento crítico, creatividad, liderazgo y toma de decisiones, con base en la organización e integración de los contenidos curriculares en relación con la educación científica. C_Curriculo_Integra_Contenido_cienti (CC3) - Orientar los objetivos de la enseñanza para mejorar el aprendizaje y motivación de los estudiantes, con énfasis en las diferencias individuales, la comunidad y los estándares actuales de educación científica. C_Curriculo_Orienta_Objeto_Mejor_aprend (CC4) 	<ul style="list-style-type: none"> - Usar las acciones de enseñanza científica, estrategias y metodología. CHG_Enseñanza_Acciones_Enseñan_cienti (CE1) - Establecer interacciones con los estudiantes incluyendo técnicas de cuestionamiento que promueven el aprendizaje. CHG_Enseñanza_Metacog (CE2) - Organizar el aula de forma efectiva, un laboratorio o una experiencia de campo en diferentes grupos de estudiantes. CHG_Enseñanza_Labora_exper_campo (CE3) - Usar tecnología avanzada para ampliar y mejorar el aprendizaje. CHG_Enseñanza_Uso_tecnolo (CE4) - Utilizar los conceptos previos de los estudiantes y sus intereses para promover nuevos conocimientos. CHG_Enseñanza_Uso_saber_Previo (CE5) - Diseñar investigaciones científicas en el aula de clases. CHG_Enseñanza_Diseño_Investig_cient (CE6) - Operar complejos equipos de laboratorio. CHG_Enseñanza_Manejo_Equip_labor (CE7) - Preparar materiales usados en el laboratorio de ciencias. CHG_Enseñanza_Uso_Material Pract Labor (CE8) - Establecer y reforzar la seguridad del laboratorio; incluyendo almacenamiento y depósitos de desperdicios peligrosos en el laboratorio de ciencias. CHG_Enseñanza_Seguri_Labor (CE9) - Monitorear el aprendizaje de los estudiantes a través de una variedad de estrategias de evaluación, proveyendo retroalimentación a los estudiantes para mejorar su aprendizaje. CHG_Enseñanza_Estrateg_Evaluac (CE10) - Diseñar, conducir y evaluar actividades de laboratorio que apunten al desarrollo de conceptos científicos, usando técnicas y metodologías científicas. CHG_Enseñanza_Diseño_Aplicac_Labor (CE11)



I ó g i c a s y c o m u n i c a t i v a s		
C a t e g o r í a 2 . A p r e n d i z a j e s e n P r o	<p>Competencia 3. Conocimiento y naturaleza del contexto científico</p> <ul style="list-style-type: none">- Conocer los valores, creencias y suposiciones inherentes a la creación de conocimiento científico, dentro de la comunidad científica y comparar las ciencias con otras formas del conocimiento. Contexto_científico_compa_ciencias (CoCi1)- Analizar problemas o retos locales, nacionales, regionales o globales en los cuales el diseño científico puede ser, o ha sido utilizado para diseñar una solución. Contexto_científico_anali_retos (CoCi2).- Evaluar el proceso de diseño científico utilizado para desarrollar e implementar soluciones a problemas o retos en la vida cotidiana. Contexto_científico_eval_retos (CoCi3).- Evaluar consecuencias, restricciones y aplicaciones de las soluciones a los problemas o retos en la vida cotidiana. Contexto_científico_eval_consecu (CoCi4)- Analizar como el avance del conocimiento científico y tecnológico, descubierto y desarrollado por los individuos y las comunidades en todas las culturas del mundo, contribuyen a los cambios en las sociedades. Contexto_científico_anal_avan_cienti (CoCi5)- Analizar los efectos de las actividades humanas sobre la tierra y la capacidad de sostener la diversidad biológica. Contexto_científico_anal_efec_huma (CoCi6)	<p>Competencia 4. Evaluación</p> <ul style="list-style-type: none">- Conocer las distintas dimensiones y estrategias de seguimiento y evaluación del aprendizaje del estudiante. <p>C_Evaluacion_seguimi_Aprend (CEV1)</p> <ul style="list-style-type: none">- Utilizar los resultados de las evaluaciones para guiar el cambio de las estrategias de enseñanza y aprendizaje en el aula de clases. <p>C_Evaluacion_uso_result_Mejor_a_prend (CEV2)</p> <ul style="list-style-type: none">- Monitorear y evaluar el aprendizaje de los estudiantes a través de una variedad de medios, proveyendo retroalimentación a estos, con el objeto de ajustar las estrategias didácticas en el aula de clase. <p>C_Evaluacion_Retroal_ajustar_Estrateg (CEV3)</p>



