

ACUERDO NO. 1998 CON FECHA DEL 07 DE JUNIO DE 2016 DEL INSTITUTO DE EDUCACIÓN DEL
ESTADO DE AGUASCALIENTES

COMPRENSIÓN DE MEDIDAS DE TENDENCIA CENTRAL AL MEDIR
VARIABLES METEOROLÓGICAS EN UN PROGRAMA DE FORMACIÓN
CONTINUA DE PROFESORES

Tesis para optar al título de doctora en educación a:

Johanna Carolina Vélez Espinosa

Asesor:

Dr. John Henry Durango Urrego

2022

Agradecimientos

A Dios, por su compañía, por brindarme fortaleza y entendimiento.

Al Doctor John Henry Durango Urrego, por apoyarme incansablemente y aceptar conmigo este reto académico. Agradezco su apoyo, compañía, capacidad para orientarme y despertar en mí un verdadero espíritu investigativo. Para mí es un orgullo ser discípula de un académico intachable y de un ser humano maravilloso.

A mis hermanas, por motivarme, apoyarme y aconsejarme. Ellas son un verdadero ejemplo de que Dios habita en quienes nos aman.

A mi esposo Dubán, por acompañarme y motivarme. Su compañía me alienta a emprender nuevos retos y a crecer cada día.

A mis compañeros del microcentro de la Institución Educativa Rural Valentina Figueroa Rueda, por participar del programa de formación continua con disposición. Acompañaron este proceso con amor, deseo de aprendizaje y entusiasmo.

Dedicatoria

A mi madre, por ser el ángel que me guía en cada paso que doy.

A mi hijo Pablo, por ser fuerza motivadora.

A Elena, porque apenas viene en camino y ya me llena el corazón de alegría y esperanza.

A mi esposo Dubán, por ser un compañero incomparable.

Tabla de Contenido

Agradecimientos.....	1
Dedicatoria.....	2
Lista de tablas.....	6
Lista de figuras.....	7
Resumen.....	9
Abstract.....	10
Introducción	11
1. Capítulo I: Planteamiento del problema.....	15
1.1. Formulación.....	15
1.1.1. Definición del problema.....	17
1.2. Pregunta investigativa.....	21
1.3. Justificación.....	21
1.3.1. Conveniencia.....	21
1.3.2. Relevancia social.....	22
1.3.3. Implicaciones prácticas.....	22
1.3.4. Utilidad metodológica.....	22
1.4. Supuesto teórico.....	23
2. Capítulo II: Marco Teórico.....	24
2.1. EpC como modelo pedagógico.....	24
2.2. ¿Cómo se construye epistemológicamente la EpC?.....	28
2.3. Escuela Nueva y Ruralidad.....	39
2.4. Medición de variables meteorológicas.....	43
2.5. Medidas de tendencia central.....	45
2.6. Programa de formación continua basado en EpC.....	46
2.6.1. Hilo conductor.....	47
2.6.2. Tópicos generativos.....	47
2.6.3. Metas de comprensión.....	48
2.6.4. Desempeños de comprensión.....	48

2.6.5.	Valoración continua.....	49
2.7.	Estado del arte.....	49
2.7.1.	Estrategias para el aprendizaje de la estadística.....	51
2.7.2.	Libros de texto para la enseñanza de la estadística en primaria.....	60
2.7.3.	Formación continua de profesores de primaria y enseñanza de la estadística.....	65
3.	Capítulo III: Método	74
3.1.	Objetivos investigativos.....	74
3.1.1.	General.....	74
3.1.2.	Específicos.....	74
3.2.	Contexto.....	75
3.2.1.	Selección de la muestra y participantes.....	75
3.2.2.	Escenario.....	76
3.3.	Diseño metodológico	77
3.3.1.	Investigación-acción.....	77
3.3.3.	Técnicas para recolectar información.....	79
3.3.3.1.	Reuniones grupales.....	80
3.3.3.2.	Observación constante.....	80
3.4.	Consideraciones éticas.....	83
4.	Capítulo IV: Resultados	85
4.1.	Fase 1 de la investigación-acción	85
4.2.	Fase 2 de la investigación-acción	88
4.2.1.	Sobre la consecución del objetivo específico	88
4.2.1.1.	Comprensión de los profesores al construir tablas y gráficas.....	95
4.2.1.2.	Comprensión de las medidas de tendencia central a partir de los datos recolectados mediante instrumentos y tablas.....	112
4.2.2.	Sobre la consecución del objetivo específico 2: niveles de comprensión de los profesores sobre las medidas de tendencia central.....	124
4.2.2.1.	Tarea 1. Construcción de instrumentos.....	124
4.2.2.2.	Tareas 2 y 3: Recolectar información, organizar y graficar datos.....	126
4.2.2.3.	Tareas 4 y 5: Calcular las medidas de tendencia central e identificar tendencias en	

los datos para hacer predicciones.....	130
4.3. Fase 3 de la investigación-acción.....	135
5. Capítulo V: discusión y conclusiones	139
5.1. Futuras investigaciones	148
Referencias.....	150
Anexos	156
Anexo 1.....	156
Anexo 2.....	157
Anexo 3.....	158
Anexo 4.....	172
Anexo 5.....	173
Anexo 6.....	176
Anexo 7.....	179
Anexo 8.....	179
Anexo 9.....	181

Lista de tablas

Tabla 1. Encabezado matriz usada para registro de investigaciones consultadas.....	50
Tabla 2. Características sociodemográficas de los participantes.....	76
Tabla 3. Interpretación 1 de la Transcripción Reunión grupal 1: Tarea 1	90
Tabla 4. Interpretación 2 de la Reunión grupal 1: Tarea 1	93
Tabla 5. Interpretación 3 de la Reunión grupal 1: Tarea 1	95
Tabla 6. Transcripción de datos recolectados por Camilo	96
Tabla 7. Registro elaborado por la profesora Eliana.....	97
Tabla 8. Tabla de frecuencias elaborada por la profesora Camila.....	97
Tabla 9. Tabla de frecuencias elaborada por la profesora Raquel	99
Tabla 10. Tabla de frecuencias elaborada por el profesor Daniel.....	100
Tabla 11. Tabla de frecuencias elaborada por el profesor Andrés.....	101
Tabla 12. Tabla de frecuencias elaborada por la profesora Astrid.....	102
Tabla 13. Interpretación 1 de la Transcripción Reunión grupal 2: Tarea 2	103
Tabla 14. Interpretación 1 de la Transcripción Reunión grupal 2: Tarea 3	110
Tabla 15. Interpretación 2 de la Transcripción Reunión grupal 2: Tarea 3	112
Tabla 16. Interpretación 1 de la Transcripción Reunión grupal 3: Tarea 4	117
Tabla 17. Interpretación 2 de la Transcripción Reunión grupal 3: Tarea 4	121
Tabla 18. Interpretación 2 de la Transcripción Reunión grupal 3: Tarea 5	123
Tabla 19. Análisis de la transcripción Reunión grupal 1.....	126
Tabla 20. Análisis 1 de la transcripción Reunión grupal 2.....	129
Tabla 21. Análisis 2 de la transcripción Reunión grupal 2.....	130
Tabla 22. Análisis 1 de la transcripción Reunión grupal 3.....	132
Tabla 23. Análisis 2 de la transcripción Reunión grupal 3.....	134
Tabla 24. Registro para compilar datos tomados con anemómetro modelo 1.....	166
Tabla 25. Registro para compilar datos tomados con anemómetro modelo 2.....	166

Lista de figuras

Figura 1. Actividades propuestas en Cartilla del grado quinto.....	18
Figura 2. Actividades básicas propuestas en Cartilla de grado quinto.	19
Figura 3. Componentes teóricos de la EpC.....	27
Figura 4. Línea de tiempo sobre EpC	28
Figura 5. Autores que han investigado sobre estrategias para el aprendizaje de la estadística. ...	59
Figura 6. Autores que han investigado sobre libros de texto para enseñar estadística.	65
Figura 7. Autores que han investigado sobre formación continua de profesores.	70
Figura 8. Ubicación de la Institución Educativa Rural Valentina Figueroa Rueda.	77
Figura 9. Proceso investigativo: Investigación-acción.	79
Figura 10. Ciclo de investigación-acción y sus fases.	87
Figura 11. Elaboración de instrumentos meteorológicos por la profesora Astrid	89
Figura 12. Elaboración de instrumentos meteorológicos por el profesor Daniel.	91
Figura 13. Elaboración de instrumentos meteorológicos por la profesora Tatiana	92
Figura 14. Elaboración de instrumentos meteorológicos por el profesor Andrés.	94
Figura 15. Gráfico elaborado por Camilo	104
Figura 16. Gráfico elaborado por Andrés	105
Figura 17. Gráfico elaborado por Camila	105
Figura 18. Gráfico elaborado por Mariana	107
Figura 19. Gráfico elaborado por Daniel	108
Figura 20. Gráfico elaborado por Eliana	109
Figura 21. Gráfico elaborado por Raquel.	110
Figura 22. Respuestas a la Tarea 4 por la profesora Tatiana.	114
Figura 23. Respuestas a la Tarea 4 por la profesora Astrid.	114
Figura 24. Respuestas a la Tarea 4 por el profesor Andrés.	115
Figura 25. Respuestas a la Tarea 4 por la profesora Lina.....	116
Figura 26. Respuestas a la Tarea 4 por la profesora Raquel.....	117
Figura 27. Respuestas a la Tarea 4 por la profesora Mariana.....	118
Figura 28. Respuestas a la Tarea 4 por el profesor Esteban	119
Figura 29. Respuestas a la Tarea 4 por la profesora Camila.....	120

Figura 30. Respuestas a la Tarea 4 por el profesor Daniel	120
Figura 31. Fase 2 Investigación-acción: Proceso de análisis sobre la consecución del objetivo específico 1.	123
Figura 32. Proceso de análisis sobre la consecución del objetivo específico 2.	134
Figura 33. Fase 3 de la investigación-acción.....	139
Figura 34. Pasos para construir un pluviómetro.	160
Figura 35. Pluviómetro casero.	161
Figura 36. Pasos para construir una veleta casera.	162
Figura 37. Veleta casera.....	162
Figura 38. Brújula casera.	163
Figura 39. Anemómetro casero.....	165
Figura 40. Gráfica para la cantidad de lluvia.....	166
Figura 41. Gráfica para la velocidad de viento.....	167
Figura 42. Gráfica para la dirección del viento.	168
Figura 43. Ejemplo para calcular la moda.	168
Figura 44. Ejemplo para calcular la media.	169
Figura 45. Ejemplo para calcular la mediana con datos impares.....	169
Figura 46. Ejemplo para calcular la mediana en datos pares.....	169

Resumen

La presente tesis doctoral analiza un proceso de investigación-acción dentro de un programa de formación continua para profesores como estrategia de comprensión de las medidas de tendencia central mediante la medición de variables meteorológicas. Se desarrolla en el contexto del modelo educativo Escuela Nueva en la Institución Educativa Valentina Figueroa Rueda de Urrao, Antioquia, Colombia. En esta institución se evidencia escasa comprensión de los profesores de básica primaria sobre las medidas de tendencia central. La comprensión se entiende como la capacidad que tienen las personas para analizar, interpretar y reorganizar información conocida en otros campos del conocimiento. Por eso, la tesis trata sobre la comprensión de la moda, la media y la mediana por parte de los profesores de básica primaria al medir variables meteorológicas como la velocidad y dirección del viento y la cantidad de lluvia, en un programa de formación continua.

Se analizaron las grabaciones, entrevistas escritas, observaciones y diálogos de once profesores (11) en tres (3) fases de la investigación, durante las cuales se realizaron reuniones grupales sincrónicas y virtuales. Se desarrollaron 5 tareas con los profesores y se recolectó información relacionada con la comprensión. Las transcripciones de estas reuniones grupales permitieron extraer las unidades de análisis para estudiar las dimensiones y los niveles de comprensión de los profesores participantes, quienes se ubican de manera independiente en correspondencia con su aprendizaje. Se concluye que cuando se enseñan las medidas de tendencia central utilizando herramientas meteorológicas bajo el marco teórico de Enseñanza para la Comprensión –EpC–, los niveles de comprensión dejan de ser novatos y se distribuyen de manera significativa en los niveles aprendiz y experto.

Palabras clave: estadística, medidas de tendencia central, instrumentos meteorológicos, educación primaria, formación continua de profesores, Escuela Nueva.

Abstract

This doctoral thesis is developed within the context of the New School educational model (Modelo Educativo de Escuela Nueva) at Valentina Figueroa Rueda school located in Urrao, Antioquia, Colombia. Elementary school teachers of this institution show to have a scarce comprehension about measures of central tendency. Comprehension is understood as capability that people have to analyze, understand, and organize information in different fields. For this reason, this doctoral thesis deals with the understanding of mode, mean and median by elementary school teachers when measuring meteorological variables such as wind speed and direction or rainfall within a continuing training program. Eleven teachers' recordings and dialogues were analyzed during three (3) synchronous and virtual meetings thus collecting information related to their comprehension while they developed five (5) activities. Transcriptions of these sessions allowed to extract analysis units to study both dimensions and levels of understanding of participating teachers, who are individually placed in correspondence with their learning. It is concluded that, when the measures of central tendency are taught by using meteorological tools in the Teaching for Understanding framework –TfU–, the levels of understanding stop being basic and are distributed into apprentice and expert levels.

Keywords: statistics, measures of central tendency, meteorological instruments, primary education, continuing teacher training, New School –Escuela Nueva–.

Introducción

En los últimos años, los paradigmas en educación incrementan de forma significativa. Este constante crecimiento deriva en la búsqueda por parte de los profesores para encontrar posibilidades didácticas y metodológicas que garanticen procesos educativos en el aula de clase (Baquero y Ruiz, 2005). A nivel nacional e internacional, múltiples investigaciones en el campo estadístico informan sobre las exigencias para enriquecerse de estrategias de enseñanza y de aprendizaje que enfrentan profesores en relación con la estadística, una asignatura que parece compleja para los estudiantes y para ellos mismos (Afantiti y Lamprianou, 2005; Batanero, Díaz y Arteaga, 2018; Braham y Ben, 2017; Calvo, 2016; Castro, 2014; delMas, 2002; English, 2017; English y Watson, 2015; Garfield, 2002; Glancy, 2015; Hirsch y O'Donnell, 2001; González, Beltrán y Gómez, 2018; Gómez, Contreras y Molina, 2018; Triviño, Sola y Rivas, 2013; Méndez y Vargas, 2013; Zwanch y Wilkins, 2015; Lara, 2017; y Watson y Moritz, 2000).

Cobb y Moore (1997) aseguran que el propósito de la educación en estadística es desarrollar en los estudiantes su pensamiento y cultura estadística. En este sentido, distintos autores analizan la importancia de enseñar estadística en básica primaria (Batanero, 2002; Batanero, Burrill y Reading, 2011; Batanero, Contreras y Arteaga, 2011; Cuevas e Ibáñez, 2008; Franklin, Kader, Mewborn, Moreno, Peck, Perry y Scheaffer, 2007), incluso en la formación infantil, Alsina (2012) propone tres ideas que justifican la educación estadística. La primera propone que la adquisición de conocimientos de estadística y probabilidad se inicia con las matemáticas informales, la segunda argumenta que su enseñanza formal en la escuela debería comenzar entre los tres y cuatro años y la tercera expone que los contenidos de estadística y probabilidad se comprenden a través de distintos métodos matemáticos.

Los argumentos mencionados evidencian la pertinencia de una formación continua de profesores para afrontar la enseñanza de la estadística dentro del currículo de matemática (Mayén,

2009). En Colombia, la estadística es parte del currículo de matemáticas desde la educación primaria por su utilidad en la vida diaria, por su papel instrumental en otras disciplinas y por su importancia en el desarrollo de un pensamiento crítico, es decir, la habilidad del estudiante para inferir a partir de información suministrada por el profesor (Alsina, 2019). La estadística se incorporó al currículo antes que la probabilidad (Gómez, 2016); sin embargo, su enseñanza suele quedarse en el tratamiento de datos; como consecuencia, la mayoría de los estudiantes, al finalizar la secundaria, solo conocen algoritmos de cálculo propios de la estadística descriptiva.

Autores como Gallo y Cisneros (2011) afirman que la matemática es útil para modelar situaciones presentes en diversos momentos de la vida, de tal manera, las matemáticas y precisamente la estadística se pueden entender como un medio para transformar la naturaleza y la sociedad. Estos investigadores desarrollan propuestas para la enseñanza de la estadística en la que utilizan las TIC –Tecnologías de la Ciencia y la Comunicación– como herramienta didáctica. Las TIC son un conjunto de técnicas que utilizan informática, microelectrónica y telecomunicaciones para crear nuevas formas de intercambio de datos a través de herramientas de carácter tecnológico y comunicacional, con el fin de facilitar la emisión, el acceso y el tratamiento de la información (Belloch, 2012).

El uso de las TIC es complejo en municipios como Urrao, donde el 74% de la matrícula educativa de los estudiantes pertenece al sector rural en la modalidad mono docente, es decir, donde se cuenta con un solo profesor para enseñar todas las asignaturas desde preescolar hasta grado quinto (Proantioquia, 2017). Esta situación es un reto para los profesores, quienes, sin importar sus conocimientos deben enfrentarse a esta situación. De manera específica, algunos contenidos como las medidas de tendencia central se enseñan de manera superficial en las clases por falta de comprensión de los profesores.

Esta investigación se desarrolló mediante un ciclo de investigación- acción. En la primera fase se identificó y planteó el problema, se aplicó una entrevista escrita donde se indagó a los profesores de la institución educativa Valentina Figueroa Rueda sobre las dificultades y limitaciones que ellos perciben al enfrentarse a su quehacer (ver Anexo 1). Al respecto, una profesora expresa que: “Los profesores de Escuela Nueva tenemos una formación específica, yo soy profesora de lenguaje, pero debo impartir todas las áreas, yo no tengo dominio completo de los contenidos, por eso en ocasiones me limito a las Cartillas que son muy incompletas”. (Profesora Camila, Entrevista, Mayo, 2019). Este argumento evidencia la posible pertinencia del diseño de programas de formación en este campo.

La segunda fase de la investigación es motivada por algunas dificultades que presentan los profesores de básica primaria cuando enseñan contenidos sobre la estadística, en especial, con las medidas de tendencia central. Con el propósito de enriquecer la labor educativa y ayudar en la formación de los profesores, se diseña un programa de formación continua bajo el marco teórico y metodológico de Enseñanza para la Comprensión –EpC–. El programa de formación se evalúa de manera continua, para hacer una caracterización de la comprensión de las medidas de tendencia central analizando las dimensiones en cada nivel de comprensión. La fase 3 presenta los resultados, discusiones, conclusiones y posibilidades de mejora del programa de formación.

La investigación se documenta en cinco capítulos. En el primer capítulo se describe el planteamiento del problema, las implicaciones prácticas y la utilidad teórica que tiene el aprendizaje de las medidas de tendencia y se describe el supuesto teórico. En el segundo capítulo se discute el marco teórico que fundamenta la investigación en cuanto a la enseñanza de las medidas de tendencia central desde la perspectiva de autores como Batanero (2006), y se estudia la EpC desde su estructuración y como modelo pedagógico propuesto por Gardner, Perkins y Perrone (1998). Se muestra el estado del arte, fue necesario incluir investigaciones desde el año 2000 con

miras a cubrir la mayor de investigaciones posibles. En el tercer capítulo se presenta el diseño metodológico, los objetivos investigativos, la investigación-acción y las técnicas para recolectar la información. En el cuarto capítulo se documenta el análisis de los niveles y dimensiones de la comprensión de los profesores y, en el quinto capítulo, se informa sobre los resultados, las conclusiones, las ventajas y desventajas investigativas, asimismo, se plantean futuras líneas investigativas que surgen de la presente investigación.

1. Capítulo I: Planteamiento del problema

1.1. Formulación

En este capítulo se presenta el problema, su planteamiento y justificación. Se describen aspectos teóricos prácticos y se mencionan las dificultades metodológicas que comunican los profesores sobre la enseñanza de las medidas de tendencia central, de manera concreta, sobre la media, moda y mediana, información recolectada en la fase 1 de la investigación-acción y documentada en el capítulo de análisis y discusión. La investigación se desarrolla en el contexto de Educación Básica Primaria, en la Institución Educativa Rural Valentina Figueroa Rueda¹, municipio de Urrao, Antioquia, Colombia.

A nivel internacional algunas instituciones como la Organización de Naciones Unidas – ONU– o la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico –OCDE– han tenido la iniciativa de medir la evaluación del progreso en la sociedad actual. Con este fin, han usado múltiples indicadores estadísticos y ponen a disposición de los ciudadanos múltiples datos sobre poblaciones y formas de vida. Para desarrollar una comunicación asertiva entre los organismos, las instituciones y la sociedad, se hace necesario que las personas sean estadísticamente cultas (Ridgway, Nicholson y McCusker, 2008). Es decir, que tengan una formación básica en estadística que les permita comprender los datos y lo que ellos significan.

La estadística es definida por el diccionario de Oxford como una ciencia que forma parte de las matemáticas. A través de ella se recolecta, analiza y describen datos para establecer comparaciones y/o variabilidades que permitan comprender un fenómeno en particular. La estadística ha estado presente en los currículos de diferentes países en los últimos años, pero autores

¹ El representante legal de la Institución Educativa –IE– autorizó el uso del nombre y de la publicación de esta investigación con fines educativos para el mejoramiento de los procesos. El consentimiento informado se presenta en el Anexo 2.

como Campos, Cazorla y Kataoka (2011) aseguran que la tendencia actual es introducirla prontamente en los planes de área para brindarle a los estudiantes experiencias directas y experimentales con los contenidos. En la actualidad, los currículos de estadística se orientan a los datos y a su procesamiento, brindando a los estudiantes la posibilidad de generar investigaciones, recolectar datos observando y encuestando para proponer posibles soluciones.

En Colombia, los Estándares Básicos de Competencias (2006) se consideran un documento de Política Educativa Pública que guía y define un conjunto de habilidades que debe desarrollar un estudiante para cumplir con el nivel de desempeño que se espera para el grado educativo que cursa. Respecto a conocimientos estadísticos, cuando un estudiante finalice grado quinto de Educación Básica Primaria en Colombia debe estar en capacidad de representar datos y hacer uso de tablas y gráficas (pictogramas, gráficos de barras, diagramas de líneas, diagramas circulares), comparar diferentes representaciones del mismo conjunto de datos, interpretar información que se presenta en tablas y gráficas (pictogramas, gráficas de barras, diagramas de líneas, diagramas circulares), conjeturar y proponer acerca de la posibilidad de ocurrencia de eventos, describir la manera como parecen distribuirse los distintos datos de un conjunto y comparar cómo se distribuyen en otros conjuntos de datos, usar e interpretar la media (o promedio) y la mediana y comparar qué indican, resolver y formular problemas a partir de un conjunto de datos provenientes de observaciones, consultas o experimentos (Estándares Básicos de Competencias, 2006)

Teniendo en cuenta que los estándares son diseñados por el Ministerio de Educación Nacional deben ser aplicados en las instituciones del país, todos los estudiantes deben alcanzarlos sin importar si estudian en un Institución Educativa urbana o rural. Como parte de la política educativa en Colombia, para alcanzar mayor cobertura educativa en el territorio Nacional y para apoyar a los profesores en su labor educativa, surge el modelo pedagógico Escuela Nueva que busca resolver dificultades de profesores rurales que enseñan simultáneamente varios grados en el

mismo salón (Villar, 1996). Esta alternativa ofrece un mecanismo de promoción flexible donde los estudiantes se promueven a los siguientes grados de formación de acuerdo con el logro de contenidos desarrollados en las Cartillas propuestas por el Ministerio de Educación Nacional (FEN, 2006).

Las Cartillas son guías de aprendizaje que sirven como material de apoyo al aprendizaje autónomo de estudiantes de segundo grado (2°) a quinto grado (5°), en seis (6) áreas básicas (ciencias naturales, matemáticas, sociales, lenguaje, ética y valores, y tecnología). Se estructuran por propósitos y actividades que conforman unidades. Así, el estudiante completa unidades en cada área y la evaluación y promoción se aplican a esta unidad, de manera que se reemplaza la idea de grado o año escolar como mecanismo para determinar la promoción o repitencia. La evaluación se adapta a condiciones y necesidades de la niñez campesina para permitir que los estudiantes avancen de un grado a otro a su propio ritmo y desarrollen competencias a plenitud (MEN, 2010).

La Institución Educativa Rural Valentina Figueroa Rueda estableció en su Proyecto Educativo Institucional –PEI– el modelo pedagógico Escuela Nueva para desarrollar su misión formadora. El Ministerio de Educación Nacional de Colombia lo define como una estrategia educativa que ofrece educación primaria completa en escuelas multigrado, es decir, aquellas en que un solo profesor enseña a varios grados, ya sea en educación básica primaria o secundaria. El modelo integra de manera sistémica estrategias curriculares, comunitarias, formativas y administrativas donde se promueve aprendizaje activo, participativo y cooperativo, de otro modo, el estudiante es el protagonista de su formación porque busca, participa y trabaja en equipo con sus compañeros de curso para fortalecer la relación entre escuela y comunidad (MEN, 2010).

1.1.1. Definición del problema.

En las Cartillas del grado quinto (5°) se plantean actividades que están diseñadas para alcanzar las habilidades descritas en los estándares básicos del Ministerio de Educación Nacional

de Colombia. La primera actividad que se muestra en la Figura 1 solicita a los estudiantes la elaboración de una lista con datos predefinidos (estatura). Se observa limitación en la información y no se permite al estudiante jugar, explorar, consultar u observar datos para elaborar bitácoras con información de su interés recolectada en su grupo académico, familiar o de la comunidad a la que pertenece.

Figura 1. Actividades propuestas en Cartilla del grado quinto.

Caractericemos datos

Desempeño:

- Establezco las características generales de un conjunto de datos a partir del cálculo de la media, moda y mediana.

Actividades básicas

Trabajo en parejas

1. Elaboramos la siguiente tabla en el cuaderno. Luego, con la orientación del profesor o de la profesora, realizamos las actividades que aparecen a continuación:

Tabla A

Estatura de los alumnos en centímetros				
128	125	127	136	137
124	123	128	126	136
121	132	123	127	127
130	127	129	133	146
131	125	127	140	127

Fuente: Ministerio de Educación Nacional (2010, p. 141).

Se solicita a los estudiantes que realicen las actividades, después de dibujar la tabla que se propone en la Figura 2. Las preguntas que se plantean en esta actividad evidencian que las medidas de tendencia central son tratadas de manera superficial y, por tanto, no se permite que los estudiantes exploren datos y realicen inferencias a partir de ellos. Es decir, difícilmente se puede hablar de un aprendizaje para la comprensión. Como respuesta al problema de la escasa

comprensión de diversos conocimientos en estudiantes, algunos investigadores como Howard Gardner, Nelson Goodman, David Perkins y otros profesores de la Escuela de Educación de Harvard, Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos fundaron el Proyecto Zero en 1967.

Figura 2. Actividades básicas propuestas en Cartilla de grado quinto.

a. Elaboramos las tablas B y C y las completamos con los datos de la tabla A.

Tabla B

Estatura ordenada de menor a mayor				
121				
123				
				146

Tabla C

Número de veces que aparece cada estatura (frecuencia)					
Dato	F	Dato	F	Dato	F
121	1				
123	2				

- b. Observamos los datos de las tablas y comentamos:
- ¿Cuál es la estatura más baja y la estatura más alta en la tabla?
 - ¿Cuál estatura se repite más veces?
- c. Sumamos las estaturas de la tabla A y dividimos el resultado entre el número de datos o estaturas que registramos. ¿Cuál es el resultado?
- d. En la tabla B, escogemos el número del medio, es decir, el que ocupe la posición 13. ¿Cuál es ese dato?
- e. En la tabla C, escogemos el número o los números que se repiten más veces.

Fuente: Ministerio de Educación Nacional (2010, p. 142)

Perkins y Blythe (2006) argumentan que la comprensión es poder realizar una gama de actividades que requieren pensamiento sobre un tema que permita dar explicaciones, encontrar evidencias y ejemplos, hacer generalizaciones, presentar analogías y representaciones de una manera nueva. Este argumento permite cuestionar si las actividades que están planteadas en las Cartillas promueven estas habilidades del pensamiento en los profesores y estudiantes y si son suficientes para que los estudiantes adquieran las competencias propuestas en los Estándares Básicos de Competencias de Colombia.

Las Cartillas como material de apoyo para la enseñanza de las medidas de tendencia central carecen de desempeños para la comprensión, en tanto, según los profesores, están descontextualizadas y no acuden a intereses de los estudiantes. Las actividades propuestas refieren a la posibilidad de generar algunos datos estadísticos e incluyen ejemplos (medida de estatura) que no corresponden con situaciones cotidianas y no generan interés en los estudiantes. Con el uso de estas actividades se propone establecer particularidades generales y calcular numéricamente la media, moda y mediana. Sin embargo, para los profesores, la información suministrada por la Cartilla ni es comprensible ni suficiente para ellos y menos para los estudiantes, puesto que no permite que interactúen con datos y avancen en un aprendizaje para la comprensión. La información que plantea la Cartilla para alcanzar cierto desempeño corresponde a actividades básicas y que se reducen a una actividad.

El registro sistemático de estados del tiempo atmosférico proporciona al profesor una serie de datos que se pueden utilizar como herramienta importante en comparaciones, obtención de medias anuales y relacionarlos con la agricultura o geografía (Gómez, 2000). El uso de variables meteorológicas es de vital importancia y generan bastante inquietud en los estudiantes. Por tanto, se debe tratar de manera práctica, interactiva y mediada por herramientas que faciliten su aprendizaje. Al respecto, Ramírez y Reyes (2003) argumentan que la experiencia demuestra que las ciencias de la atmósfera y del cosmos pueden ser una alternativa a la inactividad de los estudiantes y una vía para afianzar y desarrollar contenidos de educación primaria.

Todo lo anterior evidencia que, el Ministerio de Educación Nacional propone el logro de competencias, las Cartillas de Escuela Nueva tratan contenidos de datos numéricos que permiten graficar y comprender información estadística. Las dificultades en la comprensión de las medidas de tendencia central por parte de los estudiantes son consecuencia de las actividades planteadas en las Cartillas que son mínimas e insuficientes para lograr las metas esperadas en los estándares y la

escasa formación de los profesores en contenidos sobre estadística. En conclusión, la pregunta por la formación estadística de los profesores es producto de los factores que los rodean, tiempo, metodologías de trabajo, contenidos propuestos y formación de los profesores. En consecuencia, esta investigación propone un programa de formación continua para los profesores donde de manera práctica y por medio del modelo pedagógico EpC incorporen conocimientos aplicables a sus clases.

1.2. Pregunta investigativa

Teniendo en cuenta la importancia que representan las medidas de tendencia central en los Estándares Básicos de Competencias, se hace preciso estudiar: ¿Cómo comprenden los profesores las medidas de tendencia central al medir variables meteorológicas en un programa de formación continua para proponer a los estudiantes estrategias prácticas aplicables a situaciones cotidianas? Se plantean adicionalmente las siguientes preguntas auxiliares: ¿Por qué implementar instrumentos y variables meteorológicas es útil para la enseñanza de la estadística?, ¿Cuáles niveles y desempeños de comprensión usan los profesores de primaria al implementar herramientas meteorológicas para calcular las medidas de tendencia central?

1.3. Justificación

1.3.1. Conveniencia.

Los profesores de básica primaria expresan temor, desconocimiento y dificultades para comprender temáticas estadísticas, especialmente las relacionadas con las medidas de tendencia central (media, moda y mediana). El desconocimiento muestra la pertinencia y conveniencia de diseñar y aplicar un programa de formación continua con profesores de básica primaria en el que se les oriente y motive a trabajar las medidas de tendencia central desde la básica primaria porque, como argumentan Cobb y Moore (1997), el objetivo de la educación en estadística es ayudar a los estudiantes a desarrollar su pensamiento y cultura estadística y es precisamente en los primeros

años de educación donde es más viable introducir su uso.

1.3.2. Relevancia social.

La estadística hace parte de la mayoría de las situaciones que rodean la cotidianidad (Batanero, 2006). Por esta razón es importante que los estudiantes comprendan cómo utilizar la información para interpretar el mundo que los rodea, a esto se le conoce como cultura estadística. Gallo y Cisneros (2011) afirman que la estadística es útil para modelar situaciones que se presentan en diversos escenarios de la vida cotidiana; de esta manera, el saber matemático se puede considerar como un instrumento con el que es posible reconocer y transformar la naturaleza y sociedad desde diferentes ámbitos: deportes, cultura, educación, arte

1.3.3. Implicaciones prácticas.

La estadística ha estado inmersa dentro del área de matemáticas desde hace largo tiempo, así lo evidencian los currículos educativos. Como ya se mencionó en el problema de investigación, los profesores expresan dificultades con los contenidos que se relacionan con las medidas de tendencia central y por esta razón evaden su enseñanza algunas veces. Los contenidos relacionados con esta área suelen quedarse solo en el tratamiento de datos y, como consecuencia, la mayoría de los estudiantes no son capaces de trasladar la información a otras áreas del conocimiento o de utilizarla en la cotidianidad para entender los múltiples fenómenos o situaciones (Fandos, 2003). Con el programa de formación que se propone en esta investigación los profesores estarán en la capacidad de proponer a los estudiantes estrategias prácticas para comprender las medidas de tendencia central y aplicarlas a situaciones cotidianas.

1.3.4. Utilidad metodológica.

El ciclo de investigación-acción permite identificar la problemática de los profesores de básica primaria con relación a la enseñanza de la estadística. La formación continua brinda herramientas a los profesores para conocer diversos contenidos, en el caso de esta tesis los que tienen que ver

con las medidas de tendencia central. La estadística es parte del currículo de matemáticas desde de la educación primaria por su utilidad en la vida diaria, por su papel instrumental en otras disciplinas y por su importancia en el desarrollo de un pensamiento crítico (MEN, 2006), lo anterior justifica la pertinencia de que el profesor comprenda cómo usar de manera práctica las medidas de tendencia central con el objetivo de desarrollar en el estudiante la habilidad para inferir a partir de información suministrada.