<p>f u n d i d a d</p>		
<p>C a t e g o r í a 3 . T r a n s f e r e n c i a y c r e a c i ó n d e n u e v o c</p>	<p>Competencia 5. Investigativa</p> <ul style="list-style-type: none"> - Planear y conducir una investigación científica. C_Investigativa_Plane_invest (CI1) - Sintetizar una explicación científica utilizando evidencias, datos y lógica inferencial. C_Investigativa_Sintet_invest (CI2) - Aplicar el conocimiento de como reportar investigaciones científicas complejas y explicaciones de objetos, eventos, sistemas y procesos y como evaluar los resultados de investigaciones científicas. C_Investigativa_report_invest (CI3) - Analizar que tan importante es la curiosidad, la honestidad, la cooperación, la apertura y el escepticismo para las explicaciones científicas y la investigación. C_Investigativa_Fundam_Trabaj_cienti (CI4) - Analizar las limitaciones de las teorías científicas usando la lógica, la historia, la evidencia actual y la capacidad de ser investigada y modificada dicha teoría. C_Investigativa_Limitacion_Teoria_Cienti (CI5) - Evaluar la inconsistencia o resultados inesperados de investigaciones científicas usando explicaciones científicas. C_Investigativa_Resulta_Inespera (CI6) - Analizar la investigación científica, su validez, confiabilidad y sus resultados. C_Investigativa_Anali_validez_confiab_result (CI7) - Entender como evoluciona el conocimiento científico. C_Investigativa_Evoluc_conocim (CI8) 	<p>Competencia 6. Práctica profesional</p> <ul style="list-style-type: none"> - Actualizar constantemente su conocimiento disciplinar como base para la practica profesional de la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. CP_Profesional_Actualiz_conoci (CP1) - Conocer los estándares de conducta ética de la enseñanza de las ciencias, consistentes con los intereses de los estudiantes y la comunidad educativa. CP_Profesional_Conoci_Estand_Conduct_etica_ciencia (CP2) - Participar en las actividades de su comunidad profesional, que incluyen a otros docentes y organizaciones científicas para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. CP_Profesional_Partici_comuni_profesi_area (CP3) - Reflexionar constantemente sobre su práctica profesional y realizar esfuerzos continuos para asegurar la mayor calidad de la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. CP_Profesional_Reflex_Pract_Profe (CP4) - Comunicar efectivamente a los padres, a la industria y comercio y otras agencias, y a la comunidad en general como pueden apoyar el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas en todos los estudiantes. CP_Profesional_Comunic_Socied_apoy_Aprend (CP5)



o n o c i m i e n t o		
---	--	--

Con base en este marco, se construyó el test para indagar sobre las percepciones de los docentes en la ciudad de Manizales, sobre las competencias científicas; el test se diseñó en escala Likert.

METODOLOGÍA

En este trabajo de corte descriptivo basada en a metodología de (Hernández et. al, 2010), se genera un modelo para determinar la autopercepción que tienen los docentes de Ciencias Naturales y Matemáticas sobre las competencias para enseñar las Ciencias en el aula de clases. Se implementó un instrumento en escala Likert (Sierra, 2001, p.370) con 7 posibilidades de respuesta con una población de 274 docentes de colegios públicos de la Ciudad de Manizales, validada en consistencia interna por medio del coeficiente de alfa Cronbach (Cortina,1993). A los resultados de la encuesta se le aplicó un análisis factorial exploratorio y confirmatorio dado que, es una de las técnicas más usualmente aplicadas para explicar el conjunto de factores comunes que caracterizan las respuestas a los ítems del test (Lloret et al, 2014).

Participantes en el estudio

En esta investigación se aplicó el instrumento a los 350 docentes de Ciencias Naturales y Matemáticas de los 52 colegios públicos. Posteriormente se le realizó la respectiva limpieza a la base de datos, la cual, disminuyó hasta 274⁶ docentes realizándose el análisis con esta muestra. Las edades de los docentes encuestados estaban comprendidas entre 26 y 70 años; 175 de género femenino y 99 de género masculino. Por otro lado, se

⁶ De los 350, algunos docentes no respondieron la mayoría de los ítems, por lo cual, fueron excluidos de la base de datos final hasta quedar con 274 docentes que completaron el test en su totalidad.

puede observar en la Figura 1 que la mayor cantidad de docentes se encuentran con estudios de licenciatura con especialización (29.6%) y licenciatura con maestría (25.5%).

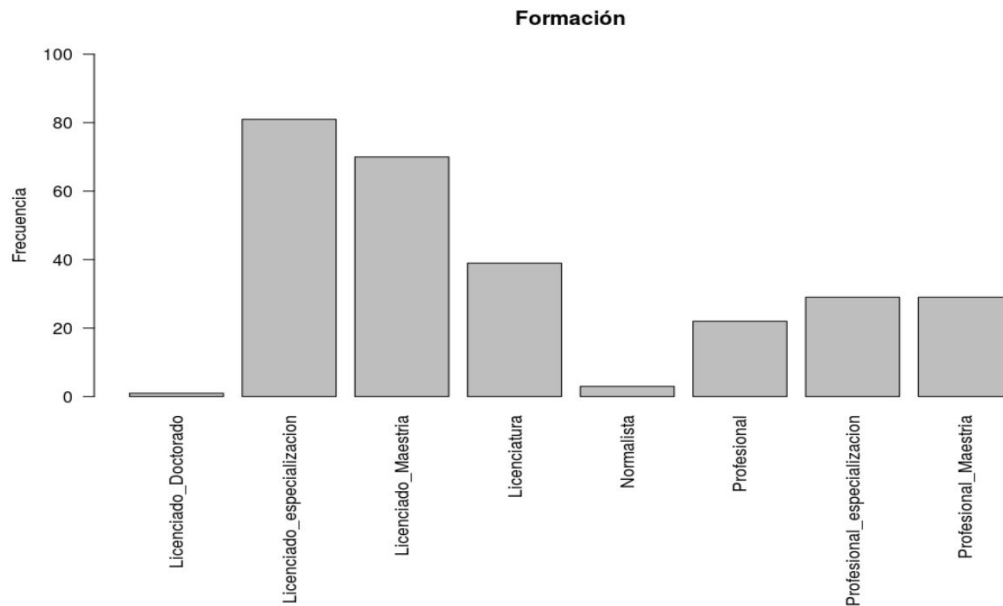


Figura 1 - Formación profesional de los docentes encuestados.

El proceso de recolección de información se realizó en los siguientes momentos o fases:

- Fase 1. **Diseño de instrumento:** Se desarrolló a partir de las competencias propuestas por la UNESCO (2011) para competencias científicas en el aula de clases. Tabla 1.
- Fase 2. **Fiabilidad de la escala:** Evaluada por medio del estadístico alpha de Cronbach, para estimar la confiabilidad del instrumento usando el software libre R⁷.
- Fase 3. **Estudio de condiciones previas:** Realizado para determinar si es apropiado utilizar el análisis factorial por medio de: la Realización de la matriz de correlaciones (Choi, Peters, y Mueller, 2010), prueba de esfericidad de Bartlett (López & Gutiérrez, 2018) y la prueba de adecuación de Kaiser Meyer Olkin (KMO) Kaiser (1970).
- Fase 4. **Análisis factorial Exploratorio:** Una vez que se ha determinado que el análisis factorial es una técnica apropiada para analizar los datos, se procede a encontrar el número de factores.

⁷ Todas las pruebas además del alpha de Cronbach se realizaron con el Software libre R.

- Fase 5. **Análisis factorial confirmatorio:** (Validez del modelo): Para esta fase en primera instancia, se toman las salidas realizadas en el análisis factorial exploratorio (factor 1, factor 2 y factor 3), dado que, se desea probar que estas variables previamente definidas pueden ser ajustadas a un modelo unidimensional, es decir, el objetivo del análisis confirmatorio es verificar si las variables están siendo explicadas por los factores definidos.
- Fase 6. **Análisis de resultados:** En esta fase se va realizar una especificación del modelo mediante la verificación del p-valor y un resumen del análisis gráfico.

La metodología se resume en el diagrama de la Figura 2.

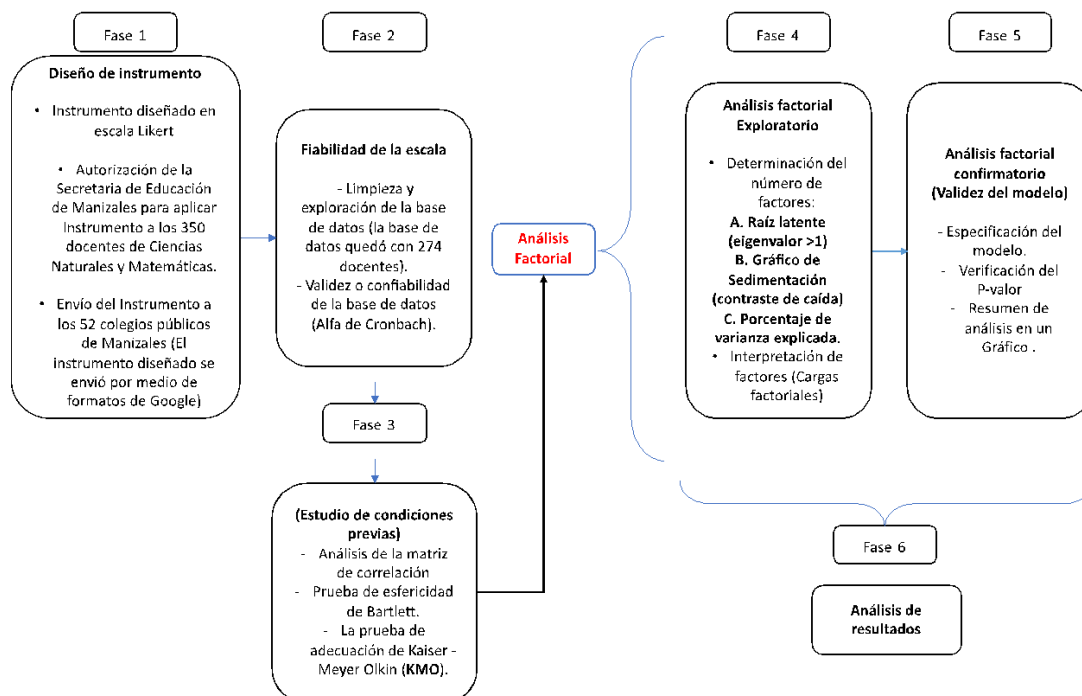


Figura 2 - Diseño Metodológico

RESULTADOS

Los resultados que se presentan a continuación surgieron a partir del análisis del instrumento aplicado a los docentes de Ciencias Naturales y Matemáticas de los colegios públicos de la Ciudad de Manizales. El análisis de confiabilidad y los análisis factoriales exploratorios y confirmatorios se llevaron a cabo usando del software R con el fin de realizar los métodos de estimación.

Confiabilidad del Instrumento (Alfa de Cronbach).



Inicialmente, se realizó la limpieza y el análisis exploratorio de la base de datos; a partir de ésta, se corrigen datos erróneos, se transforman los datos y se detectan datos faltantes y anómalos. Posteriormente se realiza un análisis de los mismos usando diferentes estadísticos y gráficos que permitan caracterizar las variables y determinar si posiblemente existen relaciones entre ellas.

A continuación, se utilizó el estadístico alpha de Cronbach (1951), para estimar la confiabilidad del instrumento por medio del software libre R. Para interpretar el valor de α se asume que: Valores próximos a 1 indican mayor consistencia interna, valores de $\alpha \geq 0.7$ son aceptables, valores $> 0,8$ son buenos, y valores $> 0,9$ son excelentes. Valores $< 0,5$ indica que una escala no tiene buena confiabilidad.