1.4. Supuesto teórico

La implementación de un programa de formación continua en el que se utilizan herramientas meteorológicas mejora los niveles y dimensiones de comprensión de las medidas de tendencia central por parte de los profesores de básica primaria. O, por el contrario, la aplicación de un programa de formación continua en el que se utilizan herramientas meteorológicas no mejora los niveles y dimensiones de comprensión de las medidas de tendencia central por parte de los profesores de básica primaria.

En este capítulo se describieron las dificultades que afrontan los profesores de básica primaria de la metodología Escuela Nueva en la Institución Educativa Rural Valentina Figueroa Rueda cuando enseñan temas relacionados con la estadística, específicamente las medidas de tendencia central (moda, media y mediana). Se puede concluir que los profesores expresan dificultad para comprender las medidas de tendencia central por la poca formación académica y continua que reciben en el área de matemáticas, por esto, sienten temor y en algunos casos evitan la enseñanza de estos contenidos educativos a sus estudiantes.

2. Capítulo II: Marco Teórico

Este capítulo documenta la EpC como modelo pedagógico, muestra de manera explícita y con un recorrido histórico la construcción académica de la EpC como se conoce en la actualidad, se define el modelo pedagógico de Escuela Nueva y ruralidad como herramienta para el profesor, se definen las medidas de tendencia central y el programa de formación continua. Por último, es un espacio donde se describe el estado del arte de la enseñanza de la estadística. La información de este capítulo se desarrolla así:

- 2.1. EpC como modelo pedagógico
- 2.2. Construcción epistemológica de la EpC
- 2.3. Escuela nueva y ruralidad
- 2.4. Medición de variables meteorológicas
- 2.5. Medidas de tendencia central
- 2.6. Estado del arte

2.1. EpC como modelo pedagógico

El interés por la comprensión surgió en un equipo de investigadores de la Universidad de Harvard en 1967 y se iniciaron procesos de investigación sobre los aprendizajes de estudiantes, adultos y organizaciones. El fin máximo era mejorar procesos cognitivos de pensamiento de orden superior y se abarcaron estudios de campo en distintos contextos culturales y en diversos ámbitos interdisciplinarios (Gardner, 2016). Gardner, Perkins y Blythe (1999) definen la comprensión como la capacidad que tiene el sujeto para moverse de manera libre y flexible en un tema específico, para explicarlo y justificarlo. Comprender es cuestión de ser capaz de pensar y actuar con flexibilidad con el conocimiento que tiene. La capacidad de desempeño flexible es comprensión.

Perkins (1999) aduce que comprender es posible gracias a los desempeños para la comprensión que son habilidades complejas que ocurren de manera más profunda que la memoria y la rutina. Debe entenderse los desempeños para la comprensión como una capacidad del sujeto para llevar el conocimiento a otros ámbitos y situaciones, por tanto, después de profundizar, se puede hacer producciones nuevas con información previa. Comprender implica realizar una imagen del objeto comprendido, es hacer una imagen representacional. Perkins (1999) explica que: “la comprensión depende de adquirir o construir una representación adecuada de algún tipo, un esquema, modelo mental o imagen” (p.75). Autores como Stone (1999) afirman que cuando la comprensión es vista como capacidad para usar el conocimiento de otras maneras novedosas lleva a los estudiantes a desempeños de comprensión.

Para desarrollar la EpC hay que plantearse las siguientes preguntas: ¿qué tópicos vale la pena enseñar?, ¿qué aspectos de esos tópicos deben ser comprendidos?, ¿cómo se puede promover la comprensión?, ¿cómo se puede averiguar qué comprenden los estudiantes? La EpC definió un marco teórico de cuatro (4) pilares que ayuda a darle respuesta a las preguntas: tópicos generativos, metas de comprensión, desempeños de comprensión y evaluación diagnóstica continua. Los tópicos generativos son contenidos curriculares adecuados a experiencias y contextos conocidos por el estudiante que permiten vincular la vida académica con la cotidiana. La comprensión de fenómenos debe llevar al estudiante a formularse preguntas cada vez más complejas que relacionen los tópicos trabajados e incluyan unos nuevos (Perrone, 1999).

Las metas de comprensión indican “ideas, procesos, relaciones o preguntas que los estudiantes comprenderán mejor por medio de su indagación” (Stone, 1999, p.101). Las metas de comprensión a diferencia de los demás elementos de la comprensión (tópicos generativos, desempeños de comprensión y evaluación diagnóstica) surgen como Stone (1999) afirma, con el aumento de profesores e investigadores que buscan diseñar materiales y actividades para enseñar

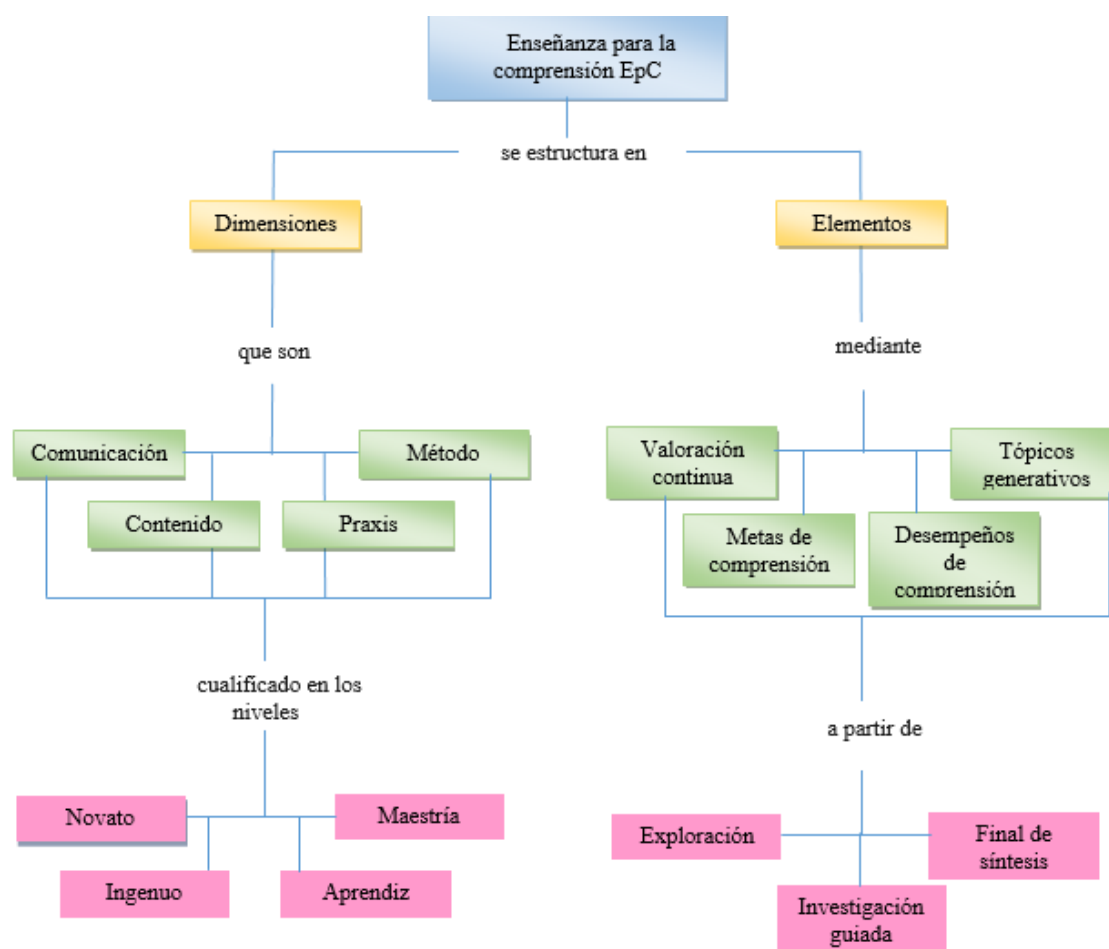
tópicos generativos en estudiantes para definir criterios y valorar sus desempeños. Los desempeños de comprensión son elementos importantes del marco conceptual de la EpC. La idea de la comprensión como un desempeño y no como una habilidad cognitiva es intrínseca al proyecto de investigación en equipo que se desarrolle bajo el marco de la comprensión. La comprensión como desempeño requiere ver la comprensión como la capacidad y posibilidad de interactuar con los que uno conoce cuando explora el mundo de las cosas. “Se deduce que la comprensión se desarrolla y se demuestra al poner en práctica la propia comprensión” (Stone, 1999, p.109).

Esta misma autora precisa la necesidad de diferenciar los desempeños de comprensión de otras actividades curriculares: “las actividades son desempeños de comprensión sólo si desarrolla y demuestra la comprensión por parte de los estudiantes de metas de comprensión importantes” (p.113). Aunque hay diversas actividades de tipo práctico, no involucran a estudiantes en desempeños de comprensión porque no están centradas en metas importantes. Los desempeños para la comprensión deben vincularse de manera estricta con metas de comprensión, desarrollar y aplicar la comprensión durante la práctica, utilizar diversas formas de aprendizaje, promover un compromiso reflexivo con tareas que entrañan un desafío y que permiten evidenciar la comprensión.

La evaluación diagnóstica continua se constata se da de manera constante puesto que, si la enseñanza evidencia comprensión, la valoración del propio desempeño se vuelve evidente en los desempeños de los profesores; uno compara constantemente su desempeño actual con el anterior y con aquél que quiere alcanzar. Stone (1999) afirma que: “los profesores pueden evaluar desempeños informalmente para discernir que sus estudiantes ya comprenden y aquello que necesitan reforzar, pero estas evaluaciones rara vez se registran formalmente en relación con criterios explícitos” (p. 119). Durante la enseñanza de la investigación guiada, la evaluación requiere ser incluyente y formal, y la visión de los estudiantes es esencial.

El profesor o los estudiantes pueden ofrecer inicialmente algunos parámetros a evaluar, el posterior análisis de las técnicas contribuye a identificar nuevos criterios de desempeño. Cuando los criterios están establecidos es posible plantear diversas formas de evaluación en pequeños grupos de trabajo. Los estudiantes desarrollan la comprensión bajo criterios de evaluación porque valoran el trabajo de sus pares, además, la retroalimentación que le brindan sus pares es importante en su proceso de reconstrucción y enriquecimiento. Al final de los procesos educativos el estudiante estará familiarizado con los criterios y esto le permitirá ser más específico. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra de manera concreta cómo se entiende la EpC en esta investigación.

Figura 3. Componentes teóricos de la EpC.



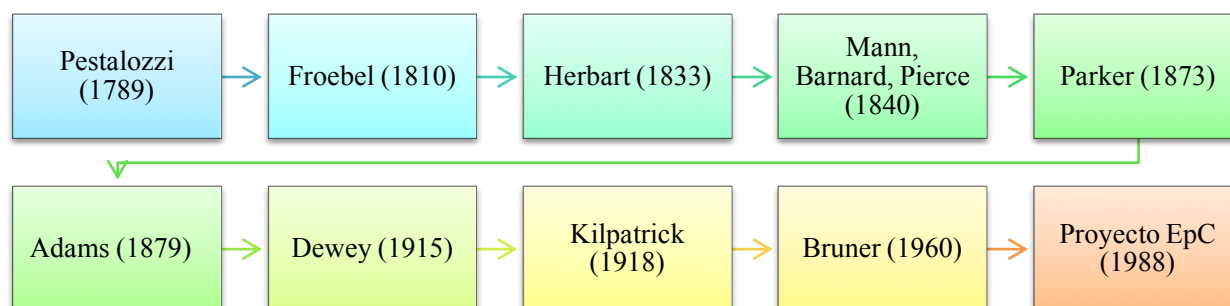
Fuente: elaboración propia

La figura anterior muestra el conjunto de componentes del modelo pedagógico de EpC que permiten enseñar, reforzar y evaluar los métodos de enseñanza y aprendizaje que se desarrollan dentro del programa de formación continua que se aplicó en la fase 2 del ciclo de investigación-acción, con el objetivo de analizar los niveles y dimensiones de la comprensión de un tema específico, para este caso las medidas de tendencia central cuando se implementa el uso de herramientas meteorológicas para su enseñanza.

2.2. ¿Cómo se construye epistemológicamente la EpC?

La EpC, como se conoce en la actualidad, es una construcción de saberes que lleva más de 100 años en su forma rigurosa, aunque algunos de sus elementos se pueden observar incluso desde los inicios de la humanidad. Agrupa, recopila y reconstruye puntos de vista y elementos de diversos pedagogos sobre la forma en que se enseña y se aprende (Wilson, 2017). La EpC en sí misma posee cualidades únicas, se apoya en la convicción y larga data de que las escuelas deben involucrar a los estudiantes de manera más intensa y asumir la comprensión como su pieza central. En la Figura 4, se muestra una línea de tiempo bajo la cual se construye la EpC.

Figura 4. Línea de tiempo sobre EpC.



Fuente: elaboración propia

En filosofía y educación, la EpC tiene larga data como la historia de los hombres. Un ejemplo es que múltiples tradiciones religiosas se guiaban por maestros proféticos que profesaban sus creencias utilizando comparaciones y pedían a sus seguidores que llevaran sus conocimientos a un nuevo planteamiento del mundo, es decir, que construyeran imágenes interiores del nuevo conocimiento aplicado a otros momentos de su vida. Por su parte, Platón enseñaba por medio de elaboradas alegorías y, si se busca en diversas fuentes, no se encuentra información directa que lo relacione con la EpC, pero puede relacionarse con esfuerzos educativos iniciales.

Desde hace cientos de años, la palabra comprensión es usada de manera similar a la contemporánea. El *Oxford Dictionary of the English Language* dice que en la Edad Media la comprensión se definía como la capacidad para captar la idea, es ser consciente. En 1898, el

Universal Dictionary of the English Language definía comprender como la capacidad para aprehender o captar plenamente, saber o percibir por medio de la mente, apreciar la fuerza o el valor de, asociar un sentido o interpretación a, interpretar, explicar, ser inteligente y consciente. Son estas definiciones las que le dan sustento actual a la concepción sobre la que se construye el marco conceptual de EpC.

En 1840, en Estados Unidos surgió el movimiento de las escuelas comunes que buscaba brindarles una mejor educación a los niños. Los principales precursores de este movimiento fueron Horace Mann, Henry Barnard y John Pierce, quienes consideraban fundamentales la escritura, lectura y la aritmética, pero también estaban seguros de que la educación podía ir más allá. Potenciar la democracia en la vida de los ciudadanos era un avance importante, porque las escuelas y la vida ciudadana tenían una conexión estrecha. Las ideas educativas emanaban de Europa, las cuales en gran medida inspiraron a Mann, puesto que el aprendizaje activo y el trabajo en las escuelas dependía en gran medida del esfuerzo y aporte de los estudiantes; es en este punto donde se leen ideas centrales para una epistemología de la EpC.

Para Heiland (1993), el trabajo de Froebel, pedagogo alemán y creador de la educación preescolar y de los jardines de infancia, fue influyente en los cambios educativos en los primeros años del ciclo escolar en Estados Unidos. Para este pedagogo, las experiencias educativas se encontraban interrelacionadas puesto que unas se apoyaban en otras. Froebel aseguraba que cuanto más sustanciales eran las situaciones a las que se exponía a los estudiantes, más poderoso era el impacto educativo, porque potenciaba en los estudiantes la capacidad de abstraer de situaciones anteriores o presentes para involucrarlas en nuevas, de esta manera los estudiantes aportarían cada vez algo diferente a las experiencias, para aumentarlas, diversificarlas y desarrollar así su comprensión. Las visiones lineales de la educación, que se materializaron en libros de texto del

siglo XIX, eran para Froebel y seguidores opuestas a la buena educación e iban en contra vía al desarrollo de la comprensión.

En esta misma línea, García (2013) muestra que, Pestalozzi, pedagogo suizo, y Herbart, pedagogo alemán, contemporáneos a Froebel, escribieron sobre pedagogía respondiendo a un sistema educativo que era lineal y orientado hacia los hechos. Según referencia Báez (2000), Pestalozzi evitaba la memorización, la pronunciación de instrucciones y conceptos en ausencia de la comprensión, creía que a los niños no se les debe proporcionar conocimientos ya construidos, sino la oportunidad de aprender sobre sí mismos mediante la actividad personal. El centro de sus estudios era el niño y aquello que le rodeaba, las herramientas que utilizaba, los vínculos que creaba con las situaciones y materiales y experiencias que tenían con otros objetos e ideas. Los intereses del estudiante se consideraban esenciales y se veían como puntos de partida importantes para el aprendizaje, en especial, el aprendizaje que sería internalizado.

Herbart es descrito por Compayré (2005) como un pedagogo que consideraba que el aprendizaje era relacional, aspecto que Herbart utilizó para criticar la forma desconectada con la cual estaba operando la escuela. Su enfoque pedagógico consistía en que cada momento de aprendizaje debía integrarse con el aprendizaje previo; la acumulación constituía la base para un aprendizaje posterior. Las ideas de Herbart se parecen a las propuestas de Whitehead, descrito por Colbert (1971), como un círculo de aprendizaje fantasioso, la precisión y la generalización, la última de las cuales equivale, según indica Perrone (1998), a la definición de comprensión dentro de la pedagogía para la comprensión.

Esta concepción de pedagogos europeos muestra que el discurso de la comprensión no es un discurso nuevo, sin embargo, no quiere decir tampoco que haya sido aplicado en las aulas de clase de las primeras escuelas comunes del siglo XIX, pero sin el lenguaje y las memorias escritas es probable que la práctica hubiera sido menos constructiva y positiva en el tiempo. Aunque las

escuelas comunes no se convirtieron en los entornos educativos ilustrados que Mann, Barnard y Pierce imaginaban, sus fundamentos fueron tomados para la construcción de la sociedad estadounidense (Dye, 1979). Las escuelas se multiplicaron a gran velocidad, en especial después de la Guerra Civil, no obstante, la formación de los profesores fue más lenta que este crecimiento. A medida que las escuelas aumentaron en número y se incorporaron en los contenidos estatales se volvieron más técnicas y formales.

Perrone (1998) aseguraba que la estructura por grados que se observa en las escuelas actuales en Estados Unidos era la norma hacia 1870. Cubrir el material que abarcaban los libros de lectura de primero, segundo y tercer grado se volvió un tema dominante en las escuelas y la memorización absorbía gran parte del tiempo del estudiante. Teniendo en cuenta que la fábrica y la empresa creció de manera rápida e inundó las ciudades, las metáforas relacionadas con su funcionamiento también crecían en el ámbito escolar pues eran un indicador de comprensión en los estudiantes.

Lograr que los niños ingresaran a la primaria era el objetivo que tenían las escuelas comunes; una meta difícil. Menos del 25% de quienes empezaban la escuela primaria en el siglo XIX lograban terminar con éxito. Además, aunque abundaban las ideas de igualdad, a las escuelas primarias solo ingresaban los pobres y la clase media (con exclusión, generalmente de los negros), porque los que poseían dinero ingresaban a sus hijos a otras instituciones. El apoyo público generalizado a las escuelas secundarias no se desarrolló hasta las últimas décadas del siglo XIX. A diferencia de las escuelas primarias, las escuelas secundarias de fines del siglo XIX eran clásicamente académicas por naturaleza y atraían a unos pocos jóvenes de la clase obrera o de familias de inmigrantes recién llegados. Apenas en la década de 1920, las escuelas secundarias empezaron a atraer estratos bajos de la población en cantidades significativas. A esa altura, se

habían convertido en instituciones diferentes, con un currículo más amplio, programas de educación vocacional y diversos niveles de expectativas académicas.

El esfuerzo del siglo XIX por expandir las oportunidades educativas estaba lleno de dificultades, no diferentes de las que en la actualidad enfrentan países en desarrollo. Los problemas raciales, étnicos y religiosos vinculados con la migración e inmigración masivas de fines del siglo XIX demostraron ser irritantes en las escuelas públicas. Gran parte del discurso filosófico apoyaba una pedagogía de la comprensión, pero poner las ideas en práctica seguía siendo difícil (Perrone, 1998). En el período final del siglo XIX surgió una transformación social y económica que preveía un dinámico cambio en el ámbito educativo. La meta de esta transformación giró en torno de romper los paradigmas educativos tradicionales y lineales, la instrucción y el aprendizaje memorístico. Adams (1879) argumentaba que teniendo en cuenta que no se le puede enseñar todo a un niño, es mejor enseñarle cómo aprender, con este argumento inició el camino para demostrar que la práctica escolar no tiene relación con el propósito de esta. La crítica que Adams realizaba a la educación en la época tenía más simpatizantes que fortalecieron y avivaron el espíritu reformista; se destaca a Parker, quien fue denominado el padre de la educación progresista (González, 2001).

En 1873, Parker se comprometió públicamente a recuperar el entusiasmo por la enseñanza y el aprendizaje; su principal inspiración vino de Pestalozzi quien motivó a romper con los currículos lineales y poco innovadores. Parker fue el precursor de incluir al profesor como diseñador del currículo y propuso las salidas de campo como herramienta de enseñanza. Quería que los estudiantes se apropiaran del conocimiento para convertirlo en algo interno y utilizable en la vida cotidiana. Tenía la certeza de que ningún conocimiento debería enseñarse de manera aislada.

Esta breve historia muestra cómo se ha configurado la EpC y cómo se beneficia del legado de Froebel, Herbart y Pestalozzi y de profesionales como Parker, pero se remite de manera más central al trabajo de John Dewey, filósofo y profesor estadounidense, quien dio una amplia visión

de la escolaridad democrática. Westbrook (1993) argumenta que Dewey enfatizaba la necesidad de una "nueva pedagogía" que convocara a los profesores a integrar el contenido escolar con las actividades de la vida cotidiana. Dewey entendía que separar la vida escolar de la cotidiana restaba aprendizajes a los estudiantes, defendía a la educación como crecimiento, es decir, como aquello que siempre conduce a alguna parte. Dewey se centraba en el estudiante y el currículo, tomándose con seriedad tanto los intereses y las intenciones de los estudiantes como las opciones de los profesores respecto a puntos de acceso a los contenidos, a las preguntas que plantear y a las actividades que poner en práctica. Indagar y poder relacionar el conocimiento con otras situaciones eran métodos necesarios dentro de su pedagogía y sus relaciones eran fundamentales para la comprensión.

Para Dewey, la organización de las materias es fundamental. Proponía organizar la enseñanza en torno a contenidos con grandes potencialidades, accesibles en niveles de complejidad y transversales a otros contenidos. Este aspecto se acerca a la definición de tópicos generativos contemplados dentro de la EpC. Dewey tuvo ideas que fueron importantes en las escuelas de Norteamérica y se adoptaron sus ideas y lenguaje como la necesidad de entender al niño como aspecto central, un mayor igualitarismo, una visión amplia de las áreas y el aprendizaje. Beyer (1997) expresa que Kilpatrick codificó el enfoque de Dewey en el aprendizaje activo trazando un método de proyectos. Sin embargo, Kilpatrick daba mayor importancia a los contenidos que a los medios para llegar a ellos. Ayudó a impulsar parte del pensamiento educativo progresista. El progresismo sufrió en los años treinta (30) los conflictos de la Gran Depresión y las angustiosas exigencias de la Segunda Guerra Mundial, que apartó la atención pública de las escuelas.

Los años sesenta fueron de cambio drástico social en Estados Unidos. El movimiento de derechos civiles tomó gran fuerza a fines de los años cincuenta y reforzó el impulso para la reforma social y política. La poca equidad en Estados Unidos era evidente, lo que requirió un cambio de

gran magnitud. La poca capacidad del sistema educativo de ofrecer una escolaridad de calidad a los estadounidenses bajo criterios de equidad fue una discusión necesaria. Algunas reformas educativas de los años sesenta fueron caracterizadas por la prensa popular como románticas, pero eran una investigación pedagógica sobre la comprensión. Bruner, heredero de la visión de Dewey sobre los recursos de los estudiantes y su aprendizaje, representó la influencia intelectual dominante. Bruner propuso un acercamiento a un aprendizaje pensativo de las materias, que estableciera uniones sólidas con la vida de los estudiantes y con su necesidad de comprender el contenido, no sólo con su capacidad repetitiva sobre del libro de texto (Abarca, 2017). Su currículo evocaba pensar a los estudiantes en la cotidianidad de los Estados Unidos; retaba a estudiantes y profesores a pensar, a ir más allá de aquello que se les presentaba; aseguraba que los contenidos se podían enseñar tanto a profesores como a estudiantes, sin importar la edad.

Bruner buscó introducir directamente a los estudiantes en procesos investigativos que ejercían los científicos e historiadores. Los hábitos disciplinarios de la mente como plantear problemas, interpretar, reflexionar, buscar pruebas contrarias, preguntar por qué importa, se consideraban fundamentales, pues eran bases importantes para la comprensión. Entre los diversos proyectos curriculares del período, el *Elementary Science Study*² –ESS– es el más influyente sobre contenidos que se corresponden con ideas sobre la EpC. Esta guía asegura que los niños son investigadores innatos por su capacidad para preguntar y explorar usando los sentidos para comprobar y argumentar su entorno físico. Los niños se sorprenden al descubrir cómo funcionan las cosas, los materiales diversos los cautivan. Esta curiosidad natural de los niños y su libertad

² El modelo de plan de estudios de ciencias desarrollado para la Asociación Estadounidense para el Avance de la Ciencia (AAAS).

respecto a preconceptos acerca de la dificultad es que el ESS trata de cultivar y orientar hacia canales más profundos para enriquecer la comprensión de los niños.

Sobre la estrategia de enseñanza, la guía del ESS afirma que se busca que los estudiantes reconozcan la autoridad científica y desarrollen tanto la confianza como las habilidades para cuestionarla con inteligencia. Por este motivo, es necesario que el niño se enfrente directamente el mundo real y sus materiales físicos, más que por medio de intermediarios como los libros de texto. Se explica a los profesores que no conviene anticipar los contenidos ni dirigir en exceso la exploración de los estudiantes. En este período de transformación curricular nunca acontecida antes, se ratificó que explorar es fundamental en la educación, interrogar, cuestionarse y desconfiar, desarrollar hipótesis, experimentar, examinar una variedad de datos que corroboren y desautoricen las teorías y enunciar una variedad de definiciones posibles. Se exaltaban las investigaciones de final abierto que incluían el uso activo de materiales y el desarrollo de ideas basadas en una cuidadosa observación a largo plazo. La meta era la comprensión, no la acumulación de información aislada.

Varias fuerzas contribuyeron a un resurgimiento de paradigmas menos activos y menos complejos. Los conocedores universitarios en las diversas disciplinas que lideraban proyectos curriculares de los años sesenta, con frecuencia desconfiaban de la posibilidad de adaptar nuevas ideas, más complejas, y acerca del compromiso de las escuelas con su visión particular de la educación. Era necesario que, para adoptar estos cambios, las escuelas también adoptaran cambios internos en sus estructuras establecidas desde hacía largo tiempo. Además, los valores del progresismo, como el escepticismo, la actitud cuestionadora y desafiante, la apertura y la búsqueda de posibilidades alternativas, lucharon largo tiempo por ser aceptados en la sociedad estadounidense.

Las décadas de los ochenta y noventa fueron el renacer después de varios años de retrocesos en el campo educativo. Una época que marcó la renuncia de una educación basada en los profesores, y centró su mirada en el estudiante que es el principal principio epistemológico de la EpC. En esta nueva enseñanza también se reevalúan los currículos y las formas de evaluación. En 1988, Gardner, Perkins y Perrone convocaron a algunos profesores de escuela y universidad para pensar sobre una pedagogía de la comprensión. Se reunieron con frecuencia para probar enfoques experimentales en sus clases y extraer principios de estas experiencias. Sus prácticas reflexivas y sus contribuciones a la investigación conjunta hicieron que el marco conceptual de la EpC se arraigara con tanta firmeza en las aulas como en los ámbitos académicos. Ellos coincidieron en que la enseñanza debía ser un proceso que involucrara más que el aprendizaje repetitivo y memorístico. Es decir que se llevara al estudiante a tener un conocimiento más abarcador del mundo que le rodeaba.

En la última década del siglo XX hay un interés renovado por la EpC, por un lado, hay una orientación hacia los currículos escolares que tienen un enfoque hacia las habilidades de los estudiantes y, por otro lado, hay una evidencia considerable de que grandes cantidades de estudiantes no están recibiendo una educación que les permita ser pensadores críticos, sujetos que plantean y resuelven problemas que les permita soslayar la complejidad, ir más allá de la rutina y vivir productivamente en este mundo en rápido cambio (Perrone, 1998). Con miras a desarrollar e implementar una pedagogía basada en la EpC, los investigadores se plantearon los siguientes interrogantes: ¿Cómo hacen los profesores para que los estudiantes comprendan realmente?, ¿cómo saber que efectivamente han comprendido?, ¿de qué manera advierten los estudiantes si comprenden? Estas preguntas les permitieron emprender una reflexión que resulta de vital importancia para los profesores de escuela primaria y secundaria.

La mayoría de los participantes en el proyecto de EpC que se desarrollaban en el ámbito universitario estaban asociados con el Proyecto Cero, un centro de investigación de la Escuela de Graduados de Educación de la Universidad de Harvard dirigido por Perkins y Gardner. El objeto del estudio era la cognición humana en una diversidad de áreas para aplicar sus hallazgos al mejoramiento del pensamiento, de la enseñanza y del aprendizaje en diferentes entornos educativos. Tanto sus esfuerzos de planificación como el programa de investigación de cinco años resultante fueron posibles gracias al apoyo de la Fundación Spencer³.

Wilson (2017) argumenta que algunos pedagogos proponían modelos que, aunque contemplaban metodologías tradicionales, buscaban profundizar en el aprendizaje. Dos ejemplos son Piaget y Vygotsky con la representación que, aunque tiene un nivel más amplio al de la educación tradicional, no es la respuesta a la comprensión. La transmisión no da cuenta de la comprensión, las representaciones pueden dar más información, pero presenta problemas de interpretación, para entender es importante tener presente que comprender es absolutamente crucial. Si se piensa en los retos para ser un buen ciudadano como propone Dewey quien utilizó la transmisión pues aún no había tecnologías de la comunicación, el punto central son las aspiraciones de los profesores.

La motivación del proyecto EpC es hacer una crítica a los modelos tradicionales y mostrar que la comprensión es un proceso que va más allá de la transmisión y de las representaciones como formas de comprensión. Las alternativas que presenta el proyecto EpC y que motivaron el trabajo se encamina a entender al estudiante como un ser que no es estático, al que no se le insertan aprendizajes y conceptos, por el contrario, es un estudiante dinámico diferente al concebido en el

³ La Fundación Spencer ha sido financiadora de la investigación en educación desde 1971 y es la única fundación en Estados Unidos que se enfoca exclusivamente en apoyar investigación educativa.

siglo pasado donde la memorización era el instrumento fundamental y prioritario de la enseñanza. El marco conceptual de la EpC es ofrecer tanto la comprensión como el desempeño.

El eje central de la comprensión no es hacer una trasmisión o una representación de algo, es ver cómo se comprende dinámicamente las vidas de los estudiantes. Comprender implica hacer retroalimentación sobre aquello que se dice comprender. Es una capacidad o habilidad que se desarrolla y permite pensar flexiblemente (Wilson, 2017). No es suficiente con pensar y actuar, es necesario reflexionar, básicamente sobre el conocimiento para generar respuestas y productos sobre el mundo que nos rodea. Gardner y Perkins (1995) aluden a la inteligencia que tiene que ver con el aspecto cultural y la resolución de problemas. Ser inteligente en el mundo es encontrar problemas, resolverlos y ser creativos, por eso se incluyen elementos de la inteligencia dentro de la definición de la comprensión; se relacionan de manera interesante y la inteligencia le concede conceptualmente validez a la comprensión.

Comprender implica no solo conocer y entender, sino también ser inteligente. Otro elemento adicional son las dimensiones a las que nos lleva nuestra comprensión, es decir, que pensar y actuar en el mundo no puede ser estático, sino que alude a otros elementos. La comprensión tiene contenidos culturales e históricos de representación. Los métodos son formas de pensar y actuar flexiblemente con el conocimiento epistemológico, es decir, son aquellos métodos con los cuales se llega a saber por qué las cosas son verdaderas. ¿Cómo se sabe que una idea es correcta? Esta es una pregunta epistemológica que es importante en la comprensión porque se puede tener el conocimiento sobre el contenido, pero tener escasos saberes del área epistemológica de la materia que es la verdadera forma en que se sabe que se comprende y desarrollar la comprensión.

Los métodos son elementos importantes para la comprensión, sobre todo para los profesores. Las disciplinas han evolucionado para tener métodos sofisticados y son diferentes entre

cada disciplina. La conexión personal es otra dimensión, es decir, que puedo tener un conocimiento sofisticado de contenidos y métodos, pero no es importante para mí, entonces no tiene importancia. Las personas que realmente comprenden establecen relaciones personales con las cosas que le generan interés y es que les permiten comprender el fenómeno de manera completa y fluida. Entender cómo las personas establecen las conexiones con el contenido es más importante que el contenido mismo, entonces, la comprensión tiene contenido, método, propósito y forma comunicativa que son básicamente los sistemas simbólicos que están relacionados con el conocimiento; qué tan flexiblemente puedo comunicar aquello que conozco y digo que comprendo. Es lo que permite que el profesor pueda adaptar de manera flexible los contenidos dependiendo de la audiencia a la cual se enfrenta. Algunos sistemas simbólicos son más complejos o mejores que otros, por esto, el profesor debe adoptar un sistema simbólico que, aunque flexible, sea apropiado para el tema y audiencia.

Reconocer la teoría de las inteligencias múltiples para la comprensión es fundamental. La comunicación tiene un papel fundamental ya que se da de maneras múltiples, entonces, la contribución es que un modelo de desempeño flexible en pensamiento es posible en las dimensiones de la comprensión. No es un método novedoso, pero durante 6 años el grupo de EpC entró a las aulas de clase y se dio cuenta de que los profesores que aplicaban el modelo han tenido éxito, por eso, documentaron estas experiencias y recopilaron recursos aplicables a los salones de clase.