En consideración a lo anterior, los resultados del alpha de Cronbach arrojados por el software R son de $\alpha = 0.99$ la cual indica que es una excelente consistencia interna para la escala.

Análisis del estudio de condiciones previas

Antes de empezar con el Análisis Factorial (AF), se debe realizar un estudio de condiciones previas que permitan comprobar si los datos poseen las características adecuadas para llevar a cabo el análisis. Una de las condiciones es el cálculo de la matriz de correlación dado que, permite estimar el grado de variación entre las variables que componen el instrumento, es decir, que las variables tengan alta correlación o dependencia lineal. Por tanto, el criterio usado es que, para valores cercanos a -1 o 1 se hablará de variables más fuertemente correlacionadas y para valores cercanos a 0 más débil será la correlación. Por lo tanto, para el estudio realizado, si no existe un número sustancial de correlaciones mayores a 0,3 entonces el análisis factorial no es el apropiado.

Para este análisis, se usó la función `cor()` pues, permite calcular el coeficiente de correlación de Pearson. En consecuencia, al analizar la Figura 3 se observan valores altos en las correlaciones puesto que, entre más intensidad del color, ya sea azul o rojo mayor es la correlación, lo cual indica que los datos son aptos para realizar el análisis factorial porque, en efecto el valor de las correlaciones se encuentra por encima de 0,3.

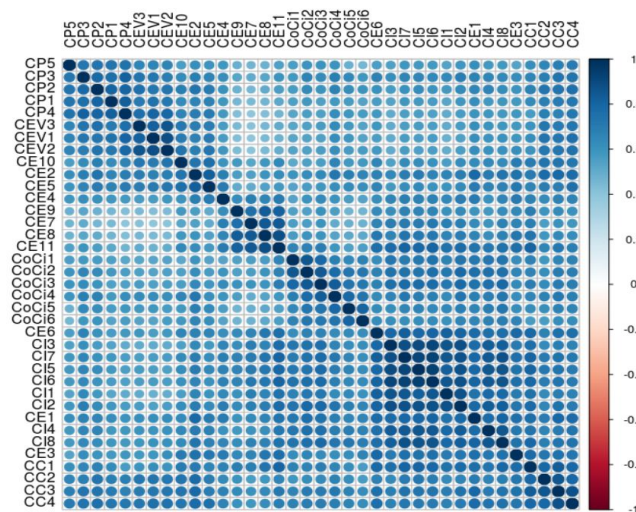


Figura 3 - Matriz de coeficientes de correlación

Otra de las condiciones para realizar AF es la aplicación de 2 medidas de adecuación para verificar la conveniencia del análisis: la prueba esfericidad de Bartlett y la prueba adecuación Kaiser-Meyer-Olkin (KMO).

La Prueba de esfericidad de Bartlett permite rechazar la hipótesis nula (valores pequeños de significancia) y confirmar si las variables de la muestra están correlacionadas y de esta manera poder realizar el análisis factorial. Después de hacer la prueba en R se observó un $p - value = 2,2e - 16$, menor al de nivel de significancia 0,05 rechazándose la hipótesis nula de que las variables no están correlacionadas.

Finalmente, se realiza la prueba de adecuación de Kaiser Meyer Olkin (KMO), este test permite comprobar el grado en que cada una de las variables puede ser explicada a partir de las demás: Para interpretar el valor del índice KMO se asume como regla empírica que: si $KMO \geq 0,75$ la idea de realizar un análisis factorial es buena, si KMO se encuentra entre 0,5 y 0,75 la idea es aceptable y si $KMO < 0,5$ es inadmisibles realizar el análisis. Para el presente estudio, el valor de KMO encontrado es de 0,97 lo que evidencia que todas las variables tienen un valor mayor a 0,7. Lo anterior indica que el ajuste del modelo es adecuado en ambos casos y se tiene vía libre para realizar el análisis factorial. Los resultados de las dos pruebas pueden consultarse en la. Tabla 2

Tabla 2 - Pruebas KMO y de esfericidad de Bartlett

KMO y Bartlett	
Kaiser- Meyer - Olkin	0.97



Prueba de esfericidad de Bartlett	K-squared	487.51
	df	df = 36
	p-value	2.2e-16

Los dos test indican en términos generales que la correlación entre las variables es fuerte, lo cual permite iniciar el análisis factorial a la base de datos.

Análisis Factorial exploratorio

El análisis factorial exploratorio se realiza para determinar el número de factores. Para el análisis se usaron tres criterios, el primer criterio es el de la raíz latente donde se eligen los factores con eigenvalores > 1 , el segundo criterio es el del gráfico de sedimentación y el tercer criterio es el del porcentaje de varianza explicada obteniendo los siguientes resultados:

Con respecto al primer criterio, se realiza la matriz y se observa en la salida mostrada a continuación, que son tres los eigenvalores con valor mayor a 1, de 24,9; 2,8 y 1,4 comprobando efectivamente que 3 es el número de factores adecuado.

El segundo criterio es el del gráfico de sedimentación el cual consiste en determinar un punto de la gráfica después del que se genere un cambio pronunciado en la pendiente.