2.3. Escuela Nueva y Ruralidad

Escuela Nueva es un movimiento pedagógico progresista constructivista que se conoce de manera mundial por su emergencia en Europa y Estados Unidos a finales del siglo XIX y principios del siglo XX como una posibilidad opuesta a la educación tradicional. Sus fundamentos buscan fortalecer cooperación, solidaridad, libertad y aprehensión del mundo real de los estudiantes para

alcanzar sus aprendizajes (Giraldo y Serna, 2016). La primera Escuela Nueva fue Abbotsholme que se llamó *New School*. Su finalidad fue ofrecer una modalidad distinta para estudios medios mediante la promoción de la vida al aire libre, la cooperación en el juego, el trabajo, la realización de manualidades y educación artística, etc. (Luzuriaga, 1976). La Escuela Nueva no surge por sí sola, algunos pedagogos han hecho aportes significativos en busca de generar una estrategia flexible para educar a grupos con particularidades:

Rousseau (1750) propone que el aprendizaje de los estudiantes se dé mediante su interacción con la naturaleza y el medio que los rodea, deben tener motivaciones y no imposiciones. Pestalozzi enfatiza en el desarrollo integral del estudiante, más que en la implantación de conocimientos (Escobar, Londoño y Manco, 2015). Froebel adopta ideas de Rousseau y Pestalozzi e hizo énfasis en la educación preescolar, de manera específica, se centró en el estudiante para desarrollar libremente sus capacidades y en el profesor como orientador. Es así como la Escuela Nueva rompe con paradigmas tradicionales de enseñanza y aprendizaje debido a que el modelo defiende la acción como condición y garantía de aprendizaje. Según la Fundación Escuela Nueva, en su catálogo 2012-2013, el modelo es implementado en dieciséis (16) países, bajo diferentes nombres y beneficia a cinco (5) millones de estudiantes, aspecto que permite comprender la fuerza que toma el modelo (De Zubiria, 2016).

Para Latinoamérica, Escuela Nueva constituye un modelo pedagógico oriundo de principios de la Escuela Activa y se materializa según características contextuales de cada país. Autores como Giraldo y Serna (2016) argumentan que “la Escuela Nueva se transforma en una alternativa de cobertura para el contexto rural” (p. 33). Por lo anterior, en Colombia, estudiar es desde hace algunos años una posibilidad para las personas del campo, una ayuda para mejorar condiciones de vida y una forma de comprender el mundo. La constitución política de Colombia (1991) sugiere que la educación es un derecho del ciudadano con una función social, asimismo es derecho de todo

ciudadano colombiano tener acceso al conocimiento y valores de la cultura. La educación debe formar al colombiano en el respeto a los derechos humanos, búsqueda de la paz y democracia para el mejoramiento cultural, científico, tecnológico y para la protección del medio ambiente.

Aunque las metas educativas que se establecen en la Constitución Política de Colombia (1991) buscan brindar posibilidades de acceso educativo a los colombianos, existen obstáculos para que algunos estudiantes asistan a las escuelas. La limitación más evidente se da en zonas rurales del país donde hay diversidad geográfica y la ubicación de los centros educativos dificulta el ingreso de profesores. A mediados de los años sesenta se creó en el municipio de Pamplona, Norte de Santander, la primera escuela unitaria, es decir, una escuela rural que se encontraba a cargo de un solo profesor. Su surgimiento es consecuencia del encuentro internacional de ministros en Ginebra e inicialmente tenía un carácter demostrativo, pero sirvió para formar centros para la capacitación de profesores (Colbert y Mogollón, 1989).

En 1967, el Ministerio de Educación Nacional expandió la modalidad de Escuela Nueva en el país por ser una estrategia para combatir niveles de deserción y repitencia y, además, resolvía el problema de la poca cantidad de profesores en el campo (MEN, 2003). Vicky Colbert, Beryl Lvinger y Óscar Mogollón crearon en 1987 una fundación no gubernamental denominada Escuela Nueva Activa, para ofrecer la educación primaria y mejorar su cobertura en el país. Según la Fundación Escuela Nueva Activa (2018), el modelo busca fortalecer habilidades cognitivas en los estudiantes de básica primaria. Se implementó inicialmente en escuelas rurales multigrado, es decir, escuelas donde uno o dos profesores atendían los grados de primaria simultáneamente, por ser las más necesitadas y aisladas del país. Promueve que los estudiantes se apropien de progreso académico y usando talleres y actividades sencillas y concretos se potencia un aprendizaje activo, participativo y colaborativo, el fortalecimiento de la relación escuela-comunidad y un mecanismo de promoción flexible que se adapta a las condiciones y necesidades de la niñez.

Villar (1996) afirma que el modelo Escuela Nueva fue diseñado para escuelas con enseñanza multigrado donde uno o dos profesores se encargan de los cinco grados que corresponden al ciclo de primaria en Colombia, con el fin de disminuir las altas tasas de repitencia motivadas por la deserción temporal de los niños campesinos que colaboran con sus padres en las épocas de cosecha. El modelo pedagógico exige que el profesor tenga una guía precisa de contenidos para atender a varios grados en el mismo salón. Según la Fundación Escuela Nueva, el modelo se centra en el estudiante, el contexto y la comunidad, incrementa la permanencia escolar, disminuye tasas de deserción y repitencia, además potencia la formación democrática y la convivencia en paz.

El modelo Escuela Nueva comprende cuatro componentes estratégicos: curricular, capacitación y seguimiento, comunitario y administrativo. Estos componentes promueven la formación integral a través de un proceso de aprendizaje cooperativo e individual, que tiene como ejes las necesidades del estudiante, la flexibilidad de currículos, la evaluación para desarrollar habilidades socio-democráticas y el rol renovado tanto de profesores como de recursos didácticos (Zapata y Mayo, 2014). La Fundación Escuela Nueva (2013) indica que cada componente integra, a su vez, elementos para la promoción de aprendizaje activo, participativo y cooperativo centrado en los estudiantes, mediante un currículo relevante relacionado con la vida diaria del estudiante. El calendario y sistemas de evaluación y promoción deben ser flexibles. Promueve una comunidad académica donde la relación entre la escuela y padres de familia sea estrecha mediante el énfasis en formación de valores, de actitudes democráticas y de participación.

A través del aprendizaje motivador y activo, la Escuela Nueva busca generar en los estudiantes capacidad de aplicar el conocimiento a otras situaciones, pensar mediante el desarrollo de las habilidades de pensamiento, mejorar la autoestima, potenciar actitudes democráticas, de cooperación y solidaridad, al mismo tiempo que se desarrollan destrezas básicas en lenguaje,

matemáticas, ciencias sociales y ciencias naturales. También pretende la promoción del trabajo en equipo gracias a que los estudiantes trabajan en pequeños grupos que promueven el diálogo e interacción, aspecto que les permite avanzar a su propio ritmo y propicia un ambiente de igualdad de oportunidades y participación para ellos (FEN, 2013). La fundación es no gubernamental, sin embargo, sus principios van en la misma línea de las metas del Ministerio de Educación Nacional, que realiza algunas adaptaciones al modelo y lo adecúa a diferentes zonas del país.

2.4. Medición de variables meteorológicas

Con miras a mitigar algunas dificultades en el aprendizaje matemático, se generan diferentes alianzas interinstitucionales que permiten diseñar estrategias para la enseñanza. Así surge *PluvioRED* en 2009, un programa no gubernamental sin ánimo de lucro para la comunidad rural y escolar que busca obtener datos precisos de la cantidad de lluvia en zonas rurales y cabeceras municipales con las que se fomenta ayudas técnicas para tomar decisiones en el día a día. *PluvioRED* en compañía de *Smile Education Fundation* –SEF– apoya a instituciones educativas para participar en la medición de variables del clima y suministra elementos necesarios para que tales mediciones se den de manera más precisa.

Asimismo, brinda asesoría constante a profesores y estudiantes que conforman el proyecto en busca de fortalecer conocimientos necesarios y potenciar el uso de información recolectada de manera didáctica. Esta alianza se construye como una estrategia pedagógica que busca utilizar la toma de datos meteorológicos en una pequeña estación rudimentaria para enseñar matemáticas. Las variables climatológicas más comunes que se miden en las pequeñas estaciones son: cantidad de precipitación, temperatura máxima y mínima y humedad relativa, dirección y velocidad del viento (Benjumea, 2019).

Este mismo investigador asegura que, con ayuda de datos, los estudiantes pueden plantearse preguntas como ¿cuáles fueron los días más lluviosos?, ¿qué mes del año presentó mayor

precipitación?, ¿cuáles fueron los días más fríos? Para responder se alude a conceptos estadísticos, entonces las estaciones meteorológicas ayudan como estrategia de enseñanza de las matemáticas, en este caso, para la enseñanza de la estadística. La relación entre escuela y meteorología se justifica, además, en el creciente número de centros de educación infantil, primaria y secundaria que desarrollan trabajos sobre este campo de conocimiento y en propuestas que desde hace décadas se elaboran para su estudio (Ramírez, 1982; Borrut et al, 1992).

En Colombia, el proyecto que más popularidad tiene se conoce como OTACA, Observadores del Tiempo Atmosférico Ceres Antares. Este nació por iniciativa de la profesora Mercedes Arrubla en la Institución Educativa de Desarrollo Rural Miguel Valencia, del municipio de Jardín (El Mundo, 2014). Obando (2016) afirma que el objetivo del proyecto es analizar la variación atmosférica y su injerencia en el balance energético de la tierra con miras a superar barreras en el aprendizaje de las matemáticas. Alviar (2016) expresa que es sorprendente que algunos jóvenes dediquen su tiempo libre al estudio del clima y sus implicaciones en la agricultura. Marín (2000) afirma que la observación directa de los fenómenos atmosféricos, así como su registro, no ofrecen gran dificultad a los estudiantes de cualquier nivel, por el contrario, facilita los métodos de aprendizaje. Esta actividad y observación diaria hará que los estudiantes tomen conciencia de los cambios más importantes y los estados del tiempo que más se repiten. Estos argumentos muestran la pertinencia de realizar estudios educativos en el campo de la meteorología, ya que esta ciencia permite que los estudiantes incursionen en las matemáticas y, en este caso, en las medidas de tendencia central.

2.5. Medidas de tendencia central

La estadística es considerada fundamental en la vida de los hombres, es utilizada por algunas profesiones y personas en la vida diaria (Batanero, 2002). Los estudiantes suelen ser introducidos al mundo de las matemáticas mediante problemas paradigmáticos de difícil comprensión que buscan desarrollo de habilidades numéricas y científicas, desarrollo de conceptos y de formas de argumentación (Godino, 2009). En la cotidianidad calcular, interpretar y utilizar operaciones matemáticas tiene un papel protagónico, sin embargo, a algunos estudiantes les dificulta la comprensión de estas actividades, lo que se refleja en apatía por el aprendizaje de las matemáticas. Batanero (2001) propone la incorporación de la estadística al currículo de matemáticas en la educación básica primaria, porque hoy día es necesaria a un número creciente de personas y provoca, en consecuencia, una gran demanda de formación básica en esta materia, formación que se delega a los profesores de matemáticas en los niveles no universitarios.

Holmes (1980) expresa la necesidad de enseñar en la escuela a interpretar gráficos y tablas ya que esta información le será totalmente útil y necesaria al estudiante para comprender el mundo y para desarrollar habilidades de pensamiento crítico. De manera específica, dentro de los Estándares Básicos de matemáticas en Colombia se incluyen las competencias que se espera que desarrolle un estudiante en torno a los cinco (5) tipos de pensamiento matemático: numérico, algebraico, espacial o geométrico, métrico y el sistema de datos. Este último tipo de pensamiento se llama también probabilístico o estocástico y el MEN (2006) lo entiende como una posibilidad que tiene la persona cuando le es necesario tomar decisiones en una situación en la cual no tiene certeza de qué va a pasar; el pensamiento aleatorio ayuda a buscar soluciones razonables a problemas que al parecer no tienen fácil solución.

Hay dificultades relacionadas con el aprendizaje de la estadística que son fácilmente visibles, por ejemplo, Graham (1979) expone que “para la mayoría de los estudiantes la estadística es un tema misterioso donde se opera con números y fórmulas sin sentido” (p. 5). Por su parte,

Silva (2014) argumenta que son complejos los contenidos estadísticos, los estudiantes encuentran dificultades durante su estudio, por eso es necesario un periodo largo de enseñanza que debe darse preferiblemente en la primaria mediante la utilización de la imaginación y la investigación.

Para el caso estadístico, en esta investigación se tratarán los siguientes contenidos estadísticos: la moda, la mediana y la media.

Moda: es el dato con mayor frecuencia absoluta dentro de una distribución (FEN, 2013). Se conocen casos en los cuales hay varias modas, es decir que si aparecen dos modas se puede decir que hay distribución bimodal, si son más de dos modas se habla de una distribución multimodal. Para deducir la moda en un conjunto de datos se debe mirar la distribución, e identificar el dato con mayor frecuencia absoluta. Se define la moda Mo de una muestra como aquel valor de la variable que tiene una frecuencia máxima. En otras palabras, es el valor que más se repite (FEN, 2013).

Mediana: es el valor numérico que divide la distribución en dos partes iguales con la mitad de los datos. Para calcular la mediana hay que organizar anteriormente los datos de manera ascendente.

Media: es el promedio de un conjunto de datos. Este promedio corresponde al valor central.

Los conceptos tratados en este capítulo se basan en los que abarca esta tesis y están relacionados con los principios descritos en el modelo pedagógico de EpC y las definiciones de medidas de tendencia central conocidas académicamente.

2.6. Programa de formación continua basado en EpC

Para desarrollar un programa de formación continua en el marco de la EpC es preciso seguir las dimensiones y elementos que este modelo pedagógico propone. Mediante la implementación de ellos y con el planteamiento adecuado de actividades estratégicas es posible que la investigadora desarrolle la comprensión en los profesores de básica primaria. A continuación, se describe cada

componente del programa de formación y su utilidad dentro de él, además se traza la ruta a seguir por la investigadora para alcanzar los objetivos investigativos.

2.6.1. Hilo conductor.

En el modelo pedagógico EpC el hilo conductor es un elemento global que hace parte de las metas de comprensión. Es el supuesto teórico e hilo que permite tanto a la investigadora como a los profesores hacer una reflexión sobre aspectos importantes que deben saber dentro del programa de formación continua y que denotan comprensión en los profesores. El hilo conductor de esta tesis es: los profesores de básica primaria comprenden las medidas de tendencia central cuando utilizan herramientas meteorológicas para generar datos dentro de un programa de formación continua.

2.6.2. Tópicos generativos.

Se basan en contenidos que se desean enseñar a los profesores para generar inquietudes, motivaciones, interrogantes y su relación con otras disciplinas o contenidos. Tienen una secuencia que permite, tanto a la investigadora como a los profesores evolucionar en la comprensión del objeto de estudio. En esta investigación, los tópicos generativos que se establecen son:

a) Construir instrumentos meteorológicos y leer datos estadísticos en ellos: con este tópico se pretende que los profesores identifiquen instrumentos que pueden utilizar en sus clases y elaborarlos con sus estudiantes.

b) Recolectar y organizar datos estadísticos: este tópico se diseña para que los profesores utilicen gráficos con el fin de representar información recolectada y la organicen según características comunes.

c) Conocer, dibujar e interpretar un gráfico estadístico: este tópico permite que los profesores puedan comprender la información que se consigna en un gráfico. Requiere dar sentido a la información presente en un gráfico.

d) Identificar tendencias en datos y hacer predicciones: con este tópico se busca la comprensión de los profesores de las medidas de tendencia central: la moda, la mediana y la media. Con base en ellas, hacer predicciones sencillas a partir de la comprensión de su aplicabilidad.

2.6.3. Metas de comprensión.

Son los objetivos que intervienen en el desarrollo del programa de formación continua. Sirven de guía para plantear los desempeños de comprensión. La meta de comprensión general de esta investigación es enseñar a los profesores los elementos estadísticos más importantes para comprender las medidas de tendencia central al medir variables meteorológicas. Las metas de comprensión que guían esta investigación son:

a) Comprender que las herramientas meteorológicas son útiles en la enseñanza de la estadística: las herramientas meteorológicas sirven para la toma diaria de información que, ubicada de manera ordenada y secuencial en tablas, ayuda a mantener un registro de datos climáticos.

b) Presentar información estadística en gráficas: esta meta pretende que los profesores identifiquen diferentes tipos de gráficos estadísticos, su relevancia y que aprendan a identificar el más útil según la información que se analiza.

c) Comprender la importancia de las medidas de tendencia central en un conjunto de datos: esta meta busca familiarizar a los profesores con las medidas de tendencia central, moda, mediana y media. Es decir, los profesores encuentran sentido y significado a la toma de datos y su utilidad.

d) Interpretar gráficos estadísticos: esta meta permite que los profesores interpreten la información que se encuentra en los gráficos estadísticos, hagan predicciones y describan conclusiones que agrupen los datos recolectados.

2.6.4. Desempeños de comprensión.

Este elemento corresponde a las tareas que los profesores deben realizar para dar cuenta que comprenden las medidas de tendencia central y que pueden aplicar esos conocimientos con sus

estudiantes. De acuerdo con los propósitos del marco de la EpC, los elementos se desarrollan en tres (3) reuniones grupales de la siguiente manera:

- **Reunión grupal 1 desempeño exploratorio:** construir instrumentos meteorológicos y recolectar información.
- **Reunión grupal 2 desempeños de investigación guiada:** recolectar información y plasmarla en diversas fuentes utilizando elementos como el papel y los dispositivos electrónicos. Es preciso la comprensión de los números y su significado dentro de las tablas.
- **Reunión grupal 3 desempeños finales de síntesis:** interpretar, analizar y comprender la información presente en gráficos y hacer predicciones.

2.6.5. Valoración continua.

Este elemento de la EpC se realizó después de cada tarea, el conversatorio y la evaluación grupal (se describen en cada reunión grupal). Fue fundamental para la retroalimentación y para el fortalecimiento del trabajo en equipo como herramienta potenciadora de la comprensión en los profesores. Lo anterior compone el marco teórico que sustenta la presente investigación y muestra la importancia que tiene la EpC como modelo pedagógico para promover aprendizajes. Los sustentos teóricos también muestran la pertinencia de elaborar dentro de un programa de formación continua para profesores herramientas caseras que sean adecuadas para la toma de datos meteorológicos y para la enseñanza de las medidas de tendencia central.

2.7. Estado del arte

En este apartado se presenta un estado del arte sobre la enseñanza de la estadística en educación primaria. El objetivo del estado del arte fue conocer qué concluyen otras investigaciones en el ámbito de la enseñanza de la estadística para establecer nuevos puntos de interés que requieran ser estudiados en esta investigación. La búsqueda de estudios se realizó en las bases de datos:

Ebsco, Dialnet, Redalyc, Taylor & Francys, Scielo, Springer y Google Scholar. Las palabras que mediaron la búsqueda en español y en inglés fueron: *educación, primaria, enseñanza y estadística, primary education, teaching of statistics*. Al inicio de la búsqueda se planteó un rango entre 2015 hasta la actualidad, sin embargo, solo se encontraron 24 estudios, por lo tanto, fue relevante ampliar el rango para cubrir la mayor cantidad de estudios posibles quedando un rango de años entre 2000 y 2019.

Durante el rastreo bibliográfico se identificaron un total de 86 investigaciones de interés que fueron documentados sistemáticamente en una tabla que se diseñó en Excel (Tabla 1). Inicialmente se identificó si se trataba de tesis, artículo de revista o libro, posteriormente se caracterizó por información de interés de la siguiente manera: título, autores, año, país, resumen y palabras claves. La tabla permitió filtrar las investigaciones por palabras claves para agruparlas según sus objetivos y conclusiones. Finalmente se descartaron algunas según su objetivo, población y aplicación en la educación básica primaria.

Tabla 1. Encabezado matriz usada para registro de investigaciones consultadas.

TÍTULO	AUTOR	AÑO	TIPO	RESUMEN	PALABRAS CLAVE	PAÍS
Análisis de las actividades de estadística propuestas en textos escolares de primaria	Salcedo	2015	Artículo	El objetivo de este trabajo es analizar las actividades de estadística propuestas para el estudiante en los libros de matemática para la educación primaria de la Colección Bicentenario. Se analizan las 46 actividades propuestas a los estudiantes en todos libros de la Colección en el tema de estadística; primero por su relación con el contenido estadístico y luego por el nivel de exigencia cognitiva, según el modelo de Stein, Smith, Henningsen y Silver (2000), ajustado a contenidos.	Estadística, probabilidad, actividades para el estudiante, exigencias cognitivas, libros de texto de matemática.	Venezuela

Fuente: elaboración propia

Se descartaron 48 estudios cuyos objetivos se dirigían principalmente a profesores en

formación y no incluían información relacionada con formación continua. Los 38 documentos restantes se agruparon bajo tres (3) categorías: (1) Estrategias para el aprendizaje de la estadística (2) Libros de texto usados para la enseñanza de la estadística en primaria, y (3) Formación continua de profesores de primaria y enseñanza de la estadística. Estas categorías emergieron de las conclusiones de los estudios evidenciando tendencias en la investigación educativa para la básica primaria en diversos países.

2.7.1. Estrategias para el aprendizaje de la estadística.

Este apartado presenta las investigaciones que se agruparon bajo esta categoría. Se presentan las principales conclusiones de 18 artículos científicos en los que se identificaron formas de aprendizaje en estudiantes y estrategias pedagógicas y metodologías utilizadas por los profesores en la enseñanza de la estadística en diversos niveles de básica primaria.

Afantiti y Lamprianou (2005) realizaron una investigación a partir de un estudio previo sobre conceptos erróneos de probabilidad en niños debido a la representatividad heurística. Se utilizó la metodología de medición de Rasch, modelo principal para la construcción y análisis de un test. Se analizaron datos recopilados con un instrumento de 10 ítems (descrito por Afantiti, Lamprianou y Williams, 2002, 2003), que se administró a una nueva muestra de 754 estudiantes y 99 profesores con el objetivo de determinar el grado en el que la probabilidad es entendida por estudiantes y profesores; también fue importante saber si la jerarquía de elementos resultante del análisis Rasch para estudiantes y profesores sería similar. Se investigó si los profesores reconocían en los estudiantes los errores que cometían. El análisis de datos mostró que existe una jerarquía de dos niveles para caracterizar el pensamiento probabilístico de los estudiantes, de hecho, se halló que la jerarquía de elementos era la misma descrita por Afantiti et al. (2002, 2003), aunque las muestras eran de diferentes escuelas y se recolectaron con dos años de diferencia.

Batanero, Díaz y Arteaga (2018) evaluaron el nivel de lectura y la capacidad de traducción

de pictogramas a partir de dos tareas propuestas a 745 estudiantes chilenos de primaria. En la primera tarea deben traducir un pictograma a una tabla y en la segunda tarea deben justificar su acuerdo o desacuerdo con dos afirmaciones al utilizar datos de un pictograma. El análisis permite comparar las respuestas y el nivel de lectura que alcanzan. Los resultados muestran que los estudiantes de la muestra alcanzan una buena comprensión de los pictogramas en tareas similares a las propuestas en los textos chilenos ya que, alrededor del 75% del total de la muestra traduce la información de un pictograma a una tabla.

Braham y Ben (2017) analizaron la unificación de modelos estadísticos para enseñar a estudiantes con los modelos de inferencias estadísticas informales. En esta investigación, se diseñó e implementó un enfoque de modelado integrado (IMA) para ayudar a que los estudiantes entendieran la relación entre muestra y población. Para desarrollar un entorno que se basó en la investigación potenciada por la tecnología en los grados cuarto (4°) a sexto (6°), se exploraron las articulaciones de un par estudiantes de primaria en Israel, que participaron previamente en el *Connections Project Exploratory Data Analysis* (EDA). Se concluyó que los modelos estadísticos pueden surgir entre los estudiantes de primaria para contribuir en investigación de educación estadística al ayudar a desarrollar la comprensión del modelado, muestreo, e incertidumbre.

Castro (2014) estudió errores y dificultades que se encuentran en el aprendizaje de la estadística en primaria. En esta investigación se diseñó una propuesta de innovación que desarrolló un proyecto para la enseñanza de la media y moda en primero de primaria. En este proyecto participaron 22 estudiantes de un colegio público de Cantabria, España. La metodología de esta propuesta se basó en el trabajo por proyectos. Su objetivo principal fue que los estudiantes resolvieran un problema y fueran capaces de plantearlo e investigarlo, para ello, recolectaron datos del proyecto, investigaron e infirieron conclusiones. Con esta investigación se buscó comprobar si los significados de los conceptos estadísticos son adquiridos de manera significativa por los

estudiantes cuando trabajan mediante proyectos. Se concluye que el primer curso de primaria es una buena ocasión para introducir elementos estadísticos, siempre que se trabaje mediante un proyecto acorde al contexto del estudiante para que se descubra el concepto, sus significados y estrategias de cálculo.

Calvo (2016) realizó un estudio acerca de la situación actual de la enseñanza de la estadística en la etapa de educación primaria. La propuesta se da bajo el aprendizaje cooperativo que se define como parte de la organización de la clase en pequeños grupos, mixtos y heterogéneos, donde los estudiantes trabajan de forma coordinada para resolver tareas y profundizar en el aprendizaje, mediante interacciones entre los miembros del grupo. Los objetivos solo son alcanzados por los estudiantes si los conceptos y el tema, en general, generan interés. Es decir, la representación gráfica en la estadística hace más atractivos los conceptos estadísticos y teóricos.

delMas (2002) resumió similitudes y diferencias entre alfabetización estadística, razonamiento y pensamiento (Rumsey, Garfield y Chance, 2002). Con base en la diferencia, se propuso una estrategia para potenciar la comprensión dentro de la enseñanza de la estadística. Se concluye que la triangulación de objetivos, instrucción y evaluación dentro de un curso es necesaria para apoyar la investigación en educación estadística en el aula. Una actividad educativa que esté cuidadosamente diseñada para que objetivos, instrucción y evaluación estén interconectados y se retroalimenten entre sí, brinda una oportunidad propicia para la investigación.

English y Watson (2015) estudió la variación como base de las investigaciones estadísticas. El estudio siguió el desarrollo de la comprensión de la variación de los estudiantes de cuarto grado a través de la participación en una secuencia de dos lecciones que se basa en la medición. La comprensión de la variación es el desarrollo de ideas intuitivas, su posterior descripción y representación para hacer comparaciones y considerarla como parte del pensamiento estadístico. En la primera lección, los estudiantes midieron la longitud del brazo de un compañero

y se identificaron las estrategias que siguieron para desarrollar la comprensión de la variación y medición lineal. En la segunda lección, se midió una vez el brazo de cada estudiante y se presentó un aspecto diferente de variación; se pidió a los estudiantes observar y contrastar. Se exploró el desarrollo de los estudiantes al comparar sus representaciones para los dos casos y explicar las diferencias en términos de variación. Los hallazgos informan la importancia de un enfoque temprano en la variación, con actividades que motiven a los estudiantes a realizar mediciones, junto con la creación de representaciones dibujadas a mano y mediante el uso de software para relatar sus experiencias.

English (2017) informó sobre un estudio para modelar datos con estudiantes de tercer grado. La actividad propuesta se implementó en dos escuelas: una privada a la que asistían solo niñas y otra pública a la que asistían niños y niñas. Esta involucró investigaciones exhaustivas basadas en conceptos, contextos y preguntas en relación con la fabricación de caramelos con regaliz. Los estudiantes experimentaron la "creación de variación" ya que compararon y representaron las masas de "palitos de regaliz" que hicieron a mano y aquellos que usaron una extrusora Play-Doh. Al generar sus propias medidas estadísticas, los estudiantes observaron características y aprendieron a proponer decisiones críticas con datos, donde la variación y la incertidumbre están presentes. Esta investigación explica cómo los estudiantes de tercer grado pueden participar en el proceso de modelar con datos que involucran conceptos estadísticos básicos, cuando se presentan bajo un contexto motivador.

Garfield (2002) definió el razonamiento estadístico como la manera en que las personas dan sentido a la información estadística. Este razonamiento implica hacer interpretaciones basadas en conjuntos de datos y sus representaciones. Garfield (2002) explicó tipos de razonamiento correcto e incorrecto. El razonamiento estadístico sobre distribuciones de muestreo se examina con detalle, presentando un modelo y ofreciendo sugerencias para evaluarlo. Este modelo guía a los

estudiantes en el uso de un software de simulación para hacer predicciones, simular resultados y evaluar tales resultados (delMas, Garfield y Chance, 1998). Se concluye que actividades diseñadas para ayudar a desarrollar el razonamiento estadístico de los estudiantes deben integrarse de forma cuidadosa en cursos de estadística.

En Estados Unidos, Glancy (2015) afirmó que las estadísticas representan un componente sustancial del núcleo común de estándares estatales para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas y, en general, hay tendencia a aumentar requisitos estadísticos en los currículos, tanto para estudiantes como para sus profesores. Este estudio analizó cómo estudiantes resolvían tareas integradas de análisis de datos en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. La expectativa era que el contenido de estadísticas se enseñara principalmente por profesores de matemáticas. La muestra constó de ocho grupos de estudiantes de quinto grado, que interactuaron con las tareas de análisis de datos e intentaron razonar a partir de datos en contextos de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. Se les pidió recopilar, organizar, interpretar y, tomar decisiones o sacar conclusiones de sus datos en el contexto de consultas científicas o desafíos de diseño de ingeniería. Una observación clave en este estudio es que, la comprensión del fenómeno les ayuda a dar sentido a los datos y su análisis permite sacar conclusiones sobre el fenómeno.

González, Beltrán y Gómez (2018) expusieron una experiencia de aula implementada con estudiantes de grado cuarto en el Colegio Gimnasio Los Andes, bajo un enfoque pedagógico EpC. La investigación se realizó con una metodología mixta que permitió examinar cómo los estudiantes analizan, leen e interpretan gráficos estadísticos y generan o construyen otros gráficos, relacionados con el álbum del mundial de Rusia 2018. Se resaltó la importancia de la interpretación de la información presentada en el álbum con el fin de propiciar la reflexión y el pensamiento crítico ante situaciones cotidianas en los estudiantes y que puedan estimular la comprensión de gráficos estadísticos. Se concluye que el fútbol y la estadística están estrechamente relacionados, además,

situaciones de este deporte pueden ser herramientas útiles para el trabajo de aula, con el fin de lograr la construcción de diferentes diagramas estadísticos a partir de la interpretación de datos.

Gómez, Contreras y Molina (2018) evaluaron el nivel de actitudes que presentan estudiantes de educación primaria hacia la estadística. En esta etapa educativa se comienza a dar las primeras concepciones, actitudes, emociones y creencias acerca de la estadística, aspectos que tendrán un valor de cara al futuro. Se plantearon factores de importancia que puedan ayudar a mejorar la educación estadística en la escuela. La muestra estuvo conformada por 60 estudiantes de educación primaria y se utilizó el cuestionario de evaluación de actitudes de Schau (SATS). Los resultados obtenidos no pueden inferirse para la población de estudio, sino que sólo son válidos para la muestra elegida. Se concluye que los profesores deben hacer énfasis en mostrar a los estudiantes la cercanía de la estadística respecto a sus vidas; entender su funcionalidad en la vida cotidiana conlleva a propiciar interpretaciones sobre diversa información con la que desarrollarán un espíritu crítico. Los profesores deben favorecer metodologías donde se fortalezca el trabajo colaborativo entre los profesores de matemáticas, quienes pueden llevar a cabo proyectos integrados estadísticos donde tengan que resolver situaciones hipotéticas que se les presenten.

Hirsch y O'Donnell (2001) desarrollaron un instrumento de prueba de opción múltiple para identificar estudiantes que tienen ideas falsas o erróneas sobre la probabilidad y estadística. Un total de 263 estudiantes hicieron parte de la investigación y completaron tal prueba. Los resultados del estudio evidencia que los estudiantes manifiestan ideas falsas con relación a la estadística, incluso con instrucción formal por parte de un profesor. El instrumento de prueba para este estudio proporciona a los profesores un método válido y confiable de identificación para las ideas erróneas.

Lara (2017) argumentó que las matemáticas son temidas en algunos cursos de formación en España. Algunos estudiantes afirman que son difíciles y la consideran aburrida, pero saben que es importante para cualquier trabajo futuro. En las clases, los profesores se empeñan en plantear

problemas y ejercicios de forma mecánica que acaban por desmotivar los estudiantes. Entonces, se propone una unidad didáctica para dar otro enfoque a la clase de matemáticas, hacerla de una forma constructivista en la que se utilice el juego y algunos materiales manipulativos. El objetivo es conseguir que los estudiantes pierdan el miedo a investigar, plantear preguntas, buscar soluciones de una forma natural, rodeados de sus compañeros, con actividades cercanas a su realidad, pero regidos por la legislación vigente. Después de aplicar la unidad didáctica se puede concluir que los profesores deben encontrar la forma de llevar la estadística a la escuela para incorporar un conocimiento pedagógico, debido a que los estudiantes descubren el mundo a través del juego y la manipulación de objetos, proporcionándoles un ambiente tranquilo en donde puedan preguntar libremente, se les escuche, respondan e investiguen a su ritmo.

Méndez y Vargas (2013) describieron y analizaron la comprensión de información contenida en gráficos y tablas estadísticas por estudiantes de básica primaria bajo el modelo de aprendizaje de la EpC. Esta investigación se desarrolló bajo una metodología cualitativa y un enfoque descriptivo-interpretativo. El grupo seleccionado para la toma de datos fueron 27 estudiantes de grado quinto de básica primaria, entre 9 y 11 años. Se diseñaron herramientas metodológicas como el organizador de unidad y actividades a partir de criterios definidos por la EpC. Los organizadores permitieron una relación directa con el objeto de estudio y la recolección de información, esta última se desarrolló en tres fases: exploración, investigación guiada y proyecto final de síntesis. Con el fin de analizar la información se diseñaron matrices de evaluación para la descripción de los métodos que se desarrollaron en cada dimensión de la comprensión, para hacer una retroalimentación final.

Triviño, Sola y Rivas (2013) analizaron los resultados de implementar un programa para mejorar la comprensión lectora y gráficos estadísticos en estudiantes de cuarto grado de primaria (8 a 10 años) en Venezuela. Se utilizó un grupo experimental y un grupo control. Los resultados

informaron que el grupo experimental evidenció mayor comprensión lectora que el grupo control; esto permite afirmar que incluir programas para mejorar la comprensión lectora en primaria es efectivo. La investigación fue de tipo exploratorio-descriptivo y aplicó un instrumento (actividad práctica) para hacer una descripción del nivel de comprensión lectora de los estudiantes.

Watson y Moritz (2000) estudiaron el desarrollo de la comprensión del concepto “promedio”. Para ello, los autores propusieron tres niveles. El primer nivel trató una comprensión básica de la terminología estadística, el segundo nivel una comprensión del lenguaje y conceptos estadísticos cuando se integran con el contexto de una discusión social amplia, y el tercer nivel trató una actitud de cuestionamiento aplicable a conceptos sofisticados que permitan contradecir las afirmaciones manifestadas sin una base estadística adecuada a través de entrevistas con 94 estudiantes de grados tercero (3°) a noveno (9°). Se realizaron entrevistas de seguimiento con 22 estudiantes después de 3 años y con otros 21 después de 4 años. Se encontraron seis niveles de respuesta basados en un modelo jerárquico de funcionamiento cognitivo. Los primeros cuatro niveles describieron el desarrollo del concepto promedio de ideas propias en descripciones de procedimiento o conceptuales para derivar una medida central de un conjunto de datos. Los dos niveles más altos representaron la transferencia de la comprensión a una o más aplicaciones en tareas de resolución de problemas para revertir el proceso de promedio y evaluar una media ponderada. Se observa uso de ideas que se asocian con las tres medidas estándares de tendencia central, uso de la representación y uso de estrategias para la resolución de problemas.

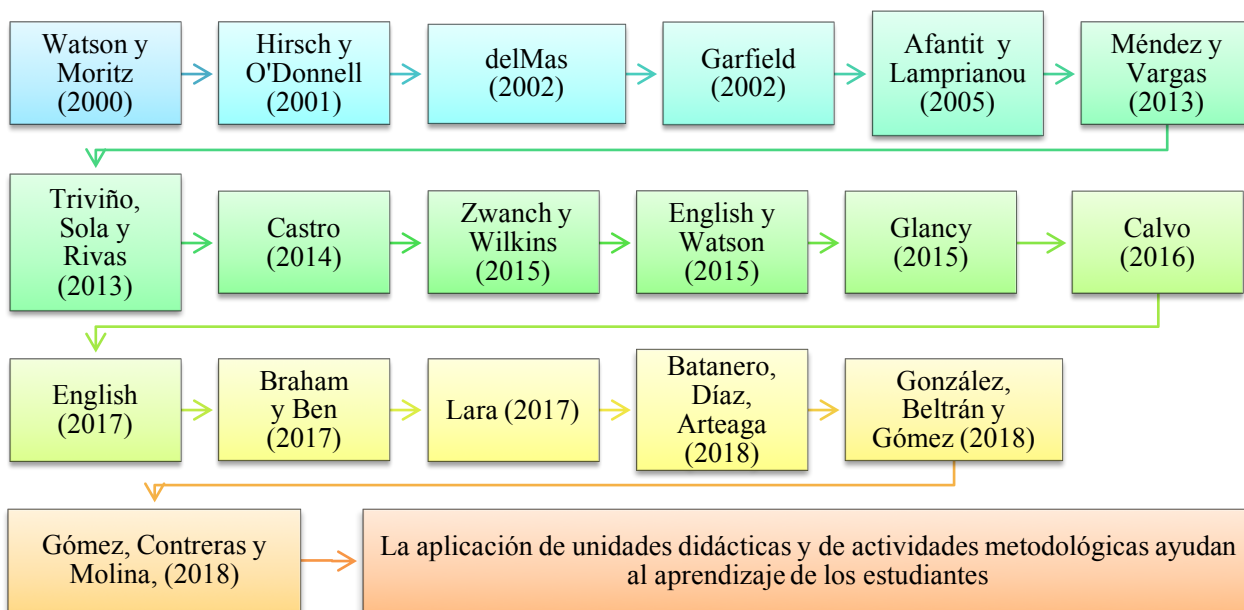
Zwanch y Wilkins (2015) argumentaron que un tema común en el estudio de las matemáticas es que los estudiantes no necesariamente razonan normativamente a través de situaciones estadísticas inciertas. En cambio, confían en la heurística, entendida como un método para aumentar el conocimiento y como medio para reducir la tensión mental necesaria para el pensamiento probabilístico normativo (Kahneman y Tversky, 1972). Por tanto, propusieron

explorar el uso de representaciones heurísticas en 14 estudiantes de quinto grado en una escuela primaria rural en el sureste de los Estados Unidos mediante tareas probabilísticas relacionadas con un juego. Se consideró que once de los catorce estudiantes entrevistados en cuatro series de preguntas utilizaron el razonamiento que clasifica la heurística de representatividad. Sin embargo, el razonamiento era inconsistente y se establecía entre normativo y heurístico.

Las estrategias metodológicas que se han estudiado y descrito en este apartado son diversas, pero tienen el fin de implementar herramientas didácticas para mejorar los aprendizajes en los estudiantes. En especial, los autores de esta categoría muestran interés por mejorar la comprensión de los estudiantes en contenidos estadísticos. La F

Figura 5 muestra un resumen de los autores y la conclusión principal:

Figura 5. Autores que han investigado sobre estrategias para el aprendizaje de la estadística.



Fuente: elaboración propia

2.7.2. Libros de texto para la enseñanza de la estadística en primaria.

Esta categoría se construyó con las investigaciones sobre libros de texto e interpretaciones sobre gráficos y contenidos estadísticos presentes en ellos, asimismo, se describen las formas de abordar dichas temáticas en diferentes países. Se identificaron diecisiete (17) investigaciones que se realizaron en España, Argentina, Chile, Venezuela, Costa Rica y Perú, sin embargo, se descartaron 8 por semejanza en los objetivos, hallazgos y autor.

Arteaga, Batanero, Díaz-Carmen y Contreras (2009) estudiaron la interpretación y construcción de gráficos estadísticos en la cultura, según los planteamientos que se documentan en los libros de texto. Describieron la característica que un ciudadano debe tener para enfrentarse críticamente a la sociedad de la información. Se sintetizó indicando que, a pesar de la importancia de los gráficos estadísticos, la competencia relacionada con el lenguaje de las gráficas estadísticas no se alcanza en la educación obligatoria. La investigación mostró que la lectura e interpretación del lenguaje gráfico es una habilidad altamente compleja, que no se adquiere espontáneamente, pero por desgracia, tampoco parece alcanzarse con la enseñanza.

Batanero, Díaz, Arteaga y Gea (2014) argumentaron que los gráficos estadísticos permiten dar sentido a las matemáticas, por su amplia presencia en los medios de comunicación y por su utilidad en otras asignaturas académicas y en la vida profesional. Se analizaron los tipos de gráficos incluidos en tres series completas de libros de texto de educación primaria española para un total 215 actividades y se compararon algunas directrices curriculares para este nivel educativo. Los libros se revisaron con detalle para seleccionar los ejemplos, ejercicios, tareas o párrafos en que se incluyera al menos un gráfico estadístico. Se observó que se han seguido las recomendaciones curriculares al introducir los gráficos estadísticos desde el primer curso. Asimismo, la abundancia de gráficos de barras está de acuerdo con los hallazgos de Watson (2006), pues la autora indica que la sencillez de los gráficos de barras los hace adecuados para su introducción temprana. En frecuencia siguen los gráficos de líneas y sectores; los gráficos de barras y líneas están citados

explícitamente en el Decreto de Enseñanzas Mínimas (MEC, 2006), el gráfico de sectores en las orientaciones derivadas de la MECD (2014).

Díaz-Levicoy (2018) evaluó la comprensión que alcanzan estudiantes de educación primaria sobre gráficos estadísticos incluidos en directrices curriculares de Chile. El interés de este estudio fue la incorporación de los gráficos estadísticos desde primeros cursos de educación primaria en la última actualización de directrices curriculares debido a la escasez de investigaciones previas en el contexto chileno. Se utilizó el enfoque onto semiótico del conocimiento y la instrucción matemática que permiten comparar el significado institucional de referencia y el significado personal que se logra en una muestra de estudiantes chilenos, analizando respuestas a un cuestionario de evaluación que se construye previamente y se basa en el contenido de libros de texto. Finalmente, se evaluó la comprensión de gráficos estadísticos en una muestra de 745 estudiantes de educación primaria, pertenecientes a 13 escuelas y colegios públicos de diferentes ciudades chilenas. La comprensión de los gráficos se entendió como la capacidad que tiene un estudiante para interpretar información que presenta un gráfico y relacionarla con el fenómeno objeto de estudio. Los resultados indicaron tanto el conocimiento como las dificultades que los estudiantes próximos a finalizar la educación primaria tienen cuando resuelven actividades sobre gráficos estadísticos. Se proporciona una medida global de la comprensión gráfica de los participantes, mediante análisis de la puntuación total en el cuestionario y una clasificación de conflictos semióticos identificados.

Díaz-Levicoy, Giacomone y Arteaga (2017) presentaron resultados investigativos sobre la presencia de gráficos estadísticos en cuatro series de 12 libros de texto para el segundo ciclo de educación primaria en Argentina. La investigación siguió una metodología cualitativa mediante análisis de contenido para analizar secciones de libros de texto donde aparecen gráficos estadísticos. El nivel de estudio fue exploratorio ya que permitió indagar sobre la pertinencia de

este tipo de gráficos. Como resultado, se identificaron y analizaron 44 actividades. Se concluye un escaso énfasis de la estadística en libros de texto, conclusión que no estaría en concordancia con la visión actual de la alfabetización estadística propuesta por autores como Ben-Zvi y Garfield (2004) y Watson (2006). Las representaciones encontradas se relacionaron con la poca enseñanza de la estadística en básica primaria, a pesar de ser entendidas como elementos culturales que deben ser puestos en acción en el aula desde los primeros cursos de educación primaria, para asegurar que los futuros ciudadanos tengan herramientas para interpretarlas y analizarlas críticamente.

Díaz-Levicoy, Ruz y Molina (2017) describieron resultados preliminares del análisis de actividades en las que intervienen tablas estadísticas contenidas en libros de texto de tercer grado de educación primaria en Chile; se utilizó la metodología cualitativa de nivel descriptivo. Para la recolección de datos se realizó un análisis de contenido en las unidades temáticas de tres libros de texto sobre estadística y probabilidad, que se han elegido por su amplia difusión. Los resultados permitieron identificar que el tipo de representación frecuente corresponde a la tabla de conteo y las actividades comunes son traducir y calcular, también se construyeron gráficos y operaciones aritméticas con la información de una tabla. Se concluye que existen diferencias sobre el tipo de tabla y actividad según el libro de texto que se considere.

Gómez (2000) realizó un estudio sobre los componentes, evolución y objetivos de los libros de texto de matemáticas en España. Discutió sobre el papel del profesor al sentirse obligado a adaptarse a un libro de texto estándar por el hecho de que este cumple con los requerimientos exigidos por las directrices en España. El autor reflexionó en relación con tres puntos que son: la necesidad de una regulación política de los libros, la función pedagógica de los libros de texto en la enseñanza y los altos precios que pueden tener en el mercado. De manera adicional, reflexionó sobre la inclusión y exclusión de algunos contenidos, en este caso de la estadística, que antes era tratada únicamente en los libros de texto para bachillerato. Por último, el autor aseguró que, aunque

los libros de texto de matemática han tenido diversas opiniones en contra a través de los tiempos, se han reestructurado para cumplir con su objetivo educativo, sin embargo, el enemigo actual parece ser la tecnología y la computación.

López, Ojeda y Salcedo (2018) expusieron que la probabilidad y estadística son disciplinas que son desatendidas en el Sistema Educativo Nacional Mexicano, a pesar de ser importantes en la solución de problemas de la vida cotidiana. Aún hay temor por los números, aspecto que limita el desarrollo de pensamiento probabilístico y estadístico. El objetivo investigativo fue identificar ideas sobre elementos probabilísticos en lecciones de libros de texto de la educación primaria en México y evidenciar aquellos que convocan una red conceptual y permiten su introducción en la práctica de los profesores. El estudio se desarrolló en dos fases con enfoque cualitativo. En la primera fase se analizaron planes y programas de estudio de seis grados escolares de la educación primaria y se revisaron lecciones de libros de texto de grados primero y segundo, pues se identificó una ausencia de estocásticos en los programas correspondientes. En la segunda fase se seleccionaron y analizaron lecciones de los libros. Bajo un enfoque epistemológico, se emplearon criterios de análisis para señalar diez ideas sobre estocásticos y la naturaleza epistemológica de la apropiación del concepto matemático. Los resultados muestran una ausencia de contenidos de probabilidad y reducción de contenidos de estadística al mero cálculo numérico en libros de texto. Ninguna lección refiere a los estocásticos de manera precisa, sin embargo, se pudieron identificar siete que implican un fenómeno aleatorio y su posible tratamiento en el aula de manera sistemática.

Ruiz (2014) presentó resultados investigativos para determinar el porcentaje de tiempo que se dedica a la enseñanza de la estadística en básica primaria. De forma especial, se investigó sobre la forma cómo se enseñan diferentes contenidos de estadística en América Latina. Se realizó una exploración a través de unos cuestionarios sobre la enseñanza de las matemáticas desarrollados por la UNESCO –Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura–

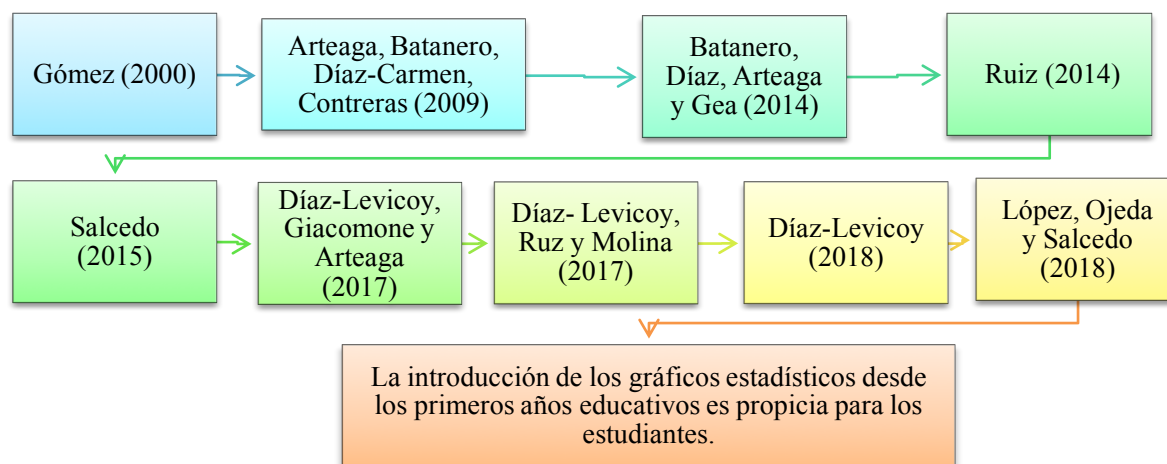
para el Segundo Estudio Regional Comparativo y Explicativo. Se analizaron datos de 16 países, 2.969 escuelas y 8.174 profesores de matemáticas. Los datos fueron seleccionados en cada país mediante muestreo aleatorio estratificado de conglomerados. Los resultados concluyen que aproximadamente el 16% del tiempo de enseñanza de las matemáticas se dedica a la estadística, de manera específica, a la elaboración e interpretación de tablas y gráficos y se abandonan las nociones de probabilidad y resolución de problemas.

Salcedo (2015) analizó actividades de estadística propuestas para el estudiante en libros de matemática de educación primaria. Revisó 46 actividades presentes en libros de la Colección Bicentenario en Venezuela. Primero por su relación con el contenido estadístico y luego por el modelo de Stein, Smith, Henningsen y Silver (2000) que centra su atención en la demanda cognitiva, es decir, el nivel de pensamiento que la actividad exige al estudiante para desarrollarla y resolverla con éxito, adjuntándose a contenidos de estadística. El estudio fue de tipo exploratorio y el análisis indicó que 13 actividades no están relacionadas con el contenido estadístico y 12 no son actividades. De las 21 actividades restantes, 17 pertenecen a categorías de baja demanda cognitiva de acuerdo con el modelo teórico.

En este apartado se describió estudios importantes relacionados con los contenidos que se presentan en libros de texto en algunos países. Se puede inferir que la estadística hace parte fundamental de los contenidos que se deben enseñar en básica primaria, aunque se utilicen diversas formas y métodos. La

Figura 6 muestra los autores agrupados en esta categoría y la conclusión global de las investigaciones:

Figura 6. Autores que han investigado sobre libros de texto para enseñar estadística.



Fuente: elaboración propia

2.7.3. Formación continua de profesores de primaria y enseñanza de la estadística.

En esta categoría se encuentran 12 investigaciones relacionadas con los profesores de básica primaria y se presentan percepciones y estrategias utilizadas para la enseñanza de la estadística. Alpízar, Chavarría (2015) afirmaron que los profesores de educación básica tenían poca formación en estadística y probabilidad, aunque se encontraban presentes desde 1995 en programas de estudio del Ministerio de Educación Pública de Costa Rica. La investigación fue no experimental descriptiva y, de acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2006), se describieron hechos para generar interpretaciones correspondientes a aquello que sucedió. Participaron 20 profesores durante una capacitación sobre didáctica de la probabilidad y estadística en la dirección regional de Heredia en el 2011. La información se recolectó por medio de cuestionarios autoadministrados que buscaban describir la percepción que tenía este grupo de profesores en ejercicio ante la enseñanza y el aprendizaje de estadística y probabilidad. Se concluyó que los profesores son conscientes de que la estadística debe enseñarse en primeros niveles de formación; algunos le temen por su nivel de dificultad, otros no lo incluyen en sus clases porque no les da tiempo y los últimos desconfían de su fiabilidad. Se propuso que los entes formadores ajustaran sus planes de

formación profesional para adecuarlos a las exigencias y brindar capacitación y actualización a profesores en ejercicio.

Arteaga, Batanero y Contreras (2011) argumentaron que la interpretación y construcción de gráficos constituye la cultura estadística de un ciudadano con buena formación para enfrentarse críticamente a la sociedad de la información. El incremento de contenidos de estadística en educación primaria se hace evidente en publicaciones de libros reglamentarios en España, sin embargo, se observó que los estudiantes de primaria mostraban dificultades para la construcción de gráficos estadísticos, que incluían saber identificar el tipo de gráfico correcto para cada tipo de información. Esta investigación muestra que la interpretación y la elaboración de gráficos son tareas complejas no se alcanzan de manera espontánea. Finalmente, la investigación sugiere, para lograr mejores resultados educativos, empezar por mejorar la formación de profesores para básica primaria bajo una cultura estadística.

Batanero, Godino y Roa (2004) evaluaron obstáculos de profesores para enseñar probabilidad y estadística y describieron contenidos necesarios para que se preparen para enseñar el tema. Se analizaron ejemplos útiles para la capacitación de profesores al considerar actividades realizadas en la Universidad de Granada en cursos dirigidos a profesores de primaria y secundaria. Se presentó a los profesores un ejemplo de una situación didáctica y un patrón de enseñanza en el campo de la probabilidad para concluir que esta puede reforzar su conocimiento probabilístico.

Estrada (2007) documentó el estudio sobre actitudes y conocimientos estadísticos de profesores. Esta investigación tuvo como objetivo fundamentar la acción didáctica que permitiera incidir en las actitudes de profesores e indirectamente mejorar la enseñanza de la estadística en educación primaria. Los instrumentos utilizados fueron cuestionarios compuestos por ítems con formato de respuesta tipo Likert, una escala psicométrica utilizada comúnmente en cuestionarios investigativos. Se describieron resultados que indicaron una relación entre competencia cognitiva

y afectiva. Hay una relación inversa entre la dificultad que tienen en el tratamiento de la materia y el valor afectivo que le asignan; esto es consecuencia de la formación previa en estas actitudes.

Burgess (2008) investigó sobre el conocimiento del profesor de las aulas, lugares propios para compartir conocimiento. El autor reconoció que es difícil separar el conocimiento del contexto en el que se utiliza. La estadística, a diferencia de las matemáticas, presenta sus propios desafíos para la enseñanza y el aprendizaje, sobre todo con el creciente reconocimiento e investigación en torno al pensamiento estadístico. En consecuencia, es necesario un enfoque del conocimiento del profesor que asuma el trabajo real de la enseñanza de la estadística. Esta investigación sugiere un marco para examinar el conocimiento de los profesores de primaria mientras enseñan estadística. Se concluye que el conocimiento del profesor es dinámico y dependiente del contexto y de las características de los estudiantes a quienes se dirige.

Serrado (2012) propuso el programa *Early Statistics* que se basa en el aprendizaje participativo y colaborativo para que los profesores mejoren y enriquezcan sus conocimientos sobre estadística y su enseñanza mediante prácticas activas en el ordenador, experimentación, uso intensivo de simulaciones y visualizaciones, retroalimentación entre estudiantes y reflexión. Al ser profesores en ejercicio pueden aplicar el conocimiento que aprenden en sus respectivas clases. La duración de *Early Statistics* es de 13 semanas y consta de seis módulos. *Early Statistics* explora potencialidades que ofrecen las tecnologías del aprendizaje abierto y a distancia para ayudar a mejorar la calidad de los conocimientos estadísticos en las escuelas europeas.

Olfos, Estrella, y Mena (2015) realizaron un cuestionario del saber del profesor de primaria respecto a su conocimiento disciplinario sobre estadística. Se estudió el conocimiento pedagógico para llevar a cabo la enseñanza de la estadística. El cuestionario se centró en el conocimiento del profesor en relación con el saber estadístico del estudiante y la enseñanza del contenido estadístico. Se incluyeron tres elementos de la educación estadística: comprensión gráfica, diferenciación de

niveles cognitivos y comprensión al cambiar de contenidos de representación. El cuestionario, con validez de contenido otorgada por ocho expertos, consideró un total de catorce (14) ítems que se aplicaron a 85 profesores chilenos de educación primaria y a sus respectivos estudiantes, de grados 4° y 7°. Se presentó el cuestionario completo y a partir de dos ítems se mostraron los resultados que recomiendan promover actividades de generación de ítems, para que los profesores reflexionen sobre la enseñanza del contenido estadístico y construyan un conocimiento respecto al saber estadístico del estudiante.

Olfos, Estrella y Morales (2015) investigaron el impacto de la implementación de una clase de estadística en las creencias de los profesores que observaban esa clase. El diseño correspondió a un estudio cuasiexperimental, de tipo cuantitativo, con un muestreo no probabilístico, con 18 profesores en ejercicio y 7 en formación quienes respondieron un cuestionario validado, con 6 proposiciones bajo una escala Likert. El cuestionario de creencias sobre cómo enseñar estadística se aplicó individualmente a cada profesor cuando llegaba al salón y cuando terminaba la reunión. La clase observada tuvo una duración de alrededor de 90 minutos. Se usó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para comparar las medianas entre ambas aplicaciones. Los resultados dieron cuenta de leves diferencias en “cómo enseñar estadística”, sin llegar a ser significativa, pero la clase permitió que el grupo de profesores tuviera la experiencia de percibir y analizar una clase de primaria en tiempo real para detectar puntos de interés.

Sharma (2017) argumentó que la alfabetización estadística era relativamente nueva en la investigación educativa, además, era útil para mejorar su enseñanza, aprendizaje y evaluación; los profesores e investigadores deben ser conscientes del desafío de alfabetizar. Igualmente, describió la creciente importancia de la estadística, sus concepciones y componentes en el mundo de la información actual. Se consideraron posteriormente marcos para desarrollar la alfabetización estadística a partir de la literatura de investigación. Se concluyó con el argumento de English (2013)

que la alfabetización estadística requiere tiempo para desarrollarse y debe comenzar en los primeros años de escolaridad. Es probable que se necesite desarrollo profesional para profesores (Pierce y Chick, 2013) si quieren ayudar a sus estudiantes a alcanzar niveles más altos de alfabetización estadística antes de abandonar la escuela formal.

Vásquez y Alsina (2015) presentaron los resultados obtenidos de un estudio exploratorio sobre el conocimiento didáctico-matemático para enseñar probabilidad y la estadística de los profesores de educación primaria. El fundamento teórico fue el modelo del conocimiento didáctico-matemático –CDM–. Para evaluar las distintas facetas que este tipo de conocimiento involucra, se analizaron las prácticas de 93 profesores de educación primaria, a partir de las respuestas al cuestionario de respuesta abierta CDM-Probabilidad. Los resultados evidenciaron un conocimiento didáctico-matemático insuficiente para las distintas categorías que componen. Se concluyó que es urgente elaborar programas de intervención que permitan desarrollar el conocimiento didáctico-matemático sobre probabilidad en profesores de educación primaria. La media de las puntuaciones totales fue de 10,92 puntos de un total de 44 puntos posibles. Además, se observaron dificultades para resolver correctamente situaciones problemáticas, manifestándose diversos errores, la presencia de heurísticos y sesgos probabilísticos.

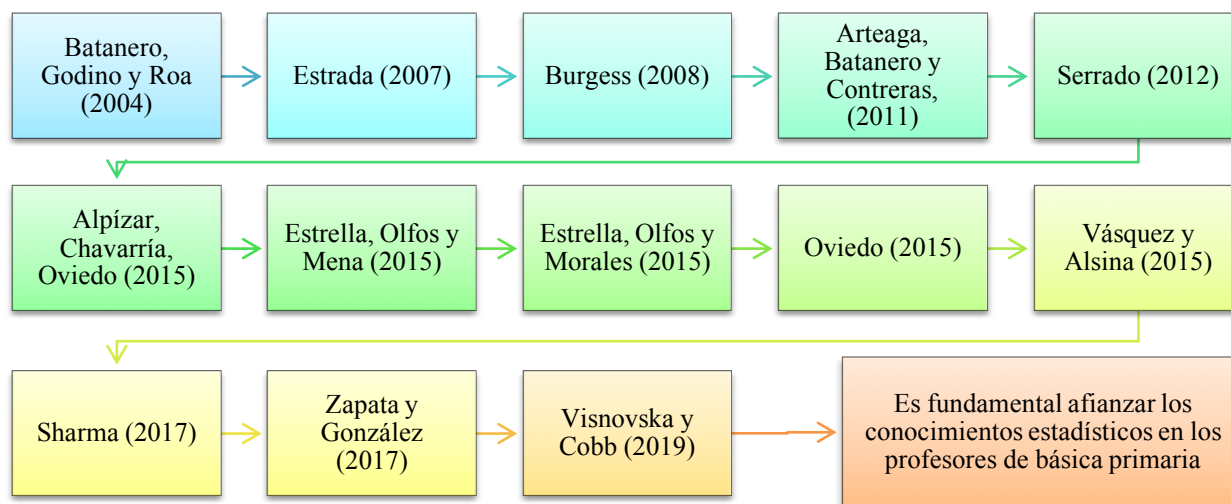
Visnovska y Cobb (2019) documentaron la colaboración de desarrollo profesional de profesores de matemáticas que constituyó una actividad estadística productiva en las clases. Los planes de trabajo consistían inicialmente en realizar cálculos y gráficos. Al final, los profesores planificaron de manera espontánea actividades estadísticas que promovían el análisis de datos. Los cambios en opiniones de los profesores sobre una actividad estadística productiva en el aula se sustentan en el contexto como factor mediador de propuestas de aprendizaje.

Zapata y González (2017) discutieron las imágenes de profesores sobre la estadística y su enseñanza. Las autoras partieron de la trayectoria de los profesores para explicar el origen de esas

imágenes y cómo, mediante la participación en un programa de formación continua, se podían transformar. Los participantes fueron 10 profesores en servicio que tenían la responsabilidad de enseñar estadística en primaria, secundaria y/o media en instituciones públicas de la ciudad de Medellín, Colombia. Los profesores participaron en un programa de formación continua que se fundamentó en la teoría social del aprendizaje. Se diseñaron clases de estadística, se aplicaron y se evaluaron posteriormente. La información se recolectó de los discursos de los participantes en el programa de formación: autobiografías, escritos reflexivos y entrevistas semiestructuradas. Los resultados informan que los profesores iniciaron con unas imágenes estáticas de la estadística y construyeron unas dinámicas como herramienta de indagación empírica.

Como se ha presentado, el problema de la enseñanza de la estadística ofrece diferentes puntos de vista, desde los contenidos propuestos en los libros de texto, las actividades y la formación de los profesores. Varios autores evidenciando que la formación continua de los profesores de básica primaria es fundamental para afianzar los conocimientos de los profesores y replicarlos en las clases con los estudiantes. En la Figura 7 se muestran los autores más representativos de esta categoría y la conclusión más relevante:

Figura 7. Autores que han investigado sobre formación continua de profesores.



Fuente: elaboración propia

Conocer qué concluyen otras investigaciones en el ámbito de la enseñanza de la estadística en primaria es fundamental para establecer puntos de interés que requieran ser estudiados en esta investigación. Los estudios encontrados se inscriben en el contexto educativo, de manera especial, en la educación básica primaria y en la enseñanza de la estadística. En esta revisión emergieron tres (3) categorías: 1. Estrategias para el aprendizaje de la estadística; 2. Libros de texto usados para la enseñanza de la estadística en primaria y 3. Formación continua de profesores de primaria y enseñanza de la estadística. El menor número de investigaciones encontradas se centra en estudiar el conocimiento disciplinar para la enseñanza de la estadística por profesores y este aspecto resultó importante para el desarrollo de la presente tesis: Alpízar, Chavarría (2015); Arteaga, Batanero y Contreras, (2011); Batanero, Godino y Roa (2004); Burgess (2008); Estrada, (2007); Estrella, Olfos y Mena (2015); Olfos, Estrella y Morales (2015); Oviedo (2015); Serrado (2012); Sharma (2017); Vásquez y Alsina (2015); Visnovska y Cobb (2019); Zapata y González (2017).

En concordancia con Watson (2006), se puede concluir que la introducción de los gráficos estadísticos en los primeros años educativos es propicia para los estudiantes. Se potencia la cultura estadística como requisito fundamental de formación en educación matemática: Díaz-Levicoy (2018), Díaz-Levicoy, Giacomone y Arteaga (2017), Ruiz (2014). Los hallazgos permitieron orientar esta tesis para utilizar elementos necesarios en la formación de profesores de básica primaria tales como el uso de estrategias metodológicas. En concordancia con Salcedo (2015), los planteamientos que se hacen en los libros de texto son actividades que potencian la comprensión en los estudiantes. En general, se observa que en los libros de texto hay actividades de baja demanda cognitiva, lo que lleva a autores como Díaz et al. (2016) a preguntarse por la idoneidad del profesor para implementar estrategias educativas para la enseñanza de la estadística.

El tercer grupo de estudios reúne investigaciones de tipo experimental en las que se argumenta que la formación de los profesores de básica primaria en el campo de la estadística es

deficiente: Alpízar, Chavarría (2015); Arteaga, Batanero y Contreras, (2011); Batanero, Godino y Roa (2004); Burgess (2008); Estrada, (2007) Estrella, Olfos y Mena (2015); Olfos, Estrella y Morales (2015); Oviedo (2015); Serrado (2012); Sharma (2017); Vásquez y Alsina (2015); Visnovska y Cobb (2019); Zapata y González (2017). En este sentido, es fundamental afianzar los conocimientos estadísticos en los profesores de básica primaria.

Los profesores argumentan su temor por enseñar ideas erróneas y aseguran que es escaso el tiempo que se dedica en los currículos educativos a la enseñanza de la estadística. Esto se debe al desconocimiento por parte de los profesores de ciertos contenidos que genera que se evite su enseñanza: Arteaga, Batanero y Contreras (2011), Burgess (2008), Estrella, Olfos y Mena (2015), Vásquez y Alsina (2015), Zapata y González (2017). Se evidencia la pertinencia de realizar un plan de formación de profesores donde se proporcionen herramientas metodológicas para la enseñanza de la estadística en los primeros niveles educativos bajo algunos modelos teóricos que permitan comprender contenidos estadísticos: Alpízar, Chavarría (2015), Serrado (2012), Olfos, Estrella y Morales (2015), Sharma (2017), Visnovska y Cobb (2019).

Se puede concluir en primera instancia que investigar sobre la comprensión de los profesores de las medidas de tendencia central al medir variables meteorológicas es pertinente ya que conjuga elementos de los tres grupos de investigaciones encontradas. Quiere decir que las investigaciones documentadas en el estado del arte brindaron a esta tesis información relacionada con los contenidos en los libros de texto, estrategias metodológicas para la enseñanza de las medidas de tendencia central en básica primaria y la formación continua de los profesores. Estos tres grupos se unificaron en una propuesta de formación continua que busca analizar la comprensión de profesores de primaria.

En segunda instancia esta investigación se enfocó en analizar dimensiones de la comprensión que usaron los profesores de primaria sobre la media, la moda y la mediana al medir

variables meteorológicas en un programa de formación continua que se llevó a cabo durante el trabajo de campo. Se retomó la observación constante, los resultados de las tareas desarrolladas por los profesores, las intervenciones verbales y escritas de los participantes y una autoevaluación final. La sistematización e interpretación de esta información permitió analizar cómo comprenden profesores de primaria de la Institución Educativa Valentina Figueroa Rueda las medidas de tendencia central al medir variables meteorológicas en un programa de formación continua para proponer a los estudiantes estrategias prácticas aplicables a situaciones cotidianas.

Esta investigación abre la perspectiva de formación de los profesores en ejercicio, permite pensar en sus necesidades educativas y en posibilitar herramientas metodológicas para trabajar la estadística desde la básica primaria. El diseño del plan de formación continua muestra la riqueza de recursos que se pueden implementar para el trabajo de la estadística con los estudiantes. Además, da validez a argumentos como los de Batanero, Arteaga, Diaz y Gea (2014), quienes aseguran que la cultura estadística y los conocimientos básicos de ella permite a las personas desempeñarse con mayor soltura en un mundo donde la mayoría de la información se da por medio de datos y gráficos estadísticos.

3. Capítulo III: Método

Este capítulo presenta los objetivos investigativos y las preguntas que orientadoras, se describe el diseño del método y las fases en las que se desarrolló la investigación-acción, asimismo, se presenta cada una de las reuniones grupales que se llevaron a cabo para la recolección de información. También se incluyen aciertos, desaciertos y acciones que se eligieron en el camino para producir una estrategia metodológica encaminada a potenciar la formación de los profesores de básica primaria en medidas de tendencia central en el marco de la EpC.

3.1. Objetivos investigativos

3.1.1. General.

- Analizar cómo comprenden profesores de primaria de la Institución Educativa Valentina Figueroa Rueda las medidas de tendencia central al medir variables meteorológicas en un programa de formación continua para proponer a los estudiantes estrategias prácticas aplicables a situaciones cotidianas.