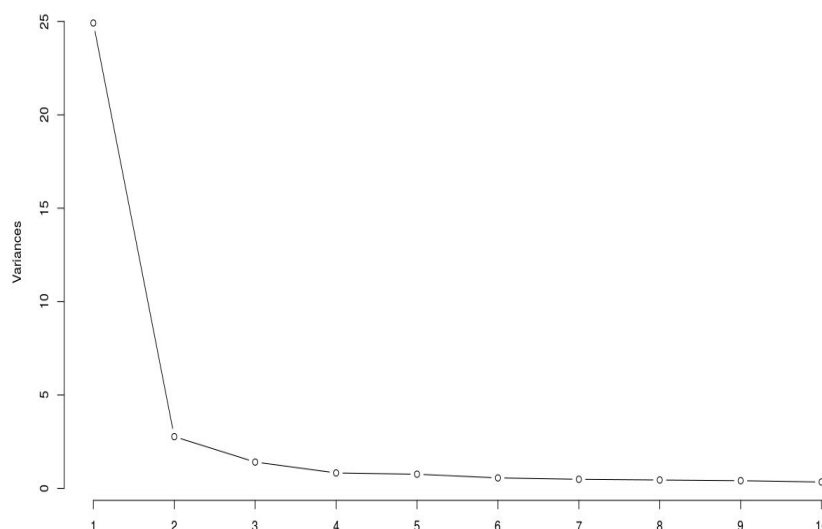


Figura 4 - Gráfico de sedimentación



Con este criterio se deben escoger tres factores, dado que, explican una mayor cantidad de varianza, además, como se observa en la Figura 4, es después del tercer factor donde la varianza se estabiliza.

El tercer criterio es el del porcentaje de varianza explicada, en este criterio, se busca asegurar que el número de factores extraídos alcance a explicar un porcentaje determinado de la varianza total de los datos. De acuerdo a (Hair et al.,1999), sugieren que debe existir una extracción de factores hasta lograr 60% de la varianza total.

Como se puede apreciar a continuación, el porcentaje de varianza explicado es del 76.4% para los tres factores, lo cual es un valor aceptable que permite explicar buena parte de las variables, aunque se pierda algo de información (23,6%), se gana interpretación. A continuación, se muestra el resultado que se obtuvo en R del porcentaje de varianza explicado para los tres factores.

```
Factor1 Factor2 Factor3
SS loadings 11.256 10.869 6.155
Proportion Var 0.304 0.294 0.166
Cumulative Var 0.304 0.598 0.764 Porcentaje de varianza explicado
```

Interpretación de factores (Cargas factoriales⁸)

En esta fase se identifican las variables con mayor carga factorial para identificar cuales variables son las que tienen más representación en el factor 1, después de identificar el grupo de variables, se deduce qué tipo de constructo teórico está representado por dicho factor y seguidamente se asigna un nombre al factor 1 resultante y de esta manera, darle significado. Para los factores 2 y 3 se realiza el mismo procedimiento. En la Tabla 3 se presentan los valores de las cargas de cada factor:

Tabla 3 – Cargas factoriales

Cargas	Factor 1	Factor 2	Factor 3
(CoCi1)	0.381	0.654	0.269
(CoCi2)	0.420	0.685	0.255
(CoCi3)	0.407	0.692	0.286
(CI1)	0.293	0.752	0.390
(CI2)	0.363	0.766	0.383

⁸ Las cargas factoriales indican la correlación entre cada variable y el factor correspondiente. (Zamora Muñoz, Monroy Cazorla, & Chavez Alvarez, 2010)



(CI3)	0.263	0.820	0.379
(CI4)	0.424	0.748	0.282
(CI5)	0.340	0.776	0.417
(CI6)	0.316	0.796	0.425
(CI7)	0.340	0.767	0.438
(CI8)	0.414	0.730	0.359
(CE7)	0.196	0.420	0.755
(CE8)	0.250	0.373	0.820
(CE9)	0.272	0.329	0.754
(CE11)	0.281	0.494	0.767
(CC4)	0.696	0.429	0.371
(CEV1)	0.843	0.258	0.154
(CEV2)	0.847	0.244	0.175
(CEV3)	0.820	0.255	0.186
(CP1)	0.765	0.287	0.205
(CP2)	0.774	0.337	0.215
(CP3)	0.705	0.411	0.237
(CP4)	0.837	0.269	0.131
(CP5)	0.669	0.321	0.240

Seguidamente, se muestran los resultados de los valores de las cargas de cada factor (Tabla 4, Tabla 5, Tabla 6). Variables latentes subyacentes se comprobarán mediante el análisis factorial confirmatorio.

Tabla 4 - Factor 1. Evaluación y aprendizaje (F1)

Cargas	Factor 1 (F1)
Orientar los objetivos de la enseñanza para mejorar el aprendizaje y motivación de los estudiantes, con énfasis en las diferencias individuales, la comunidad y los estándares actuales de la educación científica. C_Curriculo_Orienta_Objeto_ensen_Mejor_aprend (CC4)	0.696
Conocer las distintas dimensiones y estrategias de seguimiento y evaluación del aprendizaje del estudiante. C_Evaluacion_seguimi_Aprend (CEV1)	0.843
Utilizar los resultados de las evaluaciones para guiar el cambio de las estrategias de enseñanza y aprendizaje en el aula de clases C_Evaluacion_uso_result_Mejor_aprend (CEV2)	0.847
Monitorear y evaluar el aprendizaje de los estudiantes a través de una variedad de medios, proveyendo retroalimentación a estos, con el objeto de ajustar las estrategias didácticas en el aula de clases. C_Evaluacion_Retroal_ajustar_Estrateg (CEV3)	0.820



Actualizar constantemente su conocimiento disciplinar como base para la practica profesional de la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. CP_Profesional_Actualiz_conoci (CP1)	0.765
Conocer los estándares de conducta ética de la enseñanza de las ciencias, consistentes con los intereses de los estudiantes y la comunidad educativa. CP_Profesional_Conoci_Estand_Conduct_etica_ciencia (CP2)	0.774
Participar en las actividades de su comunidad profesional, que incluyen a otros docentes y organizaciones científicas para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. CP_Profesional_Partici_comuni_profesi_area (CP3)	0.705
Reflexionar constantemente sobre su práctica profesional y realizar esfuerzos continuos para asegurar la mayor calidad de la enseñanza de las ciencias y las matemáticas. CP_Profesional_Reflex_Pract_Profe (CP4)	0.837
Comunicar efectivamente a los padres, a la industria y comercio y otras agencias, y a la comunidad en general como pueden apoyar el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas en todos los estudiantes. CP_Profesional_Comunic_Socied_apoy_Aprend (CP5)	0.669

Tabla 5 – Factor 2. Conocimiento Científico e Investigativo. (F2)

Cargas	Factor 2 (F2)
Conocer los valores, creencias y suposiciones inherentes a la creación de conocimiento científico, dentro de la comunidad científica y comparar las ciencias con otras formas del conocimiento. Contexto_cientifico_compa_ciencias (CoCi1)	0.654
Analizar problemas o retos locales, nacionales, regionales o globales en los cuales el diseño científico puede ser, o ha sido utilizado para diseñar una solución. Contexto_cientifico_anali_retos (CoCi2)	0.685
Evaluar el proceso de diseño científico utilizado para desarrollar e implementar soluciones a problemas o retos en la vida cotidiana. Contexto_cientifico_eval_retos (CoCi3)	0.692
Planear y conducir una investigación científica. C_Investigativa_Plane_invest (CI1)	0.752
Sintetizar una explicación científica utilizando evidencias, datos y lógica inferencial. C_Investigativa_Sintet_invest (CI2)	0.766
Aplicar el conocimiento de como reportar investigaciones científicas complejas y explicaciones de objetos, eventos, sistemas y procesos y como evaluar los resultados de investigaciones científicas. C_Investigativa_report_invest (CI3)	0.820
Analizar que tan importante es la curiosidad, la honestidad, la cooperación, la apertura y el escepticismo para las explicaciones científicas y la investigación. C_Investigativa_Fundam_Trabaj_cienti (CI4)	0.748
Analizar las limitaciones de las teorías científicas usando la lógica, la historia, la evidencia actual y la capacidad de ser investigada y modificada dicha teoría. C_Investigativa_Limitacion_Teoria_Cienti (CI5)	0.776
Evaluar la inconsistencia o resultados inesperados de investigaciones científicas usando explicaciones científicas. C_Investigativa_Resulta_Inespera (CI6)	0.796
Analizar la investigación científica, su validez, confiabilidad y sus resultados. C_Investigativa_Anali_validez_confiab_result (CI7)	0.767



Entender como evoluciona el conocimiento científico. C_Investigativa_Evoluc_conocim (CI8)	0.730
---	--------------

Tabla 6 – Factor 3. Prácticas experimentales (F3)

Cargas	Factor 3 (F3)
Operar complejos equipos de laboratorio. CHG_Ensenanza_Manejo_Equip_labor (CE7)	0.755
Preparar materiales usados en el laboratorio de ciencias. CHG_Ensenanza_Uso_Material_Pract_Labor (CE8)	0.820
Establecer y reforzar la seguridad del laboratorio; incluyendo almacenamiento y depósitos de desperdicios peligrosos en el laboratorio de ciencias. CHG_Ensenanza_Seguri_Labor (CE9)	0.754
Diseñar, conducir y evaluar actividades de laboratorio que apunten al desarrollo de conceptos científicos, usando técnicas y metodologías científicas. CHG_Ensenanza_Disenio_Aplicac_Labor (CE11)	0.767

Varias cargas no fueron tomadas en los factores debido a que no arrojan información para el modelo o no aportan al factor.

Como se puede observar en la Figura 5, se tienen tres factores que reportan el 76% de la varianza explicada. Se observa en los constructos que existe una correlación media (0.61) entre el factor 3 (F3) y el factor 1 (F1). También se observa una correlación media de 0,73 entre el factor 1 (F1) y el factor (F2), además, una correlación media de 0,83 entre el factor 2 (F2) y el factor (F3). Todas las variables latentes están siendo explicadas por las variables observadas.