3.1.2. Específicos.

- **Objetivo específico 1:** analizar dimensiones de la comprensión que usan profesores de primaria sobre la media, la moda y la mediana para medir variables meteorológicas en un programa de formación continua.

- **Objetivo específico 2:** identificar desempeños y niveles de comprensión que usan profesores de primaria al implementar herramientas meteorológicas al calcular las medidas de tendencia central en un programa de formación continua para proponer estrategias prácticas a sus estudiantes.

3.2. Contexto

3.2.1. Selección de la muestra y participantes.

Las muestras se seleccionan de manera no probabilística, es decir, que los procedimientos de elección responden más al juicio del investigador (Hernández, Fernández y Baptista, 2010). Por esta razón, se optó por el municipio de Urao que cuenta con 8 Instituciones Educativas, cinco (5) de ellas rurales, dentro de las cuales llama la atención de la investigadora la Institución Educativa Rural Valentina Figueroa Rueda por cercanía al casco urbano, pues se encuentra ubicada a 12 km de la zona urbana aspecto que facilitó el acceso a algunas herramientas tecnológicas. La institución consta de 11 sedes anexas y una sede principal. Las sedes anexas son Penderisco Arriba, Aguacates, Santa Isabel, Penderisco, Cartagena, San Carlos, Santa Catalina, Santa Ana, Aguas Chiquitas, El Hato y Llano Grande. La formación de los profesores fue importante en la selección ya que los títulos académicos abarcan varias áreas del conocimiento que no se encuentran propiamente relacionadas con la matemática.

Los criterios de inclusión de la muestra fueron inicialmente que los profesores enseñaran en básica primaria, pues el interés de esta investigación radica en ese grupo poblacional. Las sedes se encuentran a cargo de doce (12) profesores. En 10 de las sedes anexas un solo profesor debe encargarse de los grados preescolar hasta quinto. En la sede principal hay tres (3) profesoras en primaria y en la sede Penderisco hay dos (2). Posteriormente se extendió la invitación a todos los profesores de primaria para que participaran del programa de formación continua. Este programa inició con 14 profesores, sin embargo, solo 11 de ellos lo terminaron exitosamente participando en la mayoría de las reuniones grupales. A continuación, en la Tabla 2 se muestran algunas características sociodemográficas de los profesores participantes de la investigación.

Tabla 2. Características sociodemográficas de los participantes.

	Seudónimo	Experiencia	Edad	Énfasis del título académico	Posgrado
1	Tatiana	2	27	Ciencias Naturales	No
2	Camila	19	47	Lenguaje	Sí
3	Andrés	24	53	Tecnología	Sí
4	Camilo	10	52	Psicología	Sí
5	Daniel	9	34	Matemáticas	Sí
6	Esteban	6	40	Tecnología	Sí
7	Raquel	23	43	Lenguaje e inglés	Sí
8	Mariana	19	44	Tecnología	Sí
9	Lucia	20	52	Básica primaria	Sí
10	Andrea	20	50	Básica primaria	Sí
11	María	15	39	Lenguaje	Sí
12	Astrid	7	37	Ciencias Naturales	Sí
13	Eliana	16	39	Lenguaje	Sí
14	Lina	20	38	Matemáticas	No

Fuente: elaboración propia

3.2.2. Escenario.

La investigación se desarrolló en la Institución Educativa Rural Valentina Figueroa Rueda que está ubicada a 12 km del casco Urbano en la vereda Pabón como se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** El modelo pedagógico que se implementa en la institución y las sedes anexas es Escuela Nueva conocido como modelo constructivista social, que de acuerdo con Stenhouse (1975), se cimienta en la construcción de conocimiento mediante las contribuciones que el estudiante aporta al conocimiento y se brinda importancia a las interacciones sociales entre ellos. Este modelo gracias a su flexibilidad se articula a las necesidades de la niñez campesina. Además, permite que los estudiantes apoyen los trabajos del hogar mientras avanzan a sus propios ritmos de aprendizaje. El modelo de Escuela Nueva potencia el aprendizaje colaborativo en busca aprendizajes significativos en los estudiantes, aspecto que se encuentra estrechamente relacionado con la EpC. Debido a las condiciones de pandemia que se vivieron durante el desarrollo de programa de formación continua este debió desarrollarse de manera virtual.

Figura 8. Ubicación de la Institución Educativa Rural Valentina Figueroa Rueda.



Fuente: elaboración propia

3.3. Diseño metodológico

3.3.1. Investigación-acción.

La investigación-acción permite analizar una situación particular en una comunidad para plantear estrategias que permitan solucionar un problema real. Asimismo, este tipo de investigación aporta información para guiar proyectos, procesos y reformas estructurales (Hernández, Fernández y Baptista, 2014). La investigación-acción pretende propiciar cambios y transformar la realidad de los participantes (Sandín, 2003), es por esto que es un diseño adecuado para esta investigación puesto que permite identificar una problemática dentro de un grupo de profesores para guiar un programa de formación continua.

De acuerdo con Álvarez-Gayou (2003) citado en Hernández, Fernández y Baptista (2014), tres perspectivas destacan en la investigación-acción: **(1) La visión técnico-científica:** esta perspectiva es la más antigua históricamente, puesto que data desde la época en que vivió el fundador de la investigación-acción, Kurt Lewin. Su método consiste en un conjunto de acciones en ciclos repetidos de análisis para conceptualizar y redefinir el problema una y otra vez. Así, la

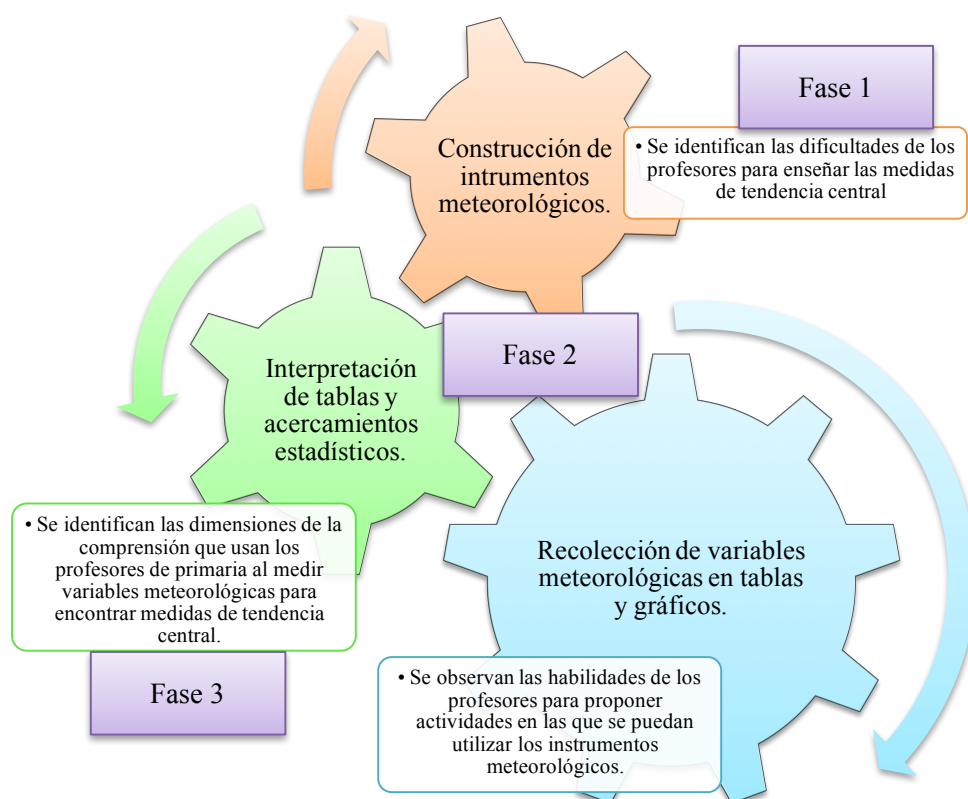
investigación-acción se integra con fases secuenciales de acción: planificación, identificación de hechos, análisis, implementación y evaluación (Lewin, 1946). **(2) La visión deliberativa:** se enfoca principalmente en la interpretación humana, la comunicación interactiva, la deliberación, la negociación y la descripción detallada. Le incumben los resultados, pero sobre todo el proceso mismo de la investigación-acción. **(3) La visión emancipadora:** su objetivo va más allá de resolver problemas o desarrollar mejoras a un proceso, pretende que los participantes generen un profundo cambio social por medio de la investigación. Así, la presente tesis se enmarca dentro de la visión técnico-científica y su diseño se basó en la construcción de ciclos que se retroalimentan constantemente.

El diseño no sólo cumple funciones de diagnóstico y producción de conocimiento, sino que crea conciencia entre los individuos sobre sus circunstancias sociales y la necesidad de mejorar su calidad de vida. Para el caso de esta investigación, sobre la necesidad de comprender las medidas de tendencia central cuando se implementa el uso de herramientas meteorológicas. Este tipo de investigación requiere colaboración entre los participantes para detectar necesidades de la comunidad y para lograr involucrar los participantes con la estructura que se va a modificar, el proceso que se va a mejorar, las prácticas que requieren cambiarse y la implementación de resultados del estudio (McKernan, 2001). El investigador y los participantes pueden desempeñar un rol como coinvestigadores ya que necesitan interactuar de manera constante con los datos (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

El ciclo de investigación-acción de esta investigación se desarrolló desde el planteamiento del problema, la investigadora y los profesores participantes aportaron pensamientos, creencias y conocimiento científico para que el proceso fuera exitoso. La investigación se dio en tres (3) fases, dentro de la fase 1 está el planteamiento del problema, la fase 2 la aplicación del programa de formación continua y la fase 3 de análisis, discusión y conclusiones. Los encuentros grupales,

tuvieron lugar en la fase 2 y se dieron de manera sincrónica por medio de plataformas tecnológicas. Cada reunión se describe dentro del programa de formación continua que se presenta en el Anexo 3. En la Figura 9 se describen las fases investigativas desde la investigación-acción.

Figura 9. Proceso investigativo Investigación-acción.



Fuente: elaboración propia

3.3.3. Técnicas para recolectar información.

Las técnicas para recolectar información son las herramientas en las que se apoyó la investigadora para realizar un análisis del contexto en el cual se desarrolla la problemática, recolectar información y obtener unos resultados para analizar y poder sacar conclusiones. Los instrumentos deben tener validez, esta validez se la asignan expertos en el área de matemáticas y se muestra en el Anexo 4. Las técnicas que se utilizaron en esta investigación fueron:

3.3.3.1. Reuniones grupales.

Para Campoy y Gomes (2009), son pequeños grupos de personas que se reúnen para intercambiar opiniones y reflexionar sobre un tema en particular para encontrarle una posible solución. Esta técnica permite conocer cómo se configuran las percepciones de los participantes en relación con un tema estudiado y requiere de pocos recursos para estudiar contenidos a profundidad. Cervantes (2002) afirma que las reuniones grupales muestran los pensamientos, opiniones, concepciones sobre la realidad que entienden los participantes y mediante las que se llega a acuerdos o divergencias sobre las posturas de los participantes. Es un acercamiento cualitativo complejo mediante el cual se analizan situaciones de interacción también complejas.

Las reuniones grupales son una técnica confiable para la recolección de información sobre el campo educativo que requiere de un análisis cuidadoso en el campo por parte de la investigadora. Por ello, las reuniones grupales se realizaron bajo esta metodología. Debido a la imposibilidad de realizar las reuniones grupales de manera presencial por haber coincidido con tiempo de pandemia fueron tres (3) encuentros virtuales sincrónicos acordados con los profesores participantes, durante las cuales se desarrolló el programa de formación continua descrito en el Anexo

3.3.3.2. Observación constante.

La observación sirvió como apoyo a la investigadora y permitió obtener datos. Gran parte del acervo de conocimientos que constituye la ciencia ha sido lograda mediante la observación (Díaz, 2011). Para realizar la observación la investigadora se sirvió de la guía de observación descrita en el Anexo 5. Esta guía fue adaptada en cada una de las tres (3) reuniones grupales del programa de formación continua según las metas de comprensión. Para la aplicación de la guía de observación en cada reunión grupal del programa de formación continua se debe considerar la tabla de dimensiones de la comprensión con su respectivo indicador a observar descritos igualmente en el Anexo 5.

3.3.4. Recolección de datos.

La recolección de la información se inició en mayo de 2019 y culminó de manera formal en diciembre de 2020, sin embargo, con miras a dar claridad y profundizar en algunos procesos investigativos como el análisis fue necesario extenderse hasta julio de 2021. Siguiendo los lineamientos planteados en la investigación-acción se plantearon 3 fases en la investigación. Cada una de estas fases incluye la espiral de trabajo con diagnóstico inicial, planeación de la reunión grupal, aplicación y análisis. A continuación, se describen a detalle cada una de las fases.

Fase 1: inició en agosto de 2019 con la exploración inicial del conocimiento que tienen los profesores sobre las medidas de tendencia central. Se aplicó una entrevista escrita a profesores. Ver Anexo 1. Al conocer los primeros datos sobre las dificultades que han enfrentado los profesores a la hora de enseñar las medidas de tendencia central y teniendo en cuenta el rastreo bibliográfico realizado por la investigadora se estructura la reunión grupal 1 del programa de formación continua descrita en el Anexo 3. Esta fase culminó en diciembre de 2019.

Fase 2: inició en enero de 2020, se compartió con los profesores la finalidad del programa de formación continua y de la reunión grupal 1, los materiales necesarios para su ejecución y la realización de la Tarea 1. El desarrollo fue de manera virtual y sincrónica, la investigadora realizó observaciones en el formato descrito en el Anexo 5. Se acordó con los profesores la toma de datos meteorológicos de manera individual para su posterior socialización en la reunión grupal 2. Después de la reunión grupal la investigadora realizó un análisis de los diálogos y aportes de los profesores para identificar elementos propios de la comprensión. Para ello se utilizaron los instrumentos de análisis de la reunión grupal y su síntesis, descritos respectivamente en los Anexos 6 y 7.

Para el planteamiento de la reunión grupal 2 se contó con los datos que arrojó el análisis de la reunión grupal 1. Posteriormente se ejecutó de manera virtual y sincrónica en la cual los

profesores describieron los métodos para dar cumplimiento a la Tarea 2 planteada en la reunión grupal 1 y a la Tarea 3 planteadas dentro de la reunión grupal 2 descrita en el Anexo 3. Durante el desarrollo de la reunión se aplicó la guía de observación descrita en el Anexo 5. Teniendo en cuenta los diálogos de los profesores con relación a los instrumentos meteorológicos como herramienta dentro de las clases de estadística se direcciona el programa de formación continua para la reunión grupal 3 descrita en el Anexo 5. Finalmente, con ayuda de los instrumentos descritos en el Anexo 6 y 7, se analizaron los diálogos, participaciones y argumentos de los profesores en esta reunión que sirvieron de insumo para la planeación de la reunión grupal 3.

Con las inferencias obtenidas de la reunión grupal 2 del programa de formación se estructura reunión grupal 3. Posteriormente de manera sincrónica y virtual se pone en marcha y se desarrollan las Tareas 4 y 5. Con los insumos brindados por los profesores de manera escrita y verbal durante el desarrollo de la reunión grupal es posible analizar los elementos de comprensión de los profesores de la información consignada en tablas y gráficos estadísticos con ayuda de los instrumentos de análisis y síntesis de cada reunión. Esta fase culminó en diciembre de 2020.

Fase 3: esta fase inició en enero de 2021. Corresponde al análisis de los resultados globales del programa de formación continua y a la discusión de la implementación de este, para ello se utilizaron los diálogos, observaciones e insumos provistos por los profesores durante el desarrollo del programa de formación. Se analiza la comprensión de las medidas de tendencia central cuando se utilizan herramientas meteorológicas para la enseñanza de la estadística, este análisis se realiza con ayuda de la matriz de análisis descrita en el Anexo 8. Finalmente, se realiza el análisis general de las reuniones grupales se plantea la discusión y las conclusiones de la investigación. Esta fase de la investigación culminó en julio de 2021.

3.3.5. Análisis de los datos en cada fase de la Investigación-acción

El análisis de la información se realizó con los insumos suministrados antes y durante el

programa de formación continua y se presentaron en esta investigación en forma de narrativa considerando los insumos proporcionados en tres (3) reuniones grupales virtuales concernientes al programa de formación continua con los profesores y se complementó con la autoevaluación que ellos mismos realizaron utilizando la matriz de las dimensiones de EpC descrita en el Anexo 8. En esta matriz cada profesor se ubicó en un nivel de comprensión según su propio criterio de aprendizaje durante el proceso de formación continua.

La información obtenida en cada reunión grupal se organizó y transcribió para proporcionar información relevante en el análisis de la comprensión de datos estadísticos mediante la toma de datos meteorológicos. Luego, se buscaron indicadores de comprensión como argumentos, comparaciones, descripciones, retomando fragmentos de las transcripciones que sirvieron como unidades de análisis. Posteriormente, estas unidades sirvieron como base para sintetizar y analizar la comprensión de cada profesor. Teniendo en cuenta que las reuniones fueron grabadas y su calidad no fue buena, se realizaron dibujos de algunas tomas que evidencian la comprensión de los profesores con el fin de que quedaran documentadas. Para sintetizar la información de cada reunión se desarrolló el análisis descriptivo de cada una de ellas donde se identificó la dimensión de la comprensión que utilizó el profesor y las evidencias de comprensión, tal como se describe en los Anexos 6 y 7.

3.4. Consideraciones éticas

Con el fin de guardar la confidencialidad, los profesores participantes fueron nombrados con seudónimos durante la documentación del análisis de la información. Los argumentos e información recolectada durante la entrevista escrita, las reuniones grupales, la observación y la autoevaluación se utilizaron únicamente con fines investigativos y sirvieron de materia prima para el análisis de esta investigación. Adicionalmente en la primera fase de la investigación se les indicó

a los profesores el uso que se le daría a la información y al tratamiento de los datos.⁴

La investigadora se abstuvo de emitir juicios de valor respecto a los aportes, procesos desarrollados y conocimientos previos de los profesores, por el contrario, se buscó enriquecer la practica educativa de los participantes, incluida la misma investigadora. Después de realizar el análisis y culminar la investigación, se hizo devolución de los hallazgos a la institución educativa y se reflexionó entorno a los niveles de comprensión y dimensiones analizadas en esta tesis. Los profesores leyeron, aceptaron y firmaron el consentimiento informado que se presenta en el Anexo 9.

⁴ La propagación del COVID 19 impidió que las reuniones grupales fueran presenciales, por ello, la aceptación de los términos de la investigación se encuentra en las grabaciones. Adicionalmente, se envió el documento sobre consentimiento informado a los correos y lo devolvieron firmado.

4. Capítulo IV: Resultados

4.1. Fase 1 de la investigación-acción

En esta fase se realizó una entrevista escrita a los profesores de la Institución Educativa Rural Valentina Figueroa Rueda. La entrevista arrojó que, respecto a los conocimientos sobre medidas de tendencia central, los profesores expresan que es poco el dominio de la terminología que se usa al enseñar estadística (Profesor Camilo, Entrevista, Mayo, 2019). Además, expresan que les genera confusión el significado de los términos y se evidencia en la dificultad de los estudiantes para la comprensión de los conceptos (Profesora Raquel, Entrevista, Mayo, 2019).

Sobre las herramientas metodológicas y didácticas que utilizan los profesores para apoyar las Cartillas, se puede decir que cada uno es autónomo para elegir aquellas que según su propio criterio potencien aprendizajes. No obstante, la profesora Camila expresa la necesidad de formación específica para realizar material estratégico y didáctico que permita mejorar prácticas con los estudiantes (Entrevista, Mayo, 2019). Una opción para la enseñanza y comprensión de medidas de tendencia central es la observación y registro directo de fenómenos atmosféricos, que ofrecen una alternativa novedosa que genera gran interés y curiosidad. Registrar diariamente datos y observar fenómenos climáticos permite tomar conciencia de cambios importantes (Gómez, 2000).

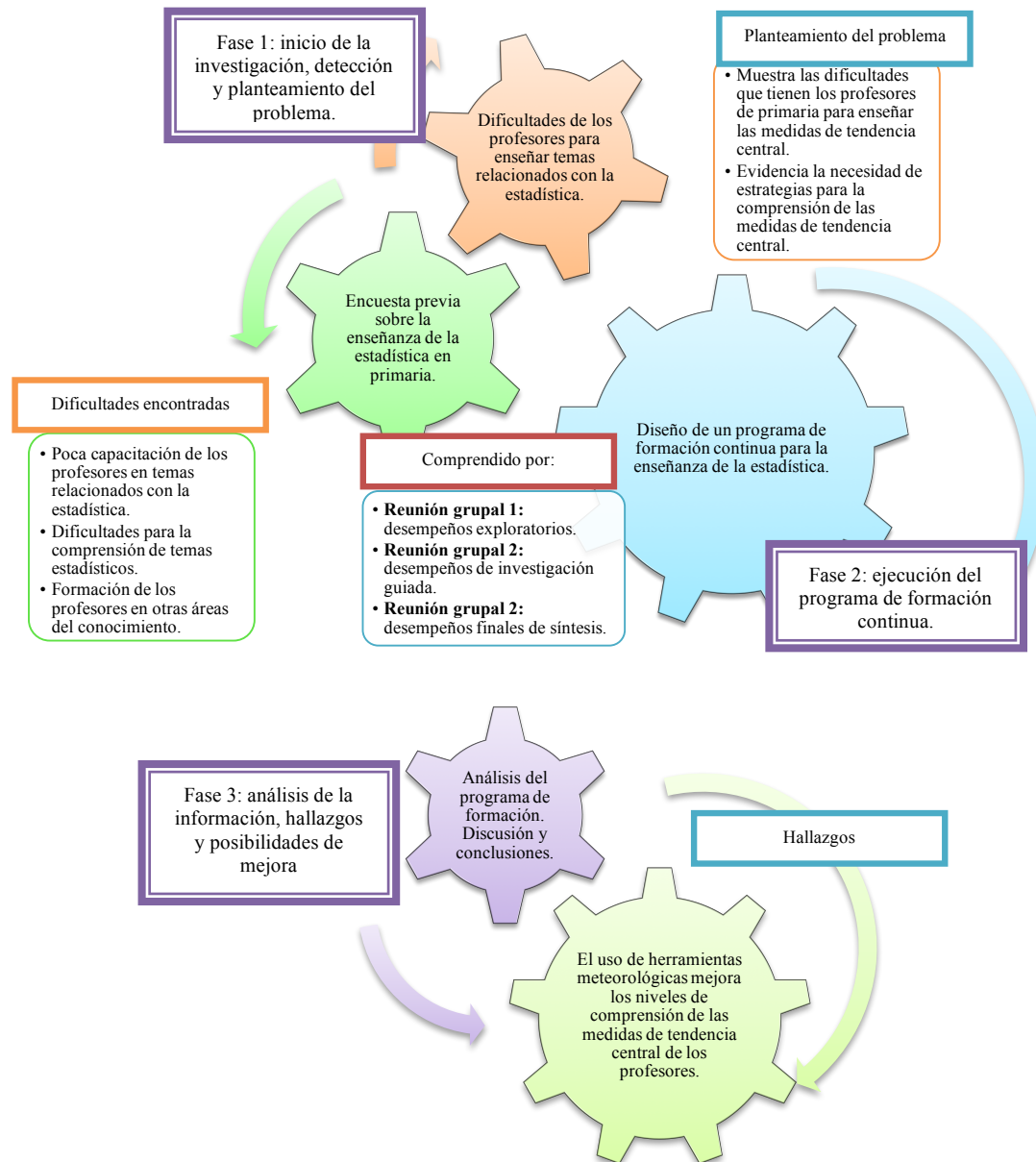
Desde la implementación del modelo pedagógico de Escuela Nueva en las Instituciones Educativas Rurales y a pesar del apoyo que brinda a los profesores, la práctica educativa en los centros educativos rurales es un reto para ellos. La enseñanza se afecta por diferentes aspectos, algunos de acceso y otros más prácticos como la escasa formación continua del profesor, su carga académica, tiempo y cantidad de estudiantes por grado. Por ejemplo, algunos profesores participantes de la investigación expresan con preocupación que “hay poco tiempo para desarrollar

las actividades de las Cartillas, lo que hace que los contenidos se vean de manera superficial y que, en algunos casos, ni siquiera se alcancen a ver” (Profesor Daniel, Entrevista, Mayo, 2019).

Otros profesores argumentan dificultades y tensiones por su formación académica. Al respecto, Camila expresa que los profesores de Escuela Nueva tienen una formación específica y no cuentan con el dominio completo de algunos contenidos, por eso, en ocasiones, se limitan a las Cartillas que son incompletas (Entrevista, Mayo, 2019). Ellos deben enseñar en la mayoría de los casos todas las materias desde grado preescolar (0°) hasta quinto (5°), razón por la cual tienen poco tiempo para tomar cursos y capacitarse, pues los contenidos para preparar en el día a día son diversos. Estos argumentos muestran a los profesores como actores desprovistos de algunos conocimientos, en este caso, de los que se refieren a las matemáticas.

Los argumentos de los profesores, acompañados por el rastreo bibliográfico permiten plantear el problema investigativo de la presente tesis. Además, evidencian la necesidad de proponer un programa de formación continua para mejorar la comprensión en profesores donde se utilicen herramientas meteorológicas para aprender las medidas de tendencia central. En la Figura 10 se muestra el ciclo completo de la investigación-acción que se diseñó teniendo en cuenta los hallazgos de la primera fase de investigación-acción.

Figura 10. Ciclo de investigación-acción y sus fases.



Fuente: elaboración propia

4.2. Fase 2 de la investigación-acción

Este apartado corresponde a la fase 2 de la investigación-acción, contiene el análisis de la información recolectada durante 3 reuniones virtuales sincrónicas que fueron grabadas durante el programa de formación continua que se desarrolló con los participantes de la investigación. En el programa de formación lo iniciaron 14 profesores y terminaron 11 satisfactoriamente. Los profesores se desempeñan en básica primaria en la metodología escuela Nueva y pertenecen a la Institución Educativa Rural Valentina Figueroa Rueda.

El análisis se realizó a partir de la observación, reflexión e interpretación de la información suministrada por los profesores durante el proceso. Como unidades de análisis se tomaron algunos fragmentos de la transcripción de las conversaciones grabadas en las tres (3) reuniones grupales correspondientes a la fase 2, es decir, al programa de formación continua. También se consideraron tablas y gráficas elaboradas de manera escrita por los participantes, las respuestas a diferentes cuestionamientos sobre las medidas de tendencia central y la autoevaluación final. La figura 23 muestra el proceso que se dio para dar apertura a la investigación, su desarrollo y posterior análisis.

4.2.1. Sobre la consecución del objetivo específico 1

4.2.1.1. Comprensión de los profesores al construir instrumentos meteorológicos.

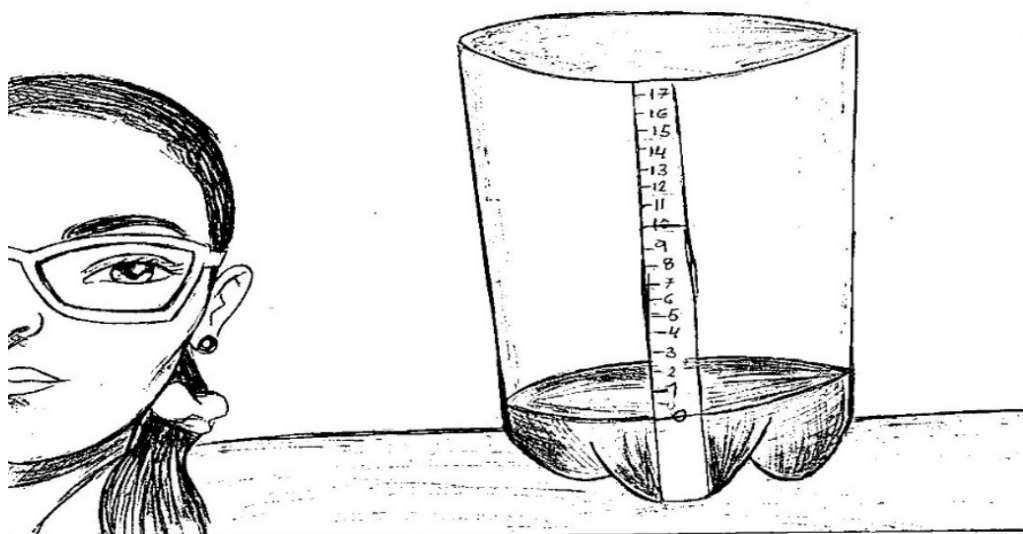
El desarrollo de la reunión grupal 1 “*Desempeño exploratorio*” se realizó con la participación de los profesores: *Tatiana, Camilo, Daniel, Mariana, Lucía, Andrea, María, Astrid, Eliana, Camila, Andrés y Lina*. Esta reunión tuvo como objetivo desarrollar la Tarea 1 que tenía como propósito construir instrumentos meteorológicos y recolectar información con su ayuda. La reunión inició con una reflexión, por parte de la investigadora, sobre la enseñanza y el aprendizaje en básica primaria de las medidas de tendencia central: moda, media y mediana. La investigadora expuso la necesidad de trabajar estos conceptos a partir de algunas actividades y evitar dejarlas para el último periodo del año escolar. Luego, se inició la construcción del pluviómetro siguiendo

las instrucciones descritas en el capítulo 4, “Reunión grupal 1: Desempeño exploratorio”. Mientras los profesores elaboraron su propio pluviómetro, surgieron dudas, aportes y cuestionamientos que fortalecieron el proceso de formación. Por ejemplo:

1. **Camila:** la construcción del pluviómetro está en una de las Cartillas de Escuela Nueva, como un ejercicio para que los estudiantes realicen en sus casas y practiquen conceptos relacionados con datos y medidas de tendencia central.
2. **Tatiana:** ¡sí, profe Camila!, además, la actividad se puede relacionar con artística, matemáticas, ciencias naturales o con otras áreas del conocimiento en la que sea necesario recolectar información. (Transcripción reunión grupal 1, Marzo, 2020)

En la Figura 11 **Figura 11** se evidencia la construcción del pluviómetro realizado por la profesora Astrid durante la reunión grupal 1.

Figura 11. Elaboración de instrumentos meteorológicos por la profesora Astrid



Fuente: dibujo fiel del video 1, profesora Astrid

De igual manera, sucedió cuando se explicó el uso del pluviómetro. El profesor *Camilo*, por ejemplo, afirmó que “el pluviómetro debe estar ubicado en un lugar donde le caiga directamente

el agua del cielo para poder tomar datos correctos” (Transcripción reunión grupal 1, Marzo, 2020). Las transcripciones anteriores evidenciaron que los participantes contaban con conocimientos previos sobre la recolección de datos, sobre las medidas de tendencia central, y que tenían interés por aplicar estos contenidos con sus estudiantes. A continuación, se muestra en la Tabla 3 el resumen del análisis de la reunión grupal 1: Tarea 1

Tabla 3. Interpretación 1 de la Transcripción reunión grupal 1: Tarea 1

Profesor/a	Dimensión de la comprensión	Evidencias de comprensión
Camila	Contenido	Relaciona conceptos trabajados en las Cartillas de Escuela Nueva con las medidas de tendencia central
Tatiana	Praxis	Menciona la posibilidad de utilizar la recolección de datos en diferentes situaciones
Camilo	Método	Expresa el uso correcto del pluviómetro en la recolección de datos

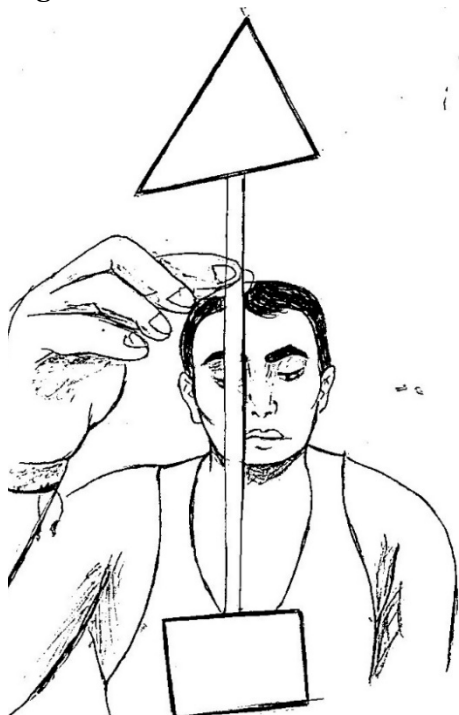
Después de que los profesores construyeron el pluviómetro, la investigadora mencionó cómo recolectar datos sobre la cantidad de agua recogida cada día y propuso algunas instrucciones para construir una veleta con materiales caseros como se presenta en el capítulo 4, “Reunión grupal 1: Desempeño exploratorio”. La profesora *Eliana* cuestionó la efectividad de la veleta: “¿los datos recolectados son los mismos así se utilicen materiales diferentes a los que propone la investigadora, por ejemplo, cartón o madera?” (Transcripción reunión grupal 1, Marzo, 2020).

3. **Investigadora:** la veleta funciona sin importar el tipo de material que se use en su elaboración, por eso es una buena opción a la hora de reciclar.
4. **Eliana:** entonces ¿qué hay que tener en cuenta?
5. **Investigadora:** hay que tener en cuenta la salida del sol con el propósito de ubicar el oriente y los demás puntos cardinales. Esto permite identificar desde y hacia dónde se dirige el viento según la posición del instrumento.
6. **Eliana:** ¿en qué otros casos se puede usar la veleta?

7. **Investigadora:** la veleta la usan en los aeropuertos, en algunas iglesias y en lugares donde es necesario conocer hacia dónde va el viento. (Transcripción reunión grupal 1, Marzo, 2020)

Se presenta la Figura 12 como ejemplo de la elaboración de la veleta.

Figura 12. Elaboración de instrumentos meteorológicos por el profesor Daniel.



Fuente: dibujo fiel del video 1, profesor Daniel

Acto seguido, se continuó con la construcción de una brújula. Con este fin, se solicitó a los profesores frotar en su cabello una aguja o alfiler desde su tope hacia su punta, siempre en la misma dirección, con el propósito de imantar, es decir, llenar la aguja o alfiler de partículas que lo convierten en imán; sirve para ubicarse según los puntos cardinales. Este instrumento servirá más adelante a los profesores para ayudar en la comprensión de las medidas de tendencia central y permitirá que hagan predicciones sobre la dirección del viento al usar la veleta. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra la brújula elaborada por la profesora Tatiana durante

la reunión grupal 1.