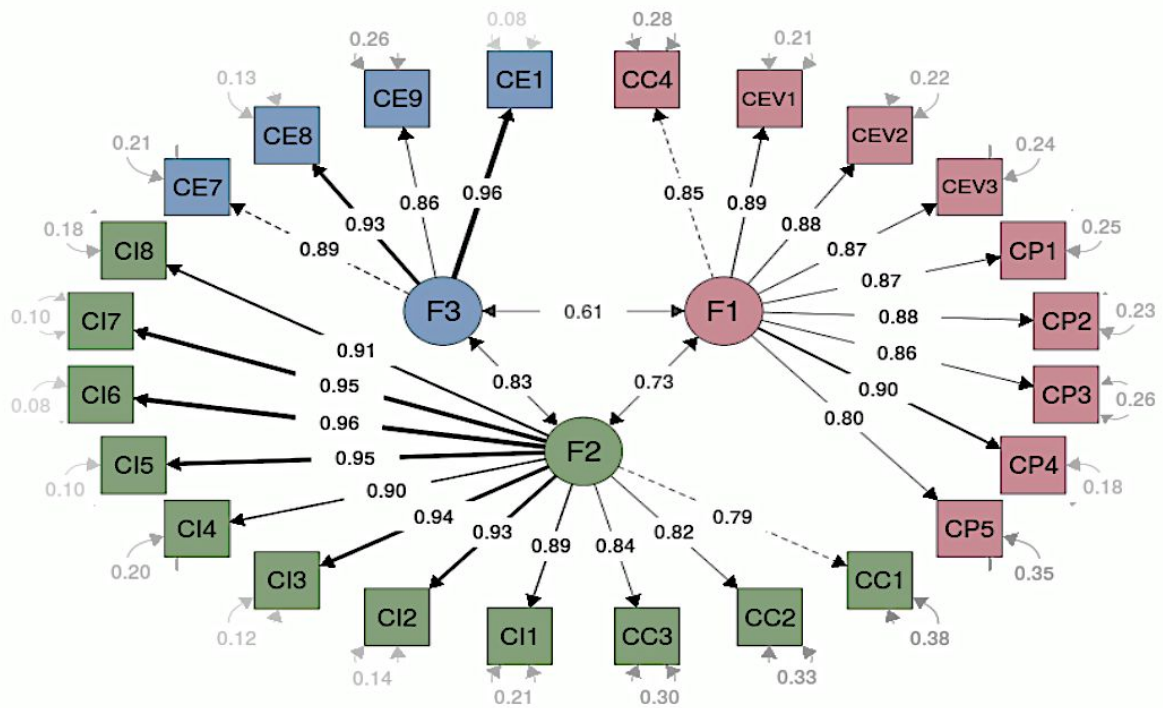


Figura 5 - Diagrama de cargas factoriales. Los nodos en forma de círculo representan los factores o variables latentes; los nodos en forma rectangular representan variables estudiadas o preguntas realizadas en la encuesta; las flechas unidireccionales indican cargas factoriales; y las flechas de dos direcciones indican covarianza entre nodos o error de varianza entre el mismo nodo.

Entre más alto sea el nivel de significación (λ) es mayor la influencia que tiene esas variables dentro del factor que se está observando; de acuerdo a la Figura 5, las flechas más gruesas corresponden a λ más altos.

Bondad del ajuste.

De acuerdo a los criterios de (Gaskin, 2016) para determinar la bondad de ajuste del modelo se consideran algunos estadísticos de ajuste como: Comparative Fit Index (CFI): este estadístico debe estar alrededor de 0,95 indicando que el modelo se ajusta muy bien a los datos y el estadístico RMSEA que hace referencia a la cantidad de varianza no explicada por el modelo: Se considera que $RMSEA \leq 0,05$ indica un buen ajuste a los datos. En la tabla 7 se sintetizan los estadísticos de ajuste mencionados anteriormente.

Tabla 7 - Algunos índices de ajuste

Comparative Fit Index (CFI)	0,919 (bueno)
P-value RMSEA (error de aproximación)	0.104 (Moderado)
P-value del modelo	0,000 (estadísticamente significativo)



Con respecto a los resultados arrojados por el modelo, lo que se puede decir es que, para todas las variables el p-valor es aproximadamente cero, lo que significa es que: asumiendo un nivel de significancia del 5% o una confianza del 95 %, cada una de estas variables su hipótesis nula cae en la región de rechazo, es decir, que las variables poseen significancia con el factor, en otras palabras, las variables pueden ser explicadas con los factores.

A partir de los tres factores que explican las variables, se construyó Tabla 8, por medio de la cual se puede clasificar las variables alrededor de los tres factores; al tomar los promedios de las respuestas del test de cada una de estas agrupaciones se puede identificar en tres niveles bajo medio y alto el desarrollo de las competencias en los docentes. Bajo (1-4), medio (5-6), alto (7).

Tabla 8 – Promedio de las variables de los Factores

Variabes del factor	Promedio de los factores encontrados	Variabes del factor Científico e Investigativo (F2)	Promedio de los factores encontrados	Variabes del factor Prácticas experimentales (F3)	Promedio de los factores encontrados
CC4	5,21	CoCi1	5,11	CE7	3,77
CEV1	5,68	CoCi2	5,21	CE8	4,32
CEV2	5,86	CoCi3	5,22	CE9	4,07
CEV3	5,79	CI1	4,74	CE11	5,55
CP1	5,92	CI2	4,85	$\bar{X} = 4,4$	
CP2	5,84	CI3	4,48		
CP3	5,78	CI4	5,18		
CP4	6,08	CI5	4,67		
CP5	5,56	CI6	4,52		
$\bar{X} = 5,75$		CI7	4,68		
		CI8	5,13		
		$\bar{X} = 4,89$			

CONCLUSIONES

Se obtuvieron 3 factores que explican la percepción sobre el desarrollo de las competencias científicas que tienen los docentes de la ciudad de Manizales, estos tres factores se agrupan en tres categorías que son: Evaluación y aprendizaje, Científico e



Investigativo y Prácticas experimentales. De acuerdo a los niveles establecidos en el instrumento (escala Likert 1 a 7) en las variables relacionadas con la categorías Prácticas experimentales (F3) y , Conocimiento Científico e Investigativo (F2), obtiene una calificación promedio de 4,4 y 4,89 respectivamente, lo que indica que los docentes perciben que tienen un nivel bajo en torno a la capacidad de responder en el desarrollo de la enseñanza de las ciencias naturales y las matemáticas al realizar prácticas experimentales en el aula de clases y los procesos de producción del conocimiento científico.