Figura 13. Elaboración de instrumentos meteorológicos por la profesora Tatiana



Fuente: dibujo fiel del video 1, profesora Tatiana.

Los profesores establecieron un diálogo sobre la importancia de la elaboración de los instrumentos meteorológicos con los estudiantes y sus múltiples finalidades educativas, teniendo en cuenta que según ellos el modelo de Escuela Nueva busca transversalizar los contenidos educativos a todas las áreas, los argumentos de los profesores en este sentido son:

8. **Daniel:** Esta actividad se puede contextualizar con artística y con música, a pesar de que su intención principal sea recoger información para organizarla.
9. **Lina:** Daniel, también sería interesante transversalizar los instrumentos meteorológicos y la recolección de datos con áreas como las ciencias sociales, a fin de integrar y darle aplicabilidad a los contenidos, por ejemplo, en la ubicación en mapas. (Transcripción reunión grupal 1, Marzo, 2020)

Las citas anteriores denotaron que los participantes relacionan los instrumentos meteorológicos con la recolección de datos y su potencial para transversalizar con otras asignaturas. A continuación, en la Tabla 4, se detalla las evidencias de cada profesor participante respecto a la

comprensión. Siendo las dimensiones de método y praxis las que evidencian mayor comprensión por parte de los profesores.

Tabla 4. Interpretación 2 de la reunión grupal 1: Tarea 1

Profesor/a	Dimensión de la comprensión	Evidencia de comprensión
Eliana	Método	Cuestiona la veracidad de los datos sobre el tipo de material que se utilice para elaborar la veleta
Daniel	Praxis	Expone una estrategia para contextualizar y organizar la recolección de datos con música y artística
Lina	Praxis	Propone integrar la recolección de datos meteorológicos con otras áreas del conocimiento

Luego de construir el pluviómetro, la veleta y la brújula, la investigadora invitó a los profesores a construir un anemómetro, que sirve para medir la velocidad del viento. Se siguieron las instrucciones descritas en el Anexo 3, “Reunión grupal 1: Desempeño exploratorio” y se utilizaron los elementos que se le facilitaron a cada profesor con anterioridad. Enseguida, la investigadora solicitó a los participantes marcar un vaso que conforma el anemómetro para que sirviera como referencia al contar el número de vueltas, es decir, la cantidad de revoluciones por minuto. Ante esta instrucción surgieron algunas dudas:

10. **Camila:** quisiera saber cada vuelta a cuánto corresponde, es para poder organizar la información.

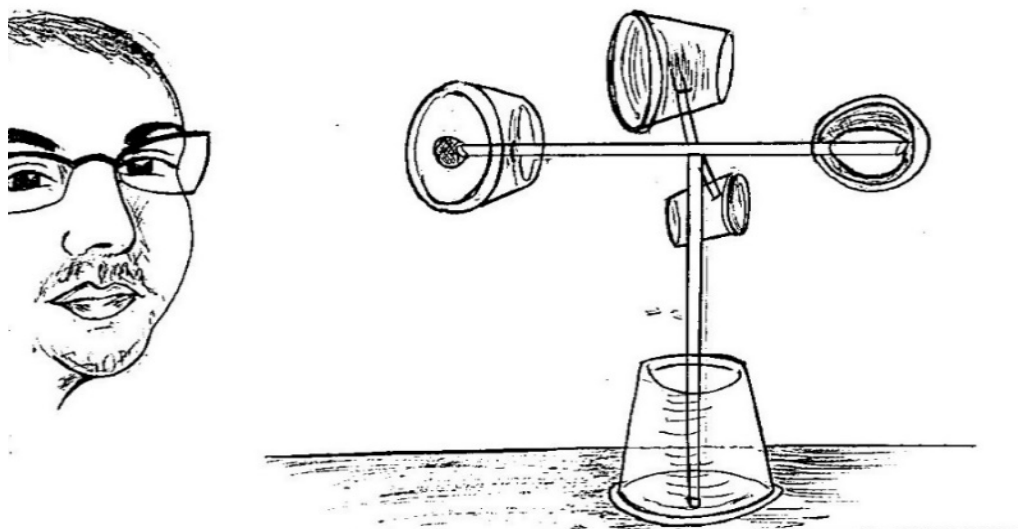
11. **Investigadora:** profe, las vueltas son equivalentes a revoluciones, por eso es importante contarlas durante un minuto para poder expresarlas en las unidades correspondientes que son revoluciones por minuto.

12. **Camilo:** ¿tiene algún nombre el instrumento que está ubicado en el aeropuerto para que los pilotos de avión vean hacia qué lado se deben ubicar?, ¿es lo mismo que estamos trabajando?

13. **Tatiana:** ese aparato se llama veleta y sirve para dar información sobre la dirección del viento, sí es lo mismo que estamos trabajando. (Transcripción reunión grupal 1, Marzo, 2020)

En la Figura 14 se muestra el anemómetro elaborado por el profesor Andrés durante esta reunión.

Figura 14. Elaboración de instrumentos meteorológicos por el profesor Andrés.



Fuente: dibujo fiel del video 1, profesor Andrés

Para terminar, la investigadora invitó a los profesores a desarrollar las siguientes acciones: ubicar el pluviómetro en un lugar de la casa donde le caiga directamente agua lluvia; estipular una hora para tomar los datos de la cantidad de agua lluvia recolectada en el pluviómetro; contar las vueltas que da el anemómetro por minuto y definir la dirección del viento, según la posición de la veleta; consignar la información en una tabla que contenga la fecha en la que se toma cada dato. La información se debe sistematizar por cinco días consecutivos durante tres semanas. Se realizó finalmente una evaluación de la reunión grupal 1. Al respecto, los profesores expresan:

14. **Camilo:** agradezco por la actividad, pues con elementos sencillos se puede lograr aprendizajes importantes relacionados con la recolección de datos.

15. **Andrés:** en ocasiones no nos atrevemos a realizar este tipo de actividades que son sencillas, pero que al final van a ser importantes para trabajar conceptos estadísticos relacionados con la toma de datos.

16. **Camila:** con proyectos como la huerta escolar es ideal instalar el pluviómetro para saber cómo está el cultivo y calcular la cantidad de agua que cae en un periodo de tiempo, en mi escuela se ha trabajado con la cooperativa de caficultores.

17. **Andrea:** la construcción de estos instrumentos es importante para aprender más sobre la estadística y la toma de datos. (Transcripción reunión grupal 1, Marzo, 2020)

En la Tabla 5 se detallan las evidencias de comprensión de los profesores participantes.

Tabla 5. Interpretación 3 de la reunión grupal 1: Tarea 1

Profesor/a	Dimensión de la comprensión	Evidencias de comprensión
Camila	Contenido	Cuestiona las unidades de medida necesarias para determinar los datos con ayuda del anemómetro
Camila Tatiana Andrea Camilo	Praxis	Contempla la necesidad de organizar la información Identifica la veleta como instrumento que sirve para recolectar información Relaciona la huerta escolar con la recolección e interpretación de datos meteorológicos Relaciona los conceptos de medidas de tendencia central con situaciones propias de su contexto Relaciona los instrumentos construidos con su utilidad para recolectar datos estadísticos
Andrés	Formas de comunicación	Argumenta la importancia de trabajar conceptos relacionados con los datos con sus estudiantes.

4.2.1.2. Comprensión de los profesores al construir tablas y gráficas.

La reunión grupal 2 “*Desempeños de Investigación Guiada*” se ejecutó de manera virtual y sincrónica con la participación de los profesores *Camila, Andrés, Camilo, Daniel, Raquel,*

Mariana, Astrid y Eliana. Para iniciar, se hizo una breve realimentación del trabajo que se desarrolló en la reunión anterior, se recordó a los participantes que el propósito era recolectar información sobre las variables meteorológicas y compilarla en tablas y gráficos, tal como se describe en el capítulo 4 “Reunión grupal 2: desempeños de investigación guiada”. Luego, la investigadora solicitó a los participantes que presentaran una fotografía que evidenciara la tabla construida para recolectar información a partir del uso de los diferentes instrumentos meteorológicos.

Cuando se analizó cada tabla construida, se dieron algunas recomendaciones y se establecieron los elementos necesarios para su elaboración. El profesor *Camilo* inició la socialización considerando la fecha y el día en que recolectaron los datos (Tabla 6) y describió la información obtenida por día con su respectiva unidad de medida. Sin embargo, el profesor *Camilo* no consideró el título, el número de la tabla, ni la organización por columnas para sistematizar la información ya que conoce solo algunos elementos que se requieren para elaborar una tabla de frecuencias y su correcta organización.

Tabla 6. Transcripción de datos recolectados por Camilo

Día de la semana	Pluviómetro	Anemómetro
Lunes 13 de julio	0	12 v/m
Martes 14 de julio	0	15 v/m
Miércoles 15 de julio	0	80 v/m
Jueves 16 de julio	0	60 v/m
Viernes 17 de julio	0	40 v/m
Sábado 17 de julio	0	45 v/m
Domingo 18 de julio	0	65 v/m

Fuente: elaboración del profesor Camilo, Tarea 2.

Una situación similar se presentó en la Tabla 7 elaborada por la profesora *Eliana* porque consideró el mes en el que se recolectaron los datos y los organizó por filas, no obstante, desconoce el tipo de información a la que se refiere, no nombra los datos consignados en cada fila, además,

no relaciona los datos con su respectiva unidad de medida. El profesor *Camilo* no consideró los elementos básicos como el título y los valores necesarios para sistematizar la información meteorológica. Los desempeños de los profesores *Camilo* y *Eliana* dieron cuenta de que tienen conocimiento de algunos conceptos sobre la recolección de datos, sin embargo, realizan métodos mecánicos que necesitan convalidación externa.

Tabla 7. Registro elaborado por la profesora Eliana.

Fecha	Pluviómetro
20	2
21	0
22	1
23	2
23	¿?
27	0
29	0
30	0

Fuente: elaboración de la profesora Eliana, Tarea 2.

El caso contrario ocurrió con la profesora *Camila* (**Tabla 8**Tabla 8), quien elaboró la siguiente tabla de frecuencias.

Tabla 8. Tabla de frecuencias elaborada por la profesora Camila.

Información meteorológica			
Fecha	Dirección del viento	Fluviómetro	Revoluciones x minuto
10/07	Norte - sur	0,5 cm ³	40 vueltas
13/07	Norte - sur	1,5 cm ³	41 vueltas
14/07	Norte - sur	0 cm ³	38 vueltas
15/07	Norte - sur	1,6 cm ³	39 vueltas
16/07	Norte - sur	1,2 cm ³	40 vueltas
17/07	Norte - sur	1,7 cm ³	39 vueltas

Fuente: elaboración de la profesora Camila, Tarea 2.

La Tabla 8 evidencia que la profesora *Camila* conoce los elementos necesarios para elaborar una tabla de frecuencias: se observa un título, cuatro columnas que describen la variable a la cual se hace referencia y los datos describen una medida establecida para cada valor, además, cuando la investigadora cuestiona el significado de la información descrita allí, la profesora explica que “[...] estuve pendiente día a día de cada uno de los datos, los escribí en una agenda y luego analicé algunos datos similares y el significado de estos en la intensidad de los vientos [...]”, es decir, explicó el proceso que llevó a cabo para la información y su significado. La participante evidenció comprensión al encontrar formas adecuadas para comunicar y compartir conocimiento sobre la recolección de datos.

La profesora *Raquel* elaboró la Tabla 9. En esta se observan cuatro columnas. En la primera se describió la fecha en la que se recolectaron los datos y en las demás se encuentran los datos relacionados con cada instrumento meteorológico, sin embargo, faltan los datos recolectados a través del anemómetro. Al cuestionar a la participante, ella expresó que “[...] fue complicado contar las revoluciones por minuto, los datos no eran completamente exactos, por eso lo dejé así [...]” (Transcripción reunión grupal 2, Julio, 2020). Por lo tanto, es posible inferir que la profesora *Raquel* consideró los elementos básicos para construir una tabla, no obstante, le hace falta un título y no completa la información con los datos correspondientes.

Tabla 9. Tabla de frecuencias elaborada por la profesora Raquel

Fecha	Cantidad de lluvia	Dirección del viento
Lunes 13	2 cm	Occidente
Martes 14	0 cm	Oriente
Miércoles 15	2 cm	Norte
Jueves 16	1.5 cm	Oriente
Viernes 17	2 cm	Norte
Lunes 20	2,5 cm	Sur
Martes 21	3 cm	Sur
Miércoles 22	2 cm	Oriente
Jueves 23	1.5 cm	Occidente
Viernes 24	2 cm	Sur
Lunes 27	1.5 cm	Occidente
Martes 28	2 cm	Oriente
Miércoles 29	1.5 cm	Oriente

Fuente: elaboración de la profesora Raquel, Tarea 2.

El profesor *Daniel* compartió y comunicó la tabla elaborada a partir de los datos recolectados con los tres instrumentos meteorológicos (Tabla 10). A pesar de que faltó un título para describir el tipo de información que recolectó, el profesor *Daniel* consideró la fecha, las variables y las unidades de medida, además, expresó que era fácil elaborar tablas en el computador porque podía agregar o quitar variables y organizar los datos de acuerdo con sus necesidades. Lo anterior dio cuenta de que el profesor *Daniel* construye tablas y considera sus elementos. En términos de la EpC, el profesor demostró un uso flexible de conceptos o ideas de la disciplina, en este caso, además de elaborar una tabla de frecuencias con los elementos mínimos, expresa la validez de los métodos que ha desarrollado.

Tabla 10. Tabla de frecuencias elaborada por el profesor Daniel.

Fecha	Cantidad de lluvia	Dirección del viento	Revoluciones por minuto
Lunes 13	1,2 cm	Norte	7
Martes 14	0 cm	Occidente	10
Miércoles 15	1 cm	Norte	10
Jueves 16	0 cm	Oriente	9
Viernes 17	1,7 cm	Sur	6
Lunes 20	3 cm	Sur	13
Martes 21	2,5 cm	Sur	12
Miércoles 22	0 cm	Oriente	16
Jueves 23	1 cm	Occidente	15
Viernes 24	1,5 cm	Sur	9
Lunes 27	1.5 cm	Sur	9
Martes 28	1 cm	Sur	7
Miércoles 29	1.3 cm	Oriente	6

Fuente: elaboración del profesor Daniel, Tarea 2.

La Tabla 11 muestra la elaboración del profesor *Andrés*. En ella se describe un título, la fecha en la que se recolectaron los datos, incluida la hora y el día de la semana, así como la cantidad de vueltas que da el anemómetro en un minuto, la cantidad de lluvia y la dirección del viento que indicó la veleta. Durante la socialización de la tabla, el profesor Andrés expresó que prefiere usar tablas en formato Excel para realizar este tipo de actividades, pues ahí hay más opciones. Estas evidencias permitieron informar que el profesor *Andrés* construye tablas de frecuencia y considera sus elementos, la distribución de los datos y su significado.

Tabla 11. Tabla de frecuencias elaborada por el profesor Andrés.

Fecha	Día	Cantidad de lluvia (cm3)	Dirección del viento	Velocidad del viento (rpm)
10/07/2020	Viernes	0	Norte a sur	8
11/07/2020	Sábado	5	Norte a sur	12
12/07/2020	Domingo	1	Norte a sur	5
13/07/2020	Lunes	0	Norte a sur	30
14/07/2020	Martes	18	Norte a sur	9
15/07/2020	Miércoles	0	Norte a sur	12
16/07/2020	Jueves	2	Norte a sur	18
17/07/2020	Viernes	0	Norte a sur	45
18/07/2020	Sábado	0	Norte a sur	17
19/07/2020	Domingo	0	Norte a sur	25
20/07/2020	Lunes	0	Norte a sur	18
21/07/2020	Martes	8	Norte a sur	21
22/07/2020	Miércoles	0	Norte a sur	12
23/07/2020	Jueves	2	Norte a sur	15
24/07/2020	Viernes	4	Norte a sur	21
25/07/2020	Sábado	14	Norte a sur	15
26/07/2020	Domingo	2	Norte a sur	19
27/07/2020	Lunes	6	Norte a sur	18
28/07/2020	Martes	11	Norte a sur	12
29/07/2020	Miércoles	0	Norte a sur	22

Fuente: elaboración del profesor Andrés, Tarea 2.

Por último, se presenta la tabla de la profesora *Astrid* (Tabla 12). Esta contiene un título que describe el tipo de información recolectada, la fecha y otras tres columnas en las que se muestran datos según el tipo de instrumento meteorológico que se tomó como referencia, además, en cada variable está la unidad de medida correspondiente. Se evidenció que la participante construye tablas considerando sus elementos, distribución de los datos y su significado.

Tabla 12. Tabla de frecuencias elaborada por la profesora Astrid

Vereda la venta Finca la Cabañita				
Día	Cantidad de lluvia (cm3)	Dirección del viento	Cantidad de revoluciones por minuto	
13	Lunes	0,0	Occidente	7
14	Martes	1,8	Oriente	10
15	Miércoles	0,0	Norte a sur	10
16	Jueves	0,2	Oriente	9
17	Viernes	0,0	Norte a sur	6
18	Sábado	0,0	Sur	13
19	Domingo	0,0	Sur	18
20	Lunes	0,0	Oriente	18
21	Martes	0,3	Occidente	15
22	Miércoles	0,0	Sur	9
23	Jueves	0,2	Occidente	9
24	Viernes	0,4	Oriente	6
25	Sábado	1,4	Oriente	7

Fuente: elaboración de la profesora Astrid, Tarea 2.

Al terminar la socialización de las tablas elaboradas por cada profesor participante, es posible detallar que ellos construyeron sus tablas, unos de manera digital con el uso del computador y otros de manera manuscrita; ambas maneras son válidas y evidencian las habilidades y destrezas adquiridas, es decir, hay una comprensión de los métodos adecuados. Los profesores reconfiguran, expanden y construyen conocimiento a partir de los conocimientos previos. A continuación, en la Tabla 13 se resume el análisis de la reunión grupal 2: Tarea 2. Donde se evidencia que las dimensiones de método y formas de comunicación prevalecen.

Tabla 13. Interpretación 1 de la Transcripción reunión grupal 2: Tarea 2

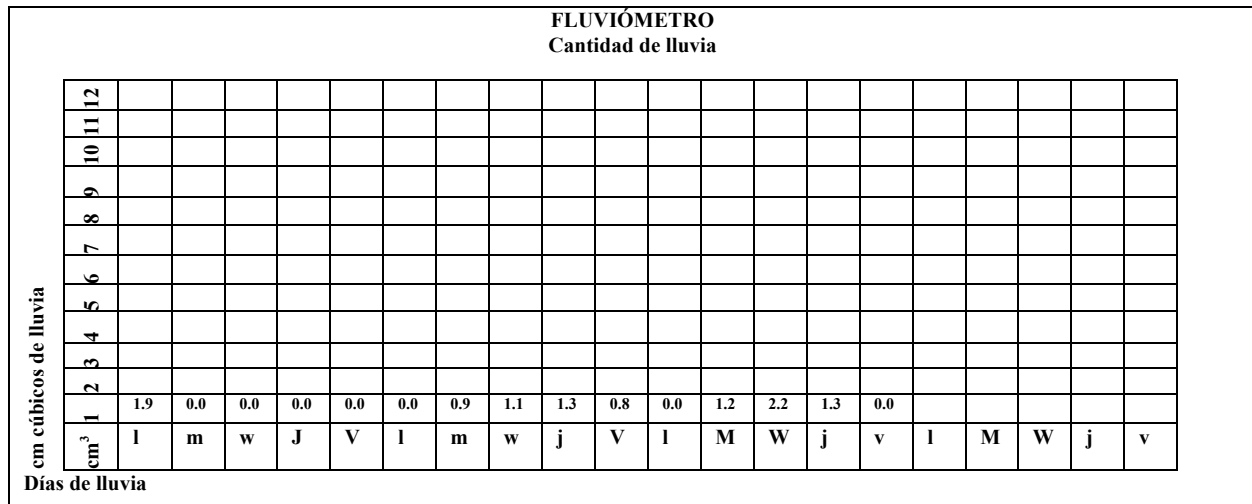
Profesor/a	Dimensión de la comprensión	Evidencias de comprensión
Camilo, Eliana Camila, Raquel, Daniel, Andrés y Astrid	Método	Desconoce los elementos necesarios para construir una tabla de frecuencias No considera los elementos básicos para construir una tabla de frecuencias Elabora tablas de frecuencia considerando los elementos necesarios y organiza de forma correcta la información
Raquel, Daniel, Andrés, Astrid Camila, Eliana, Camilo	Formas de comunicación	Elabora la tabla de frecuencias con el uso del computador Elabora la tabla de frecuencias de forma manual

La información anterior permite inferir, con respecto a la dimensión de contenido, que los profesores evidenciaron conocimientos relacionados con la recolección de información, orden de los datos, variables y fecha definida. En contraste, con relación al diseño y consolidación de una tabla de frecuencias, hay aspectos que se pueden fortalecer con el propósito de favorecer sus prácticas educativas. Se prosiguió con la socialización de los elementos necesarios para elaborar una tabla de frecuencias. La profesora formadora hace referencia a los siguientes aspectos: una tabla de frecuencias debe llevar un título en el que se especifique la información que se va a recolectar, debe tener la fecha y unas columnas que se determinan a partir de las variables.

Después de hacer estas consideraciones, se solicitó a los profesores que utilizaran otra tabla, proporcionada por la investigadora, para transcribir la información meteorológica que recolectaron y que organizaran los datos en diferentes gráficos. Luego de que cada profesor transcribió sus datos en la tabla y los organizó en gráficos, se realizó la socialización de cada resultado propuesto en la Tarea 3. El proceso inició con la gráfica elaborada por el profesor *Camilo*, respecto a los datos del pluviómetro, como se presenta en la

Figura 15.

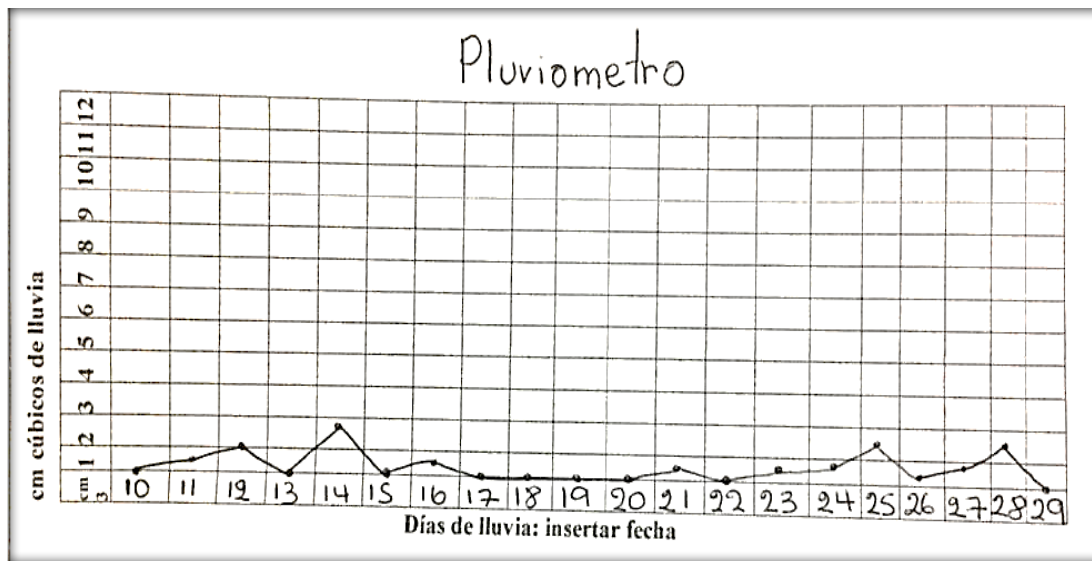
Figura 15. Gráfico elaborado por Camilo



Fuente: elaboración del profesor Camilo, Tarea 3.

En este gráfico es posible observar que el profesor *Camilo* se encontraba en un proceso de aprendizaje con respecto a la representación de información en gráficos estadísticos, ya que copió nuevamente los datos de la tabla en cada celda, sin considerar las especificaciones de los ejes “X” y “Y”, es decir, desconoce cómo se construye un diagrama para representar información. Los desempeños del participante evidencian que faltan conceptos disciplinarios y prevalecen las creencias intuitivas con respecto a la construcción de gráficos estadísticos (Hetland et al., 1999). En el gráfico elaborado por el profesor *Andrés* se resalta que utilizó correctamente los segmentos lineales para representar la información obtenida con el pluviómetro, comprende el significado de los ejes y ubica cada punto según los datos recolectados en la tabla de frecuencias, por tanto, es posible afirmar que construye gráficos y considera los elementos para la distribución de los datos.

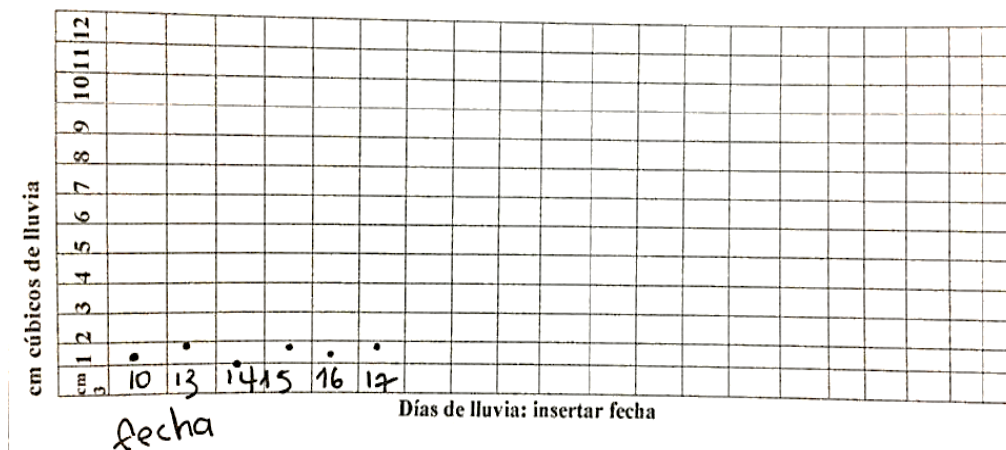
Figura 16. Gráfico elaborado por Andrés



Fuente: elaboración del profesor Andrés, Tarea 3.

Por su parte, el gráfico elaborado por la profesora *Camila*, [Figura 17, muestra la ubicación de puntos según la cantidad de agua recolectada con el pluviómetro. La profesora *Camila* afirmó que “[...] los puntos que están planos demuestran que ese día no llovió [...]” (Transcripción reunión grupal 2, Julio, 2020), afirmación que evidenció comprensión del significado de los datos representados en gráficos estadísticos, también el hecho de que tiene conocimientos ya que puede reproducirlos cuando se le interroga.

Figura 17. Gráfico elaborado por Camila



Fuente: elaboración de la profesora Camila, Tarea 3.

Ella consideró las variables establecidas en cada eje. Sin embargo, en la socialización se establece el siguiente diálogo:

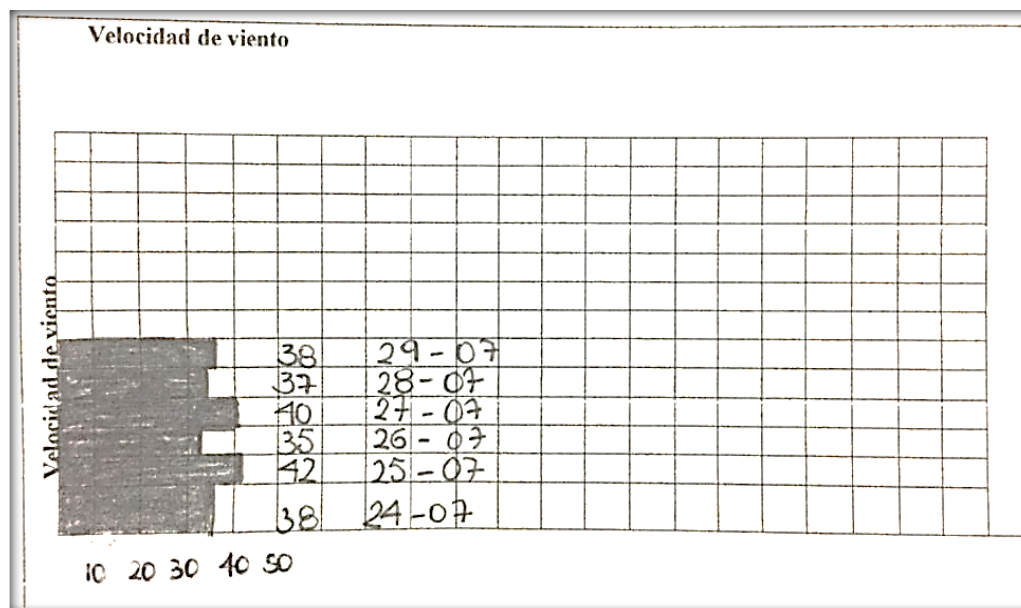
18. **Camila:** a esa gráfica le hacen falta las líneas para que sean como el guion
19. **Investigadora:** ¿por qué considera necesario realizar estas líneas?
20. **Camila:** para que se vea la secuencia de los días, porque así quedan como desarticulados. (Transcripción de reunión grupal 2, Julio, 2020)

El argumento de la profesora *Camila* evidenció que, a pesar de que realizó una gráfica incompleta, infiere posteriormente la importancia de organizar de manera correcta los datos en un gráfico estadístico y, a su vez, comprende el significado de la información que se representa. Así, dio cuenta de que “la comprensión se presenta cuando se puede pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que sabe” (Perkins, 1999, p.72). En este caso, además de realizar el gráfico, también expresa el significado de los elementos que lo componen. De acuerdo con lo anterior, la profesora *Camila* evidenció que al construir gráficos estadísticos solo considera algunos elementos, no obstante, argumenta la importancia de construir diagramas completos que faciliten la interpretación de la información.

La profesora *Mariana* mostró un diagrama de barras diferente (Figura 18) al de los demás participantes para representar la velocidad del viento (a este gráfico se le denomina en estadística diagrama de barras horizontales invertidas), los datos están cambiados entre el eje “X” y “Y”. Al cuestionarla por la forma como lo hizo, respondió “[...] yo simplemente invertí para poder representar de manera exacta los datos, tomé una escala de 10 y al frente de cada día asigné el valor puntual y la fecha, porque realmente no me daba para organizarlo en la tabla como estaba [...]” (Transcripción reunión grupal 2, Julio, 2020). Estas acciones dieron cuenta de la capacidad de *Mariana* para usar el conocimiento en múltiples situaciones, las consecuencias de hacerlo y el

significado en situaciones reales.

Figura 18. Gráfico elaborado por Mariana



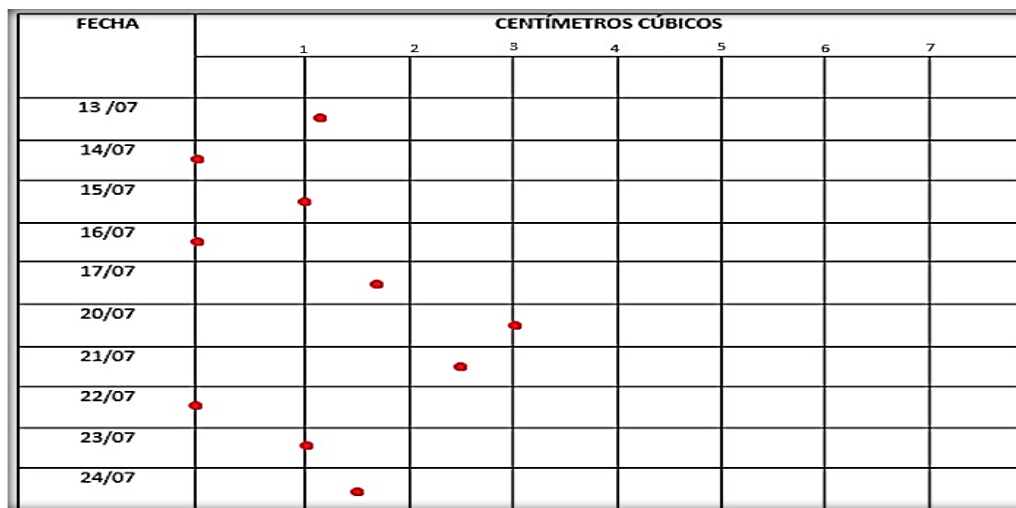
Fuente: elaboración de la profesora Mariana, Tarea 3.

Ante esta situación, la investigadora hace énfasis en la importancia de una evaluación constante de los contenidos que se plantean y el camino que recorre el estudiante para alcanzarlo. La investigadora también menciona la importancia de dar validez a los aportes de los estudiantes y a sus estrategias. El argumento de la profesora y la gráfica que elaboró permiten inferir que, a pesar de que no completó el gráfico según las indicaciones descritas en cada eje, comprendió el significado de los datos en un gráfico estadístico, argumenta y representa, considerando sus necesidades.

El profesor *Daniel* (Figura 19) usó como referencia los datos recolectados con el pluviómetro y un modelo invertido al que se le sugirió. Ubicó cada punto según la cantidad de agua por día. Cuando la investigadora le preguntó si ese gráfico sería comprendido por un estudiante de quinto de primaria, respondió que “[...] faltaría trazar el tema de las líneas y especificar más los datos, de pronto para nosotros es fácil, pero para los estudiantes puede que no, es evidente que

faltan más datos, por ejemplo, los centímetros cúbicos entre cada unidad [...]” (Transcripción reunión grupal 2, Julio, 2020).