Por el contrario, para la Evaluación y aprendizaje manifiestan que tiene un nivel bueno, con un promedio aproximado entre 5,75, es decir, los resultados lo que muestran es que, los docentes de Manizales las dificultades se presentan en el trabajo de laboratorio y la fortaleza está en la Evaluación y aprendizaje.

Finalmente, de acuerdo a la baja percepción (4,4 en promedio) de los docentes sobre sus competencias científicas agrupadas en el factor 3, se hace necesario orientar la formación de los docentes de ciencias y matemáticas hacia el desarrollo de competencias relacionadas con la práctica experimental en el aula de clases, a involucrarse con la comunidad internacional nacional y local en la solución de problemas del orden cotidiano en la vida de las personas, de tal manera que la enseñanza de las ciencias, no sea solo el reflejo del proceso de abstracción teórica en los textos escolares, sino que enfrente al estudiante a los procesos de pensamiento científico mientras que analiza problemas reales de su propio entorno.

Se logró diseñar un test confiable (alpha de Cronbach 0.99) para identificar la percepción de los docentes sobre el desarrollo de sus propias competencias científicas.

AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Universitaria los Libertadores en especial al grupo de docentes de la Especialización en Estadística Aplicada por permitirme implementar esta propuesta.

A la unidad de calidad de la secretaria de educación de Manizales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agudelo-Valderrama, C. (2005). Explicaciones De Ciertas Actitudes Hacia El Cambio:



- Las Concepciones De Profesores Y Profesoras De Matemáticas Colombianos (as) Sobre Los Factores Determinantes De Su Práctica De Enseñanza Del Álgebra Escolar. *Revista EMA*, 10(2 y 3), 375–412. Retrieved from <http://www.editorialmanager.com/jmte/>
- Carrascosa-Alís, J., Martínez, S., Alonso, M. (2020). Competencia Científica y Resolución de Problemas de Física. *Revista Científica*, 38(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/23448350.16211>
- Choi, J., Peters, M., & Mueller, R. O. (2010). Correlational analysis of ordinal data: from Pearson's r to Bayesian polychoric correlation. *Asia Pacific education review*, 11(4), 459-466.
- Colombia. Ministerio de Educación Nacional. (2016). Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA).
- Coronado Borja, M. E., & Vargas Arteta, J. (2015). Competencias científicas que propician docentes de Ciencias naturales. *Rcientificas.Uninorte.Edu.Co*. <https://doi.org/10.14482/zp.22.5832>
- Cortina, J. M. (1993). What is coefficient alpha? An examination of theory and applications. *Journal of applied psychology*, 78(1), 98.
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *psychometrika*, 16(3), 297-334.
- Cuaical, D. L., & Cuesta, D. M. (2018). Influencia de los escenarios pedagógicos: aula de clases y laboratorio en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales. *Revista Historia de La Educación Colombiana*, 20(20). <https://doi.org/10.22267/rhec.172020.3>
- en Ciencias, E. B. D. C. Naturales y Ciencias Sociales.(2004). Formar en Ciencias:¡ El desafío.
- García-Carmona, A. (2020). From Inquiry-Based Science Education to the Approach Based on Scientific Practices: A Critical Analysis and Suggestions for Science Teaching. *Science and Education*, 29(2). <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00108-8>.
- Gaskin, J. (2016). Exploratory factor analysis. Recuperado de: <http://statwiki.kolobkreations.com/index>.



- Hair, J. F., Anderson, R. E., Tatham, R. L., & Black, W. C. (1999). *Análisis multivariante* (Vol. 491). Madrid: Prentice Hall.
- Hernández, C. (2005). ¿Qué son las competencias científicas. *Foro Educativo Nacional*, 1-30.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández, C., & Batista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. 5ta. Edición. México: Editorial Mc Graw Hill. Hernández, C.
- Kaiser, H. F. (1970). A second generation little jiffy. *Psychometrika*, 35(4), 401-415
- Lloret-Segura, S., Ferreres-Traver, A., Hernández-Baeza, A., & Tomás-Marco, I. (2014). El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y actualizada. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 30(3), 1151-1169.
- MEN. (1998). *Lineamientos curriculares en Matemáticas*. Bogotá, Colombia: Ministerio de Educación Nacional.
- (Mercedes López & Lourdes Gutiérrez, *Cómo realizar e interpretar un análisis factorial exploratorio utilizando SPSS*, 2018).
- Morais, A. M., Neves, I. P., Ferreira, S., & Saraiva, L. (2018). The nature of science in science education: Theories and practices. *Praxis Educativa*, Vol. 13.
<https://doi.org/10.5212/PraxEduc.v.13i1.0001>
- National Academies of Sciences, E. and M. (2015). *Science Teachers Learning: Enhancing Opportunities, Creating Supportive Contexts*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Sierra Bravo, R. (2001). *Técnicas de investigación social* (Decimocuarta ed.). Madrid, España: Paraninfo.
- UNESCO, I. C. T. (2011). *Competency Framework for Teachers*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.
- Zamora, M. S., Monroy, C. L., & Chávez, A. C. (2010). *Análisis factorial: una técnica para evaluar la dimensionalidad de las pruebas Cuaderno técnico 6*.