Figura 19. Gráfico elaborado por Daniel

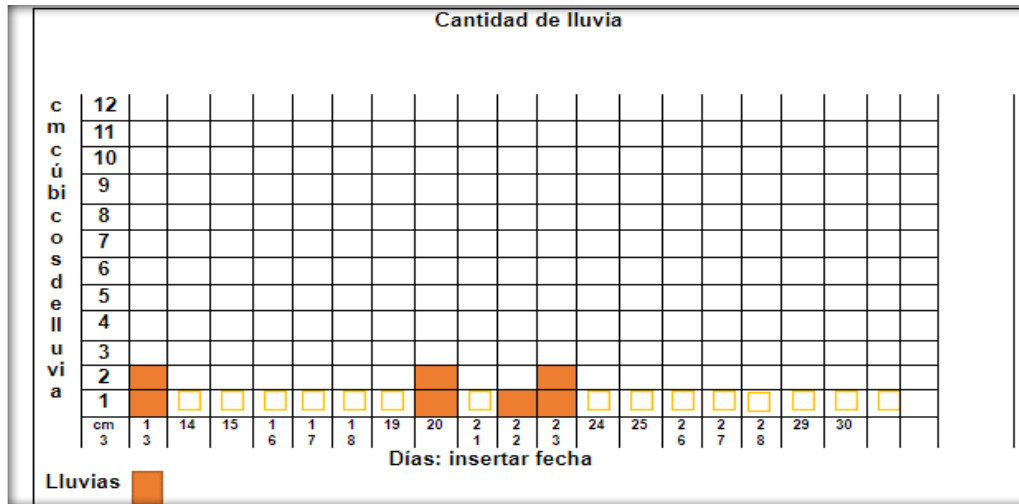


Fuente: elaboración del profesor Daniel, Tarea 3

El profesor *Daniel* solo consideró algunos elementos para construir gráficos estadísticos ya que solo ubica puntos con respecto a la cantidad de centímetros cúbicos de agua recolectada en el pluviómetro, pero no se puede comprobar el cambio de tendencia de los datos, pues no existe la línea que une los puntos. Los desempeños anteriores denotan que el participante destaca algunos conceptos o ideas de gráficas estadísticas y establece conexiones simples entre ellas. En este sentido la investigadora hizo énfasis en explicar a los estudiantes los conceptos básicos antes de empezar a desarrollar tablas de frecuencia y gráficos estadísticos, así mismo, en utilizar otras herramientas como el plano cartesiano y las regletas de Cuisenaire con el propósito de que visualicen cómo se organiza la información. Seguidamente, la profesora *Eliana* socializó el gráfico que realizó a partir de los datos recolectados con el pluviómetro (Figura 20). En esta imagen se puede observar que solamente tomó valores numéricos enteros y diseñó convenciones para especificar el significado de cada color, es decir, comprendió los elementos básicos para

representar información en gráficos estadísticos, sin embargo, se le dificulta especificar las unidades, para este caso, los centímetros cúbicos (cm³).

Figura 20. Gráfico elaborado por Eliana

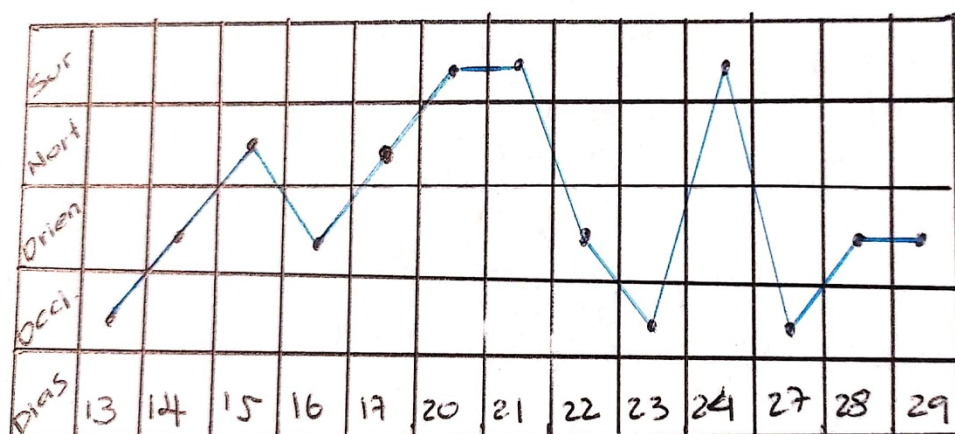


Fuente: elaboración de la profesora Eliana, Tarea 3.

En el análisis anterior, con respecto a la gráfica elaborada por *Eliana*, es posible decir que solo consideró algunos elementos al construir gráficos estadísticos y que cambia el sentido de la información al no ubicar los datos con exactitud en el eje “X”. Este desempeño se resume en un conocimiento intuitivo, de sentido común, que suele presentar errores y estereotipos, es decir, el gráfico no cumple con los requisitos descritos en la “Reunión grupal 2: desempeños de investigación guiada”. Finalmente, se presenta el gráfico construido por la profesora *Raquel*, elaborado a partir de los datos de la veleta. (

Figura 21) Aquí es posible evidenciar que la profesora identificó correctamente las variables del eje “X” y “Y” y ubicó los puntos según la posición en la que se encontró el instrumento cada día. Según lo anterior, se deduce que la profesora *Raquel* comprendió cómo se construyen gráficos estadísticos, consideró sus elementos y la distribución de los datos.

Figura 21. Gráfico elaborado por Raquel.



Fuente: elaboración de la profesora Raquel, Tarea 3.

A continuación, en la Tabla 14 se muestra el análisis general de las evidencias de comprensión desarrolladas en la reunión grupal 2: Tarea 3.

Tabla 14. Interpretación 1 de la Transcripción reunión grupal 2: Tarea 3

Profesor/a	Dimensión de la comprensión	Evidencias de comprensión
Camilo, Andrés, Mariana, Raquel, Daniel, Eliana	Método	Aprende cómo se construye un diagrama para representar información Construye gráficos y considera sus elementos Representa datos estadísticos considerando sus necesidades Considera algunos elementos para construir gráficos estadísticos
Camila	Formas de comunicación	Expresa de forma oral el significado de los datos representados en gráficos estadísticos Expresa de forma oral la importancia de organizar de manera correcta los datos en un gráfico estadístico

Posterior a esta socialización de gráficos estadísticos, se realizó un conversatorio entorno al uso de las tablas y gráficas. La investigadora inicia haciendo énfasis en la importancia de identificar los conocimientos previos que debe tener el estudiante antes de realizar un gráfico.

21. **Investigadora:** debemos conocer las medidas de capacidad, escalas y conversión de medidas y explicarlas a los estudiantes.

22. **Andrés:** este tipo de trabajos se puede fortalecer utilizando otras herramientas como Excel y relacionar los datos con situaciones cotidianas para que los estudiantes puedan comprender mejor.
23. **Camilo:** nosotros como profesores estamos llamados a enseñar a pensar, para que los estudiantes sean capaces de resolver problemas de todo tipo, especialmente los relacionados con datos y el significado de estos.
24. **Daniel y Eliana:** las tablas y los gráficos son importantes en matemáticas para organizar datos e información y se deben reforzar continuamente.
25. **Mariana:** es necesario utilizar las tablas en otras áreas para que los estudiantes encuentren sentido y vean la importancia de organizar y clasificar datos en diferentes contextos.
26. **Astrid:** es necesario enseñar estadística desde los primeros periodos, no dejarlo para lo último.
27. **Raquel:** además de las tablas, es necesario relacionar las gráficas estadísticas con otras situaciones propias de la escuela y el contexto. (Transcripción reunión grupal 2, Julio, 2020)

Por último, la profesora *Camila* expresó “agradecimientos por los espacios de formación que enriquecen a los profesores y las prácticas que se pueden realizar con los estudiantes con respecto a la recolección y organización de datos, gracias a los conocimientos que cada profesor puede aportar para apoyar a los demás” (Transcripción reunión grupal 2, Julio, 2020). Las citas anteriores dieron cuenta de que los profesores reconocen la importancia de la recolección y organización de datos, no solamente en matemáticas, sino en otras áreas del conocimiento. A continuación, se detalla en la Tabla 15 el análisis de las dimensiones de la comprensión durante el desarrollo de la reunión grupal 2.

Tabla 15. Interpretación 2 de la Transcripción reunión grupal 2: Tarea 3

Profesor/a	Dimensión de la comprensión	Evidencias de comprensión
Andrés	Formas de comunicación	Comenta de forma oral la posibilidad de organizar los datos utilizando herramientas como Excel
Camilo	Método	Expresa la necesidad de enseñar a resolver problemas relacionados con los datos
Daniel y Eliana	Contenido	Menciona la importancia de trabajar en matemáticas los datos y la recolección de la información
Mariana y Raquel	Praxis	Menciona la posibilidad de relacionar las tablas y gráficas con otras áreas del conocimiento
Camila		Relaciona las prácticas de aula con los espacios de formación
Astrid		Indica que los conceptos estadísticos deben incluirse desde el primer periodo académico

4.2.1.3. Comprensión de las medidas de tendencia central a partir de los datos recolectados mediante instrumentos y tablas.

La reunión grupal 3 se desarrolló con la participación de *Camila, Andrés, Camilo, Raquel, Daniel, Astrid, Andrés, Esteban, Mariana, Tatiana y Lina*. El propósito fue interpretar y analizar información para hacer acercamientos estadísticos y predicciones. Por tanto, se utilizaron los datos recolectados con los instrumentos meteorológicos para calcular las medidas de tendencia central, media, moda y mediana, y responder algunas preguntas al respecto. La investigadora envió con anterioridad la guía de trabajo que se describe en el capítulo 4 “Reunión grupal 3: desempeños finales de síntesis” e indicó a los profesores que podrían dar respuesta a los cuestionamientos, a partir de los conceptos y recomendaciones allí establecidas.

Antes de iniciar la actividad se establece el siguiente diálogo:

28. **Camila:** hay algunos conceptos en los que yo personalmente me veo con dificultad para responder, especialmente, los que tienen que ver con medidas de tendencia central; tendría que ponerme a estudiar.

29. **Investigadora:** la estadística la usamos todos los días en muchos campos, cuando clasificamos a nuestros estudiantes, en el mercado, en las finanzas del hogar.

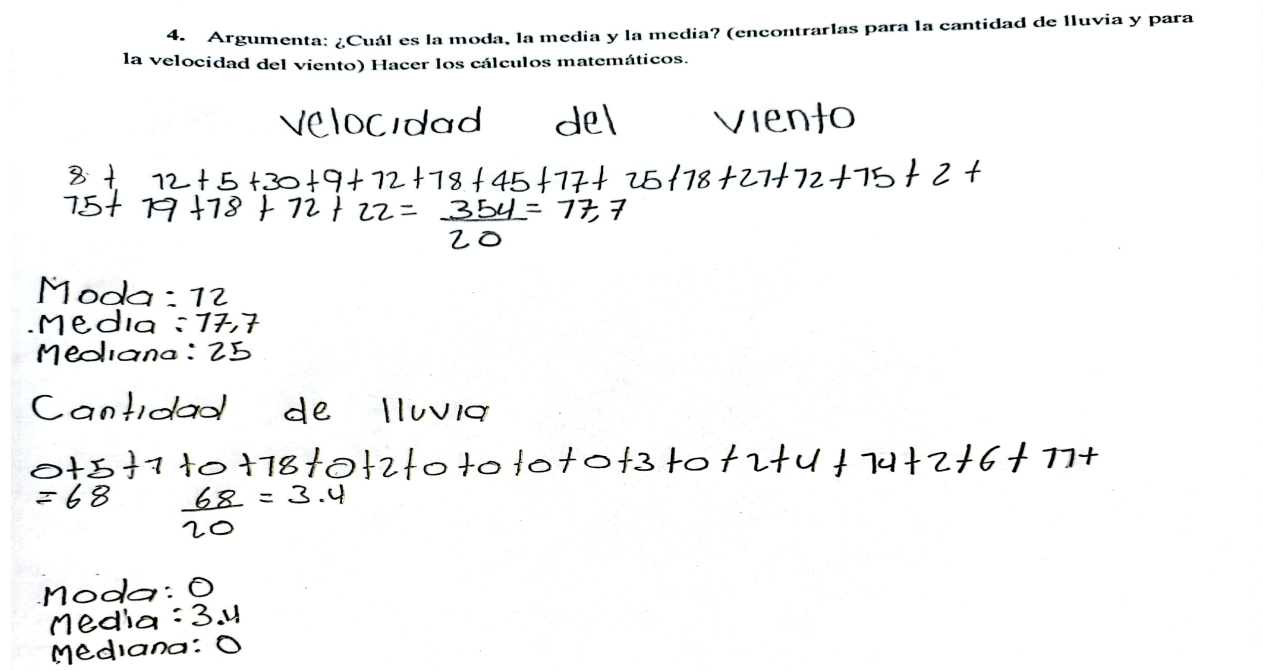
Vamos a ir avanzando y entre todos solucionaremos las inquietudes ¿les parece?

30. **Camila:** voy a intentar porque es un tema de las Cartillas de Escuela Nueva del grado quinto. Este comentario indicó que, a pesar de que las medidas de tendencia central hacen parte de los contenidos de los grados cuarto y quinto, algunos profesores sienten temor por resolver ejercicios y situaciones relacionadas con estos conceptos.

La socialización de la *Tarea 4* inició con el análisis de las respuestas a las tres primeras preguntas. Para este caso, los profesores participantes realizaron una interpretación correcta de la información presentada en tablas y diagramas de barras e indicaron el dato con mayor y menor frecuencia. Posteriormente, se encontraron algunas particularidades al realizar el ejercicio para calcular la moda, media y mediana. La profesora *Tatiana*, por ejemplo, escribió los datos de cada variable, pero no los organizó de menor a mayor, por tanto, la mediana que obtuvo no fue la correcta, tal como se observa en la

Figura 22.

Figura 22. Respuestas a la Tarea 4 por la profesora Tatiana.



Fuente: elaboración de la profesora Tatiana. Tarea 4

A pesar de que la mediana no es correcta, la moda y la media sí lo son. Para calcular la media, la profesora siguió las indicaciones descritas en la “Reunión grupal 3: desempeños finales de síntesis”; sumó los datos y luego los dividió en la cantidad total. Este es un indicativo de que Tatiana comprende el proceso para calcular de manera correcta algunas medidas de tendencia central y explica de manera general la relación con los datos.

Una situación similar ocurrió con la profesora *Astrid*, quien tomó los datos de la cantidad de lluvia proporcionados en el diagrama de barras y siguió las indicaciones para calcular la moda y la media, sin embargo, no organizó los datos de mayor a menor y, por tanto, la mediana que obtuvo era incorrecta, tal como se observa en la Figura 23.

Figura 23. Respuestas a la Tarea 4 por la profesora Astrid.

Cantidad de lluvia.

$$\text{Datos} = 0 + 5 + 1 + 0 + 18 + 0 + 2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 3 + 0 + 2 + 4 + 14 + 2 + 6 + 11 + 0 = 68 \div 20 = 3,4$$

Moda = 0

Media = 3,4

Mediana = 0

Fuente: Elaboración de la profesora Astrid. Tarea 4.

El proceso realizado por la profesora *Astrid* evidencia que, a pesar de que no organizó correctamente los datos para calcular la mediana, siguió las indicaciones para la moda y la media, es decir, calcula algunas medidas de tendencia central en un conjunto de datos. El profesor Andrés organizó las cantidades en la tabla y elaboró el diagrama de barras para calcular las medidas de tendencia central. Para llevar a cabo este ejercicio siguió los pasos que se encontraban en la “Reunión grupal 3: desempeños finales de síntesis”, como se muestra en la Figura 24.

Figura 24. Respuestas a la Tarea 4 por el profesor Andrés.

La Mediana

$$0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 2, 2, 2, 3, 4, 5, 6, 11, 14, 18$$

$$1 + 2 = 3 \quad 3 \div 2 = 1.5$$

La Mediana = 1.5 mm³

Fuente: elaboración del profesor Andrés. Tarea 4

Según la imagen anterior, fue posible evidenciar que el profesor *Andrés* organizó los datos

de menor a mayor. Como es una cantidad par, subrayó los datos centrales y promedió para poder calcular la mediana, además, señaló la moda y realizó las operaciones necesarias para calcular la media. Eso indica que el participante comprende los pasos necesarios para llegar a los resultados. Fue posible determinar que el profesor calculó las medidas de tendencia central y argumentó su relación con los datos. La profesora *Lina* realizó un proceso similar con los datos proporcionados. Los ordenó de menor a mayor, señaló la moda con otro color y, para hallar la mediana, debió calcular el promedio de los dos datos centrales, como se observa en la

Figura 25.

Figura 25. Respuestas a la Tarea 4 por la profesora Lina⁵

8-12-5-30-9-12-18-45-17-25-18-21-12-15-21-19-18-12-22

ORDENADOS: 5- 8-9-12-12-12-12-15-15-17-18-18-18-19-21-21-22-25-30-45

MODA: 12

MEDIA: $5+8+9+12+12+12+12+15+15+17+18+18+18+19+21+21+22+25+30+45=354/20=17.7$

MEDIANA: 5- 8-9-12-12-12-12-15-15-17-18-18-18-19-21-21-22-25-30-45

$17+18=35/2=17.5$

Fuente: elaboración de la profesora Lina. Tarea 4.

Según las afirmaciones anteriores, se puede inferir que la profesora Lina halló de manera correcta las medidas de tendencia central atendiendo a las recomendaciones que se presentaban en la “Reunión grupal 3: desempeños finales de síntesis”, y argumentó la relación de la información con los datos. En la Tabla 16 se resumen las evidencias de comprensión de los profesores en el desarrollo de la reunión grupal 3: Tarea 4. Se resaltan las dimensiones de método y formas de comunicación.

⁵ Algunos datos se resaltan con color rojo puesto que así los señaló la profesora.

Tabla 16. Interpretación 1 de la Transcripción reunión grupal 3: Tarea 4

Profesor/a	Dimensión de la comprensión	Evidencias de comprensión
Tatiana, Astrid Andrés, Lina Camila	Método	Halla las medidas de tendencia central en un conjunto de datos y explica de manera general la relación entre ellos Conoce algunas medidas de tendencia central, pero duda de su conocimiento disciplinar
Andrés, Astrid, Camila Lina	Formas de comunicación	Realiza de forma manual los procedimientos necesarios para calcular medidas de tendencia central Utiliza herramientas digitales para realizar los procedimientos necesarios para calcular medidas de tendencia central

En la Figura 26 se observan los procedimientos elaborados por *Raquel*, quien no organizó los datos de menor a mayor y, por tanto, cuando fue a realizar los cálculos necesarios para encontrar la mediana no fueron correctos. Sin embargo, suma todos los datos y los divide por la cantidad total encontrando el número correcto que representa la media y la moda, por eso, se infiere que comprende los métodos necesarios para solucionar ejercicios de medidas de tendencia central.

Figura 26. Respuestas a la Tarea 4 por la profesora Raquel.

4. Argumenta: ¿Cuál es la moda, la media y la mediana? (encontrarlas para la cantidad de lluvia y para la velocidad del viento) Hacer los cálculos matemáticos.

Velocidad del Viento

Datos
 $8+12+5+30+9+12+18+45+77+25+18+21+12+15+21+15+19+18+12+22=$ $\begin{array}{r} 384 \\ 744 \\ 04 \end{array} \Big| 20$
 $17,7$

Moda = 12
 Media = 17,7
 Mediana = 25

Cantidad de Lluvia

Datos $0+5+1+0+18+0+2+0+0+0+0+3+0+2+4+14+2+6+11+0=$ $\begin{array}{r} 68 \\ 08 \end{array} \Big| 20$
 $3,4$

Moda = 0
 Media = 3,4
 Mediana = 0

Fuente: elaboración de la profesora Raquel. Tarea 4

Los profesores *Mariana*, *Esteban* y *Camila* siguieron correctamente las indicaciones y establecieron las medidas de tendencia central para cada uno de los grupos de datos. *Mariana*, por ejemplo, halló las medidas tal como se muestra en la Figura 27, organizó los datos de menor a mayor en cada variable, halló de manera correcta la moda, sumó todos los datos y los dividió por la cantidad total. Se determinó que Mariana halló de manera correcta medidas de tendencia central ya que sigue los métodos correctos para ello.

Figura 27. Respuestas a la Tarea 4 por la profesora Mariana

Moda: velocidad del viento: 12= 5,8,9,12,12,12,12,15,15,15,18,18,18,19,21,21,22,25,30,45
 Cantidad de lluvia: 0= 0,0,0,0,0,0,0,0,1,2,2,2,3,4,5,6,11,14,18

Media: velocidad del viento: $384/20=17.7$
 Cantidad de lluvia: $68/20=3.4$

Mediana: velocidad del viento: $17+18=35/2=17.5$
 Cantidad de lluvia: $1+2=3/2=1.5$

Fuente: elaboración de la profesora Mariana. Tarea 4

El profesor *Esteban* desarrolló la tarea 4 a partir de los pasos para calcular las medidas de tendencia central que se describen en la guía de la “Reunión grupal 3: desempeños finales de síntesis”. Primero, tomó los datos originales, los organizó de menor a mayor, subrayando de otro color el dato que más se repetía, es decir, la moda. Luego, sumó todos los datos y los dividió por la cantidad total para calcular la media, como se detalla en la

Figura 28. Por último, para calcular la mediana tomó como referencia el orden de menor a mayor y resaltó el número ubicado en la mitad de la lista. Lo anterior indica que el participante halla de manera correcta medidas de tendencia central en un conjunto de datos.

Figura 28. Respuestas a la Tarea 4 por el profesor Esteban

MODA LLUVIA																				
0	5	1	0	18	0	2	0	0	0	0	3	0	2	4	14	2	6	11	0	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	3	4	5	6	11	14	18	
MEDIA LLUVIA: $68/19=3.57$																				
0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	3	4	5	6	11	14	18	68	
MEDIANA LLUVIA DATOS IMPARES																				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	2	2	3	4	5	6	11	14	18	
MODA VIENTO																				
8	12	5	30	9	12	18	45	17	25	18	21	12	15	21	15	19	18	12	22	
5	8	9	12	12	12	12	15	15	17	18	18	18	19	21	21	22	25	30	45	
MEDIA VIENTO: $354/20=17.7$																				
5	8	9	12	12	12	12	15	15	17	18	18	18	19	21	21	22	25	30	45	354
MEDIANA VIENTO: $17+18=35/2=17.5$																				
5	8	9	12	12	12	12	15	15	17	18	18	18	19	21	21	22	25	30	45	

Fuente: elaboración del profesor Esteban. Tarea 4

La profesora *Camila* halló de manera correcta las medidas de tendencia central, como se evidencia en la Figura 29. Se pudo determinar que organizó los datos de menor a mayor, atendiendo a las recomendaciones que se describen en la “Reunión grupal 3: desempeños finales de síntesis”; sumó los datos y los dividió por la cantidad total, es decir, encontró la media. Teniendo en cuenta que la cantidad de datos era un número par, sumó los dos del centro y encontró el promedio. Es decir que implementa los métodos necesarios para hacer los cálculos matemáticos para encontrar

las medidas de tendencia central.

Figura 29. Respuestas a la Tarea 4 por la profesora Camila

Moda: 8-12-5-30-9-12-18-45-17-25-18-21-12-15-21-19-18-12-22 ORDENADOS: 5- 8-9-12-12-12-12-15-15-17-18-18-18-19-21-21-22-25-30-45 MODA: 12 MEDIA: $5+ 8+9+12+12+12+12+15+15+17+18+18+18+19+21+21+22+25+30+45=354/20= 17.7$ MEDIANA: 5- 8-9-12-12-12-12-15-15-17-18-18-18-19-21-21-22-25-30-45 $17+18=35/2=17.5$

Fuente: elaboración de la profesora Camila. Tarea 4

En la Figura 30 se observa que el profesor *Daniel* halló de forma correcta cada resultado de las medidas de tendencia central, sin embargo, no detalla sus procedimientos, simplemente aparece la respuesta a cada medida. Por tanto, no se puede identificar si el profesor siguió correctamente cada indicación expresada en la “Reunión grupal 3: desempeños finales de síntesis”. Por lo tanto, se desconoce los métodos aplicados por el profesor para realizar los cálculos matemáticos necesarios y encontrar las medidas de tendencia central.

Figura 30. Respuestas a la Tarea 4 por el profesor Daniel

Cantidad de Lluvia	Velocidad del viento
LA MODA: 0	LA MODA: 12
LA MEDIA: 3,4	LA MEDIA: 17,7
LA MEDIANA: 1,5	LA MEDIANA: 17,5

Fuente: elaboración del profesor Daniel. Tarea 4

A continuación, en la Tabla 17, se detallan las evidencias de comprensión demostradas por cada profesor participante en la Tarea 4.

Tabla 17. Interpretación 2 de la Transcripción Reunión grupal 3: Tarea 4

Profesor/a	Dimensión de la comprensión	Evidencias de comprensión
Raquel, Mariana, Esteban Camila	Método	Halla de manera correcta algunas medidas de tendencia central Halla de manera correcta medidas de tendencia central
Raquel, Mariana, Esteban y Camila	Formas de comunicación	Realiza de forma manual los procedimientos necesarios para calcular medidas de tendencia central Utiliza herramientas digitales para realizar los procedimientos necesarios para calcular medidas de tendencia central

Se dio continuación al desarrollo de la reunión grupal 3: Tarea 5, con una serie de preguntas que los profesores respondieron de forma escrita. A la pregunta:

31. **Investigadora:** ¿Qué obstáculos considero que hay para utilizar estas herramientas en la escuela?

32. **Mariana:** yo realmente veo que a los profes nos da mucho temor afrontar estos contenidos con los estudiantes.

33. **Esteban:** ¡sí!, nos da miedo que nos corchen, por eso no los trabajamos.

34. **Astrid:** un obstáculo muy grande es la falta de seguridad de los profesores en las temáticas.

35. **Lina:** yo creo que el principal obstáculo es la voluntad y disposición de los profesores para poner en práctica conceptos estadísticos relacionados con las medidas de tendencia central.

36. **Daniel:** uno de los principales obstáculos es la falta de lectura en el contexto por parte de los estudiantes, genera la poca interpretación de la información y el argumento erróneo frente a cada situación o fenómeno presentado.

37. **Camila:** yo considero que en vez de obstáculos hay oportunidades para desarrollar competencias y aprendizajes significativos en los estudiantes,

relacionadas con tablas, gráficas y análisis estadísticos. (Transcripción reunión grupal 3, Octubre, 2020)

Es posible evidenciar que las opiniones de los profesores estaban divididas. Algunos analizaron las dificultades desde su quehacer pedagógico y otros, por el contrario, intentaron identificar los impedimentos directamente en el estudiante.

Los profesores participantes dieron respuesta al último cuestionamiento:

38. **Investigadora:** ¿Qué otra información puedo recolectar y graficar?
39. **Lina:** es posible graficar habitantes de un pueblo o ciudad.
40. **Elina:** también el sexo de esa población o incluso animales que viven en una región específica.
41. **Astrid:** edades de ciertas poblaciones.
42. **Mariana:** trabajos de los padres de familia, si son agricultores, oficiales.
43. **Raquel:** podemos, también, graficar la alimentación de una comunidad o incluso de los estudiantes de la escuela.
44. **Daniel:** se pueden recolectar son los relacionados con fútbol, producción agrícola, incluso yo lo hago constantemente con otros grupos.
45. **Camilo:** también, la cantidad de recursos, visitas al supermercado, dinero gastado, salario.

Según el diálogo, se infiere que después del proceso de formación continua los aportes que los profesores especificaron permiten recolectar y graficar información de cualquier contenido, no solo el referente a estadística de esta manera se puede potenciar el currículo académico en las áreas de deporte, habilidades artísticas y procesos en la vida del campo (Transcripción reunión grupal 3, Octubre, 2020). Aspectos que denotan comprensión en tanto los profesores pueden utilizar información conocida en otros campos del conocimiento. La Tabla 18 resume la interpretación de

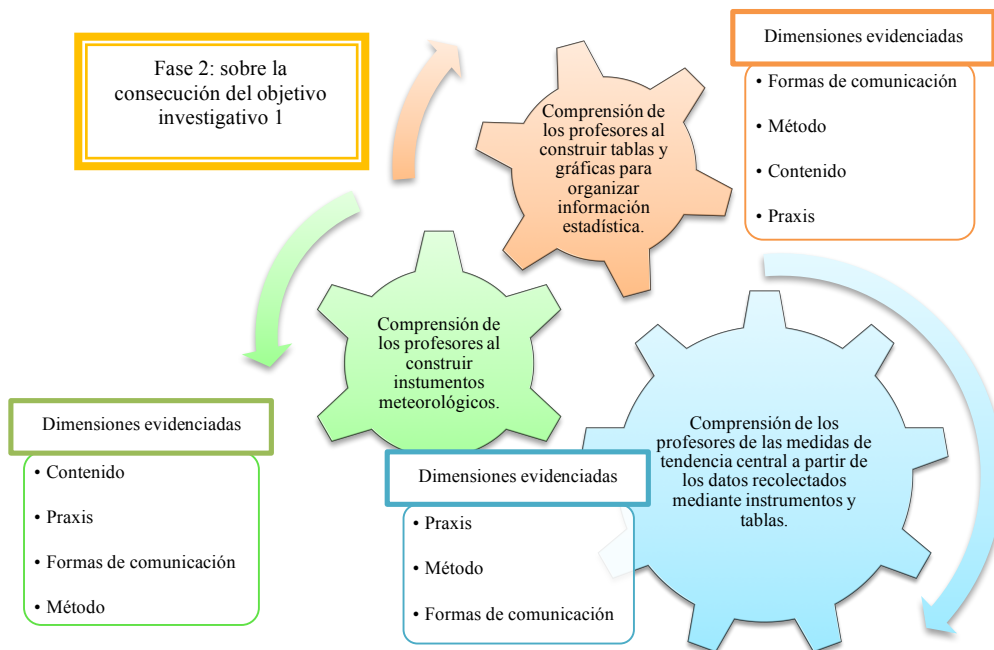
la Tarea 5.

Tabla 18. Interpretación 2 de la Transcripción reunión grupal 3: Tarea 5

Profesor/a	Dimensión de la comprensión	Evidencias de comprensión
Mariana, Esteban, Astrid, Lina, Daniel, Camila,	Praxis	Expresa que es esencial la voluntad de los profesores para poner en práctica las medidas de tendencia central Considera que un obstáculo para trabajar medidas de tendencia central es la poca interpretación de los estudiantes Indica que son más las oportunidades que hay para desarrollar competencias relacionadas con las gráficas y tablas, un ejemplo es el uso transversal con otras áreas

La Figura 31 muestra el proceso de análisis que se realizó en esta categoría teniendo en cuenta la investigación-acción.

Figura 31. Fase 2 de la investigación-acción: proceso de análisis sobre la consecución del objetivo específico 1.



Fuente: elaboración propia.

4.2.2. Sobre la consecución del objetivo específico 2: niveles de comprensión de los profesores sobre las medidas de tendencia central.

4.2.2.1. Tarea 1. Construcción de instrumentos.

El proceso de formación de profesores se desarrolló en tres reuniones grupales orientadas a construir instrumentos meteorológicos, recolectar datos, representarlos en tablas y gráficos y calcular medidas de tendencia central. A continuación, se desarrolla el análisis de la comprensión de medidas de tendencia central a partir de la construcción de instrumentos meteorológicos de cada profesor participante en el proceso de formación. En la reunión grupal 1, los profesores evidenciaron tener conocimientos previos con respecto a la recolección de datos y el significado de las medidas de tendencia central, específicamente, en el trabajo que desarrollan con los estudiantes de Básica Primaria. También demostraron interés en la construcción de instrumentos meteorológicos, aportando ideas para integrar la recolección de datos con diferentes áreas del conocimiento.

La profesora *Camila* expresó de manera verbal la posibilidad de integrar la construcción de instrumentos meteorológicos con la recolección de datos y los contenidos propuestos en las Cartillas de Escuela Nueva, además, relacionó el uso del pluviómetro con la huerta escolar para calcular la cantidad de agua lluvia que cae cada día. Las evidencias de comprensión de la profesora *Camila* dieron cuenta de que es capaz de moverse con flexibilidad entre dimensiones, vinculando los criterios por los cuales se construye y se convalida el conocimiento en una disciplina con la naturaleza de su propósito. Por tanto, se ubica en el nivel maestría en la dimensión de contenido, ya que dio cuenta de que conoce instrumentos meteorológicos y cómo utilizarlos en la recolección de datos.

El profesor *Camilo* expuso de forma verbal ante sus compañeros cómo debe ser ubicado el pluviómetro para que los datos recolectados sean reales. Relacionó los instrumentos

meteorológicos tratados en la reunión grupal 1 con algunos elementos que ha observado en su entorno y reconoció que lo trabajado en este proceso de formación era importante para promover con sus estudiantes la recolección de datos. Es decir, usó el conocimiento para reinterpretar y desenvolverse en la cotidianidad. Estas actuaciones dieron cuenta de desempeños propios del nivel de maestría, puesto que el profesor comprendió la relación teórica y práctica entre un instrumento meteorológico con la toma de datos.

Andrés, Lina y Daniel enunciaron de forma oral la posibilidad de relacionar la construcción de instrumentos meteorológicos y la recolección de información con otras áreas del conocimiento, con el propósito de transversalizar los diferentes contenidos, dar aplicabilidad y relacionar estos contenidos con situaciones cotidianas. Es decir, a partir de las intervenciones en la reunión grupal 1, los profesores demostraron capacidad para reflexionar y establecer conexiones entre el conocimiento y su vida. Promovieron la capacidad para identificar puntos esenciales dentro de cada disciplina y las conexiones que pueden establecer con otros conocimientos. Los aportes de estos tres participantes dieron cuenta de desempeños propios del nivel de maestría, puesto que proponen y argumentan otros usos para los instrumentos meteorológicos construidos en la reunión grupal 1.

La profesora *Tatiana* evidenció desempeños propios del nivel de maestría ya que, además de construir los instrumentos meteorológicos, fue capaz de explicar de manera verbal la utilidad de estos en la recolección de datos, específicamente cuando sus compañeros presentaron dudas y propuso transversalizar estas acciones con otras áreas del conocimiento. Por su parte, la profesora *Eliana* cuestionó de forma oral la efectividad de la veleta para obtener información a pesar de usar diferentes materiales, es decir, reconoció que la efectividad de este instrumento para recolectar datos puede afectarse por el material en el que se elabore. La profesora *Andrea* evidenció actuaciones similares porque explicó de forma verbal, ante sus demás compañeros, la relación entre los instrumentos construidos, la estadística y la toma de datos. En términos de la EpC, esto significa

que comprendió cuando hay una relación entre conocimiento disciplinario y la vida cotidiana, identificando las oportunidades y las consecuencias de usar el conocimiento.

Los hechos anteriores, correspondientes a *Eliana y Andrea*, dieron cuenta de que ambas presentan desempeños propios del nivel de aprendiz en la dimensión de contenido, puesto que construyeron instrumentos meteorológicos y los utilizaron de forma correcta para recolectar datos. Finalmente, las actuaciones de *Mariana, Lucia, María y Astrid* se limitaron a la construcción de los instrumentos meteorológicos propuestos en la reunión grupal 1; no argumentaron la utilidad de estos, ni expusieron la relación con los datos estadísticos, es decir, aparecieron algunos conceptos o ideas disciplinarias y se establecieron conexiones simples entre estos. La construcción del conocimiento como sus formas de expresión y comunicación se encararon como procedimientos mecánicos, por lo tanto, sus desempeños se ubicaron en el nivel de novato en la dimensión de contenido.

A continuación, se presenta la Tabla 19 que resume la interpretación general del proceso de comprensión de los profesores participantes en la tarea 1, con respecto a los desempeños establecidos en la dimensión de contenido.

Tabla 19. Análisis de la transcripción reunión grupal 1.

Dimensión:	Método	
Categoría:	Construcción de instrumentos meteorológicos	
Nivel	Descriptor	Participantes
Ingenuo	No se encontraron evidencias empíricas	No aplica
Novato	Construye instrumentos meteorológicos y conoce su utilidad	Mariana, Lucia, María Astrid
Aprendiz	Conoce instrumentos meteorológicos y los utiliza de forma correcta para recolectar datos	Eliana, Andrea
Maestría	Conoce instrumentos meteorológicos, los utiliza para recolectar datos y propone otros usos y los argumenta	Camila, Andrés, Lina, Daniel, Tatiana, Camilo

4.2.2.2. Tareas 2 y 3: Recolectar información, organizar y graficar datos.

En la reunión grupal 2, los participantes socializaron tablas y gráficos elaborados a partir

de los datos recolectados con los instrumentos meteorológicos que construyeron en la reunión anterior. Fue evidente la motivación e interés de los profesores por aprender y cualificar sus conocimientos con respecto a la organización de datos en tablas y gráficas. Así mismo, se señaló la importancia de continuar posibilitando espacios de formación para fortalecer sus prácticas educativas, ya que se hicieron evidentes algunas falencias respecto a la organización de información.

A continuación, se presenta el análisis del proceso de comprensión de medidas de tendencia central a partir de la recolección y organización de datos de cada profesor participante en el proceso de formación. El profesor *Camilo* demostró que solo tiene en cuenta algunos elementos en la construcción de tablas de frecuencia, aún debe considerar el título, el número de la tabla y la organización por columnas para sistematizar la información. Con respecto a la elaboración de gráficos, desconoció cómo se construyen, solo identificó las variables, pero no ubicó la información de manera correcta. Por consiguiente, se evidenció que faltan conceptos disciplinarios y prevalecen las creencias intuitivas, indicativo de que sus desempeños son propios del nivel de ingenuo, puesto que no consideró los elementos básicos para construir tablas y gráficos estadísticos.

Los desempeños de la profesora *Eliana* son propios del nivel novato, ya que al presentar su tabla se evidenciaron algunos datos faltantes, por ejemplo, solo escribió la fecha en la que se recolectó la información, pero no dio cuenta de ninguna unidad de medida ni del tipo de averiguación que se sistematizó en cada fila. En relación con la construcción de tablas, mostró que conoce algunos elementos, sin embargo, debe aprender a representar valores exactos tomando como referencia los datos recolectados, es decir, solo consideró algunos elementos en la construcción de tablas y gráficos estadísticos. La profesora mezcló creencias intuitivas con fragmentos de conocimiento disciplinario, pero siguen dominando las visiones intuitivas.

La profesora *Raquel* presentó una tabla de frecuencias en la que solo le hizo falta el título

y los datos de una columna, sin embargo, expresó de forma verbal el motivo por el cual no había recolectado los datos del anemómetro. Este aspecto muestra la capacidad de decidir cuál sistema de representación usar según la necesidad. Con respecto al gráfico estadístico, la profesora construyó un diagrama de líneas en el cual consideró sus elementos y la distribución de los datos y representó de manera correcta la información. Los desempeños la ubicaron en el nivel de aprendiz en la dimensión de método, ya que construye tablas y gráficos estadísticos teniendo en cuenta sus elementos y distribución.

Por su parte, los profesores *Astrid* y *Daniel* construyeron tablas en las que especificaron la fecha, las variables y la unidad de medida correspondiente a cada fila, además, argumentaron de forma verbal las posibilidades que ofrecía el computador para realizar este tipo de actividades de manera completa y ágil. *Daniel* desarrolló un gráfico estadístico de forma invertida y expuso ante sus compañeros la importancia de realizar adecuadamente este tipo de representaciones, con el propósito de que los estudiantes comprendan la información. *Astrid*, por su parte, realizó un gráfico estadístico teniendo en cuenta sus variables y la ubicación exacta de la información. Los desempeños de estos dos participantes evidenciaron un nivel aprendiz en la dimensión de método, ya que encuentran formas adecuadas de comunicar y compartir conocimiento, de forma específica, en lo relacionado con la construcción de tablas y gráficos de manera correcta, considerando su distribución y elementos.

Los desempeños de *Camila*, *Mariana* y *Andrés* dieron cuenta de que los tres reconocen elementos necesarios para construir una tabla de frecuencias y un gráfico estadístico. En las tablas que elaboraron se distingue el título, la fecha y las columnas que describen las variables, así como las unidades de medida para cada uno de los datos tomados de los instrumentos meteorológicos. La profesora *Camila* expresó de manera verbal el proceso que había llevado a cabo para organizar la información y la profesora *Mariana* argumentó verbalmente el motivo por el cual había diseñado

un gráfico de barras invertido. Por consiguiente, el conocimiento es expresado y comunicado a otros de manera creativa. Las actuaciones de estos participantes evidenciaron desempeños propios del nivel de maestría en la dimensión de método, ya que además de construir correctamente tablas y gráficos estadísticos, identificaron y argumentan su significado e importancia. En la Tabla 20 se detalla la ubicación por nivel de cada profesor participante en la dimensión de método.

Tabla 20. Análisis de la transcripción reunión grupal 2.

Dimensión	Método	
Categoría	Construcción de tablas y gráficas	
Nivel	Desempeño de comprensión	Participantes
Ingenuo	Construye tablas y gráficos estadísticos sin considerar elementos básicos como el título, valores a graficar y colores	Camilo
Novato	Construye tablas y gráficos estadísticos, considera algunos elementos.	Eliana
Aprendiz	Construye tablas y gráficos estadísticos, considera sus elementos y la distribución de los datos	Astrid, Raquel, Daniel
Maestría	Construye tablas y gráficos estadísticos, considera sus elementos, la distribución de los datos y su significado dentro de la gráfica y argumenta su importancia	Mariana, Camila, Andrés

Además de la actividad anterior, se realizó un conversatorio reflexivo acerca del uso de las tablas y gráficos estadísticos en el que los profesores participantes expusieron sus puntos de vista, de acuerdo con su experiencia y quehacer educativo. Enseguida, se analizó el proceso de comprensión de cada uno con respecto a los desempeños establecidos en la dimensión de praxis. Los aportes expresados de forma verbal por *Daniel* y *Eliana* dieron cuenta de que limitan el uso de gráficas y tablas estadísticas con el área de matemáticas, es decir, su capacidad para usar el conocimiento en múltiples situaciones y definir las consecuencias de hacerlo está enfocada a organizar datos en el área de matemáticas. Este argumento es propio del nivel novato en la dimensión de praxis, ya que consideran que las tablas y gráficos se pueden usar en matemáticas.

Camila y *Astrid* comentan la importancia de estos procesos de formación, no solo para los profesores, sino también para avanzar y fortalecer procesos académicos con los estudiantes a través

de la integración de los datos con otros aspectos de las matemáticas. Por tanto, reconocen una variedad de usos posibles de lo que aprenden, y los argumentos expresados dieron cuenta de que se ubican en el nivel de aprendiz en la dimensión de praxis, ya que consideraron que los datos y gráficos estadísticos se utilizan en matemáticas para clasificar elementos. Finalmente, los profesores *Andrés, Camilo, Mariana y Raquel* coinciden al afirmar que los datos y gráficos estadísticos se pueden relacionar fácilmente con otras áreas del conocimiento a través de actividades llamativas para los estudiantes. Además, explicaron la necesidad de avanzar en estos procesos de formación que cualifican a los profesores. Por ende, muestran la capacidad de comprometerse espontáneamente en este tipo de desempeños más allá del entorno de la escuela, demostrando dominio de su comprensión. Los desempeños de estos profesores se ubicaron en el nivel de maestría en la dimensión de praxis al argumentar el uso transversal que se le puede dar a las tablas y graficas estadísticas. A continuación, se presenta la Tabla 21 en la que se detalla la ubicación de cada participante según los desempeños analizados en la dimensión de praxis.

Tabla 21. Análisis 2 de la transcripción reunión grupal 2.

Dimensión:	Praxis	
Categoría	Uso de tablas en diversos contextos	
Nivel	Desempeño de comprensión	Participantes
Ingenuo	No hay evidencia empírica	No aplica
Novato	Considera que los gráficos estadísticos y las tablas se pueden usar en matemáticas y para hacer cuentas	Daniel, Eliana
Aprendiz	Considera que los gráficos estadísticos y las tablas se utilizan en matemáticas, para clasificar elementos	Camila, Astrid
Maestría	Considera que los gráficos estadísticos y las tablas se utilizan en matemáticas, argumenta el uso transversal a todas las áreas	Andrés, Camilo, Mariana, Raquel

4.2.2.3. Tareas 4 y 5: Calcular las medidas de tendencia central e identificar tendencias en los datos para hacer predicciones.

La última reunión grupal tuvo como propósito calcular medidas de tendencia central a partir de la información recolectada en las tablas y gráficos, para ello se facilitó a los participantes un documento con las recomendaciones paso a paso. Algunos profesores se mostraron inquietos al

momento de realizar las tareas propuestas, algunos expresaron desconocimiento frente a los métodos y otros insistieron en intentarlo a pesar de que no recordaban varios de los conceptos sobre medidas de tendencia central.

La actividad consistió en encontrar los datos con mayor y menor frecuencia, ejercicio que los participantes desarrollaron de forma correcta, es decir, realizaron una interpretación acertada de los datos proporcionados en tablas y gráficas. No obstante, los resultados variaron al calcular medidas de tendencia central. A continuación, se analizan los resultados de cada profesor.

Mariana, Esteban, Camila, Raquel y Astrid calcularon correctamente la media y la moda en el conjunto de datos y siguieron cada instrucción descrita en la guía de trabajo. Sin embargo, les faltó organizar los datos de menor a mayor para poder calcular la mediana, por tanto, ese último dato fue incorrecto. Estas actuaciones dieron cuenta de un desempeño propio del nivel de aprendizaje puesto que demostraron expresión y comunicación de conocimiento flexible y adecuado de las medidas de tendencia central en un conjunto de datos y explican de manera general la relación entre los datos.

Camilo y Daniel proporcionaron resultados correctos para cada una de las medidas de tendencia central, pero no detallan los procedimientos, por tanto, no es posible evidenciar si siguieron correctamente los pasos descritos en la guía de trabajo, es decir que no se pueden determinar los métodos aplicados para realizar los cálculos matemáticos. Los participantes no ven la necesidad de respaldar sus afirmaciones con procedimientos escritos, solo se enfocan en demostrar que están acertados. Estas evidencias los ubican en el nivel novato en la dimensión de método.

Andrés y Lina calcularon de manera correcta las medidas de tendencia central, media, moda y mediana; ambos organizaron los datos de menor a mayor y realizaron las operaciones necesarias para encontrar los resultados correctos. Además, al socializar los resultados suministrados por ellas,

expresaron de forma verbal el significado de la información, es decir, demostraron comprensión disciplinaria relacionada con las medidas de tendencia central. Por consiguiente, las actuaciones de estos participantes los ubicaron en el nivel de maestría en la dimensión de método y evidencian además comprensión en la dimensión de formas de comunicación A continuación, en la Tabla 22, cada participante se ubica según los desempeños evidenciados en la dimensión de método.

Tabla 22. Análisis 1 de la transcripción reunión grupal 3.

Dimensión	Método	
Categoría	Medidas de tendencia central	
Nivel	Desempeño de comprensión	Participantes
Ingenuo	No hay evidencia empírica	No aplica
Novato	Halla las medidas de tendencia central en un conjunto de datos	Camilo, Daniel
Aprendiz	Halla las medidas de tendencia central en un conjunto de datos y explica de manera general la relación con los datos	Astrid, Mariana, Esteban, Camila y Raquel
Maestría	Halla las medidas de tendencia central y argumenta su relación con los datos.	Lina, Andrés

Además de calcular medidas de tendencia central, también se solicitó a los participantes que dieran respuesta a cuestionamientos sobre el significado de la información obtenida y su percepción frente al trabajo que se desarrollaba en el aula de clase. Esta información sirvió para determinar si los profesores realizaban predicciones a partir de los datos y como estrategia para determinar la utilización del lenguaje estadístico. Al leer sus respuestas y escuchar las diferentes intervenciones, es posible hacer las siguientes precisiones. La mayoría de los participantes indicaron que la información les permitía inferir datos, promedios y frecuencias, por otro lado, expresaron que el principal obstáculo para trabajar las medidas de tendencia central en el aula de clase se centra en la voluntad y disposición de los profesores. Otros, por el contrario, afirmaron que la debilidad radica en los métodos de lectura e interpretación de los estudiantes. Ambas intervenciones dieron cuenta de que los profesores relacionaron las medidas de tendencia central

solamente con procesos matemáticos, dejando atrás la transversalización de áreas.

Cuando explicaron además las inferencias que se pueden dar con la información encontrada en las medidas de tendencia central, *Daniel y Mariana* comentan que solo se pueden inferir datos y promedios, similar a las apreciaciones de *Esteban y Andrés*, quienes afirmaron que se pueden inferir datos con mayor y menor intensidad, o los datos centrales. *Lina y Camilo* determinaron que se puede inferir la diferencia entre los datos y hacer cálculos y *Esteban* expresó que lo que él puede inferir son los datos con mayor y menor frecuencia. Estas intervenciones ubican a *Lina, Raquel, Daniel, Astrid, Andrés, Mariana y Esteban* en el nivel novato en la dimensión de formas de comunicación, puesto que utilizaron de manera básica el lenguaje estadístico, tanto en la construcción del conocimiento como en sus formas de expresión y comunicación, enfocado a métodos mecánicos y relacionados únicamente con los datos, pero no con su significado (Pogré, 2012).

Camilo, Camila, Tatiana expresaron que con la información infieren datos puntuales como la intensidad de la lluvia, indicar con exactitud el día más lluvioso e identificar la dirección en la que más ventea; los participantes dan un significado real a los datos y a los resultados hallados en las medidas de tendencia central. Así mismo, comentaron de forma verbal y escrita las posibilidades de aprovechar la enseñanza de estos conceptos con otras áreas del conocimiento, como estrategia no solo para leer e interpretar datos, sino para tratar otros contenidos del currículo y actividades propias de la vida en el campo. Es decir, además de identificar conceptos estadísticos, también los asociaron con otras situaciones y contenidos. Estos profesores dieron cuenta de que usan el conocimiento para reinterpretar y actuar en el mundo que los rodea, además el conocimiento es expresado y comunicado a otros de manera precisa y creativa. Por consiguiente, sus intervenciones son propias del nivel de maestría en la dimensión de formas de comunicación, ya que estos participantes utilizaron con soltura el lenguaje estadístico y argumentaron su relación con

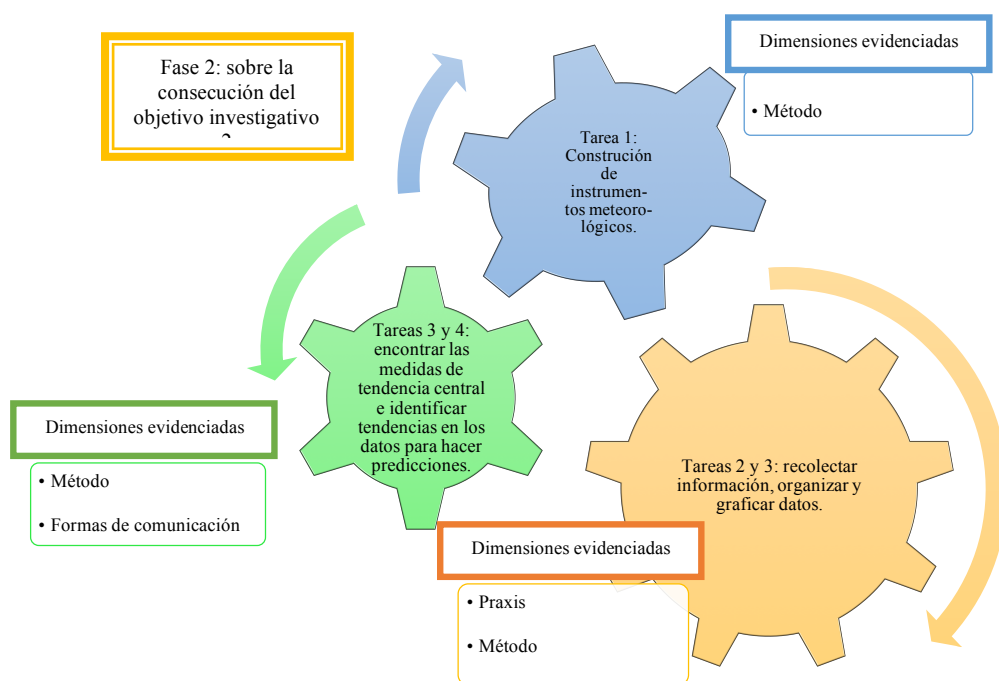
situaciones contextuales. En la Tabla 23 se detalla la ubicación de cada profesor según sus desempeños en la dimensión de formas de comunicación.

Tabla 23. Análisis 2 de la transcripción reunión grupal 3.

Dimensión	Formas de comunicación	
Categoría	Lenguaje estadístico	
Nivel	Desempeño de comprensión	Participantes
Ingenuo	No hay evidencia empírica	No aplica
Novato	Utiliza de manera básica el lenguaje estadístico	Lina, Raquel, Daniel, Astrid, Andrés, Mariana, Esteban
Aprendiz	No hay evidencia empírica	No aplica
Maestría	Utiliza con soltura el lenguaje estadístico y argumenta su relación con situaciones contextuales	Camilo, Camila, Tatiana

La Figura 32 el proceso de análisis que se realizó en esta categoría teniendo en cuenta la investigación-acción.

Figura 32. Proceso de análisis sobre la consecución del objetivo específico 2.



Fuente: elaboración propia.

4.3. Fase 3 de la investigación-acción

A continuación, en este apartado, se describe la fase 3 de la investigación-acción que corresponde a la evaluación de las tres (3) reuniones grupales durante las cuales se desarrolló el programa de formación continua de profesores. Esta evaluación se realizó teniendo en cuenta el alcance de los objetivos investigativos y las voces de los profesores participantes del proceso de formación.

Con relación a la elaboración de la Tarea 1, planteada en la reunión grupal 1: Desempeño exploratorio. Es preciso mencionar que los profesores realizaron con agrado los instrumentos meteorológicos propuestos. La profesora *Tatiana* expresó que: “este tipo de actividades genera interés en los estudiantes porque los motiva a trabajar en clase” y *Mariana* dice que “realizar actividades manuales hace que los estudiantes mantengan el interés en el tema que se está trabajando”, (Transcripción reunión grupal 1, Marzo, 2020). Argumentos que evidencian la pertinencia de elaborar en clase material de trabajo con miras a mantener el interés de los estudiantes. En este mismo sentido los profesores evidenciaron comprensión del uso de los instrumentos cuando se cuestionaban por la importancia de los materiales utilizados para la elaboración de estos y la eficacia de la información recolectada con dichos instrumentos. Esta reunión grupal permitió evidenciar comprensión en las dimensiones de contenido, praxis y método.

La reunión grupal 2 tubo como objetivo el desarrollo de dos tareas: 1. Tarea 2: socializar las partes de una tabla: el encabezado, aspectos importantes e información compilada en ella y Tarea 3: explicar que es una gráfica, qué información va en ella y cómo se clasifican los ejes. Con relación a la Tarea 2 los profesores *Camilo* y *Daniel* expresaron que “es difícil recolectar información en tablas” y “hay veces que uno no entiende qué es lo que hay que poner en las casillas” (Transcripción reunión grupal 1, Marzo, 2020) afirmaciones evidencian dificultades en la comprensión, sin embargo posteriormente los profesores *Andrés*, *Raquel*, *Astrid* y *Eliana*

respectivamente argumentan que “las tablas permiten leer con mayor facilidad la información” “con ayuda de las tablas uno puede comprender mejor la información de un tema específico” “es increíble como la información que se escribe en una tabla no tiene que ser necesariamente de matemáticas, sino que se puede poner información de otras áreas del conocimiento” “para entender las tablas es necesario considerar todos los elementos de ellas, porque si uno no es claro la persona que la ve no entiende lo que uno quiere decir.” (Transcripción reunión grupal 2, Julio, 2020). Estos argumentos permiten inferir comprensión de los profesores con relación a las tablas y la información que se compila en ella. En esta reunión grupal se evidenció que las dimensiones de método y formas de comunicación tuvieron prevalencia sobre las demás.

En el desarrollo de la Tarea 3: explicar que es una gráfica, qué información va en ella y cómo se clasifican los ejes se evidencia en primera instancia que los profesores aprenden a construir gráficas para representar información. Dan cuenta de la comprensión cuando consideran los elementos de los gráficos, y tienen presentes las necesidades de interpretación del lector en su elaboración. En esta primera parte de la Tarea 3 es posible evidenciar comprensión de los profesores desde las dimensiones de método y formas de comunicación. Los argumentos que permiten realizar esta inferencia son de las profesoras *Camila* y *Astrid* “es importante nombrar los ejes para tener claridad de la información” “hay que evaluar constantemente a los estudiantes para saber si sí están comprendiendo lo que se grafica” (Transcripción reunión grupal 2, Julio, 2020)

Posteriormente en esta misma tarea fue posible identificar la comprensión de los profesores en las dimensiones de formas de comunicación, método, contenido y praxis. Los profesores expresaron la posibilidad de utilizar herramientas tecnológicas como Excel y la necesidad de enseñar a los estudiantes mediante la resolución de problemas relacionados con datos, dan importancia a la información estadística y su relación con otras áreas del conocimiento. Además, como reflexión general el profesor *Camilo* expresa que “estos espacios de formación le permiten a

uno comprender conceptos que antes ignoraba, así podemos aplicarlos en el salón de clase desde el primer periodo académico”. (Transcripción reunión grupal 2, Julio, 2020)

En la tercera reunión grupal tuvo lugar la realización de la Tarea 4 que tenía como objetivo calcular las medidas de tendencia central en un conjunto de datos. Aunque inicialmente se percibía un ambiente de tensión en los profesores, en la medida que la investigadora explicaba la manera correcta de encontrar la media, moda y mediana, ellos fueron participaron de manera activa y realizaron operaciones matemáticas necesarias para encontrar los datos matemáticos. Los profesores *Daniel* y *Camilo* expresaban: “ah, yo pensé que esto era más difícil” “yo pasaba por la cartilla por encima porque no entendía como se hacían los cálculos” y *Raquel* argumentó que “estos temas se pueden usar en educación física o en el torneo de fútbol” (Transcripción reunión grupal 3, Julio, 2020), expresiones que evidenciaron la comprensión de los profesores desde las dimensiones de formas de comunicación y método.

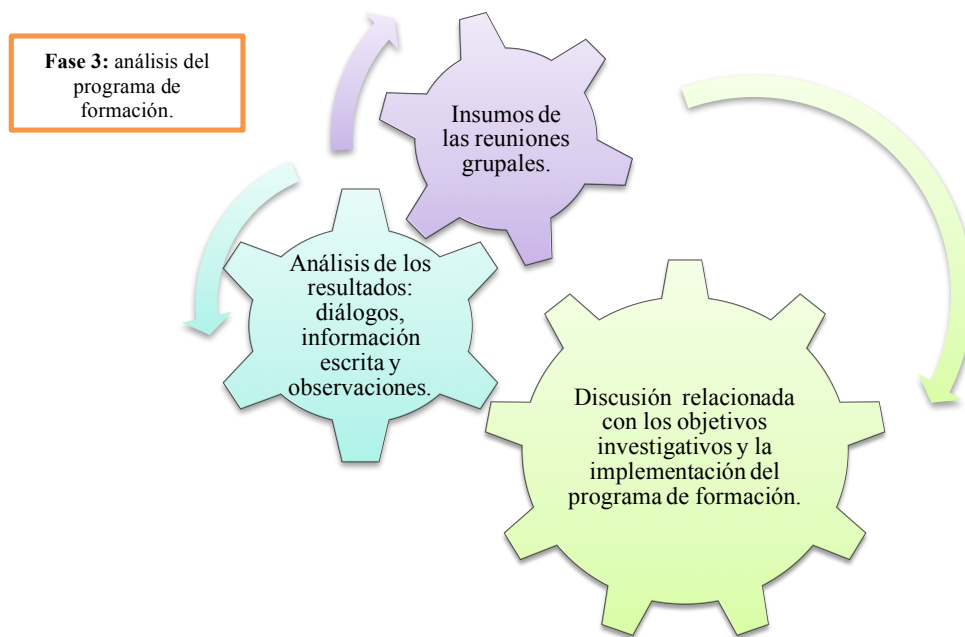
La Tarea 5 buscó discutir y socializar las conclusiones de cada profesor con relación a los ejercicios realizados. Los profesores expresan que “es esencial la voluntad de los profesores para poner en práctica las medidas de tendencia central” además consideran que “un obstáculo para trabajar medidas de tendencia central es la poca interpretación de los estudiantes pero estas actividades ayudan a practicar esas habilidades” además “son más las oportunidades que hay para desarrollar competencias relacionadas con las gráficas y tablas, un ejemplo es el uso transversal con otras áreas” argumentos que evidencian la comprensión de los profesores desde la dimensión de praxis.

En esta última reunión grupal los profesores *Andrés* y *Camilo* expresaron “mucho agradecimiento por generar estos espacios de formación” (Transcripción reunión grupal 3, Octubre, 2020) que, según ellos fortalecen las competencias y como lo expresa *Daniel* “permite comprender temáticas que han generado temor” (Transcripción reunión grupal 3, Octubre, 2020) además,

expresa *Camila* que “permite que entre todos se construya saberes y conocimientos, pues lo que unos saben le sirve a otros y así” (Transcripción reunión grupal 3, Octubre, 2020) de esta manera concluye *Astrid* que “las medidas de tendencia central son transversales a diferentes materias, hay que poner en práctica estos talleres con los estudiantes para encontrar otras formas de aplicación y que ellos puedan interactuar con los datos” Transcripción reunión grupal 3, Octubre, 2020).

Teniendo en cuenta el análisis de cada Tarea< realizada durante el programa de formación continua y los argumentos de los profesores es posible afirmar que se trató de un proceso de formación exitoso, de participación y retroalimentación donde se compartieron saberes académicos para comprender las medidas de tendencia central desde la construcción de herramientas meteorológicas sencillas. En la Figura 33 se resume la fase 3 del proceso investigativo.

Figura 33. Fase 3 de la investigación-acción.



Fuente: elaboración propia.

5. Capítulo V: discusión y conclusiones

Este capítulo corresponde a la discusión relacionada con los objetivos investigativos, respaldados por la sistematización e interpretación de la información obtenida durante el trabajo de campo, validados en la observación, en las tareas resueltas en cada reunión grupal y en los aportes verbales y escritos de los profesores participantes. Así mismo, se presentan algunas líneas temáticas de investigaciones que se pueden trabajar a futuro, en coherencia con los objetivos de esta investigación.

El objetivo general planteado para esta investigación se centró en analizar la comprensión de los profesores de primaria sobre las medidas de tendencia central. La consecución de este objetivo se evidenció en el desarrollo de un programa de formación continua diseñado para profesores de primaria. En este programa de formación continua, las tareas se orientaron hacia la construcción de instrumentos meteorológicos, recolección y organización de datos, hallazgo de las medidas de tendencia central y análisis del significado de la información recogida. Las acciones que se desarrollaron para alcanzar el objetivo general se determinaron a partir de los objetivos específicos.

Las tareas desarrolladas en la reunión grupal 1 posibilitaron la construcción de instrumentos meteorológicos, realizados por los profesores participantes a partir de materiales sugeridos por la investigadora. Esta Tarea práctica permitió un segundo acercamiento a las concepciones de los profesores con respecto a la enseñanza de la estadística en la básica primaria y a la relación existente entre los instrumentos meteorológicos y los datos estadísticos. La elaboración de los instrumentos meteorológicos favoreció la construcción de material útil, no solo para realizar las actividades propuestas en cada reunión grupal, sino también para llevarlo a la práctica e iniciar el desarrollo de métodos estadísticos con los estudiantes de básica primaria, teniendo en cuenta que el acercamiento a la estadística debe darse en los años iniciales. Así lo afirman Batanero (2001) y

Ruiz (2014) quienes proponen la incorporación de la estadística al currículo de matemáticas en la educación básica primaria, porque hoy día es necesaria la estadística a un número creciente de personas y provoca, en consecuencia, una gran demanda de formación básica.

Con la información recolectada en esta primera reunión grupal del programa de formación continua de profesores se analizó la dimensión de método, a partir de la construcción de instrumentos meteorológicos. Por consiguiente, se realizó un análisis respecto a la utilidad que los profesores le dieron a los instrumentos; los aportes verbales denotaron interés en relacionar los instrumentos con otras áreas del conocimiento, direccionar los contenidos a la recolección de datos y profundizar en el uso correcto de cada uno para encontrar datos exactos.

Las tareas desarrolladas en la segunda reunión grupal determinaron la utilidad de los instrumentos meteorológicos que los profesores construyeron en la primera reunión grupal. Estos sirvieron para que los profesores recolectaran datos que posibilitaron la construcción de tablas y gráficos, en un primer momento, a partir de las concepciones previas de los profesores y, luego, se validaron con las orientaciones de la investigadora. En efecto, con la información recolectada en esta reunión grupal se evaluó la dimensión de método y de praxis. Aquí, los desempeños de los profesores evidenciaron concepciones previas con respecto a los elementos que se deben considerar al realizar una tabla de frecuencias.

Se revelaron algunos aspectos por fortalecer, como la construcción de gráficos estadísticos, ya que, a pesar de que se dieron algunas instrucciones por parte de la investigadora, los participantes presentaron falencias en este tipo de representaciones. Sin embargo, con la socialización final de esta reunión grupal se verificó que los profesores suponen el uso de las tablas y graficas en diversas áreas del conocimiento, proponen algunas actividades específicas y argumentan la necesidad de dar aplicabilidad a conceptos estadísticos, tablas, datos, gráficas, en situaciones reales. Por último, las tareas desarrolladas en la reunión grupal 3 involucraron a los

profesores en la interpretación de datos a partir de las medidas de tendencia central, es decir, los participantes calcularon la moda, media y mediana en las tareas iniciales, además expresaron de manera verbal y escrita la interpretación de estos resultados, así como la opinión respecto a los procesos de formación de profesores, como estrategia de cualificación y transformación educativa.

Los desempeños evaluados en esta reunión grupal estuvieron centrados en la dimensión de método y formas de comunicación, específicamente en las medidas de tendencia central y el uso del lenguaje estadístico. En su mayoría, los profesores siguieron los pasos descritos por la investigadora en la guía de trabajo para calcular la media, moda y mediana en un conjunto de datos. No obstante, algunos profesores manifestaron dudas y desconocimiento de estos contenidos, motivo por el cual algunas de las tareas desarrolladas presentaron falencias, lo que significa que no ven la relación entre lo que aprenden con lo que experimentan en su vida real (Boix y Gardner, 1999, 2020).

Los desempeños relacionados con el lenguaje estadístico evidenciaron que los profesores participantes utilizan expresiones referidas únicamente a conceptos matemáticos, es decir, un lenguaje estadístico básico; asocian los datos principalmente con promedios y con la determinación del dato con mayor o menor frecuencia; faltaron aportes sobre el significado de las medidas de tendencia central en situaciones reales. Batanero, Díaz, Arteaga y Gea (2014) argumentan que los gráficos estadísticos permiten dar sentido a las matemáticas, por su amplia presencia en los medios de comunicación y por su utilidad en otras asignaturas académicas y en la vida profesional. Este argumento es reforzado por Batanero (2020) cuando expresa que es necesario fortalecer este aspecto en los profesores con el propósito de trascender la enseñanza de conceptos estadísticos.

En tercera instancia, para alcanzar el objetivo general de esta investigación se centralizó en identificar desempeños y niveles de comprensión que usan profesores al implementar herramientas meteorológicas al calcular las medidas de tendencia central en un programa de formación continua

para proponer estrategias prácticas a sus estudiantes. Es decir, se analizó como lo expresan Stone (1999) y Wilson (2017) en la capacidad e inclinación que se adquiere para usar lo que uno sabe cuándo actúa en el mundo. Por tal motivo, los desempeños evidenciados por cada participante en cada reunión grupal permitieron ubicarlos en los niveles de ingenuo, novato, aprendiz y maestría en cada una de las dimensiones propuestas en el marco teórico de EpC.

Los desempeños evaluados en la reunión grupal 1 permitieron ubicar a cuatro participantes en el nivel novato porque construyeron los instrumentos meteorológicos y expresaron de forma verbal su utilidad, es decir, sus desempeños se basaron en rituales y mecanismos de prueba Boix y Gardner, 2020). Dos profesores se ubicaron en el nivel aprendiz, porque, además de construir instrumentos meteorológicos, también los utilizaron para recolectar datos. Seis participantes se ubicaron en el nivel maestría puesto que evidenciaron conocer instrumentos meteorológicos, los utilizaron para recolectar datos y además argumentaron otros usos, es decir, pueden usar el conocimiento para reinterpretar y actuar en el mundo que los rodea (Boix y Gardner, 2020).

Con la información recolectada en la reunión grupal 2 se evaluaron desempeños sobre la construcción de tablas y gráficos, así como el uso de tablas en diferentes contextos. Con relación al primer desempeño, un solo profesor se ubicó en el nivel ingenuo y otro en el nivel novato, es decir, construyeron tablas y gráficos, pero con ausencia de algunos elementos básicos como el título, las variables y los valores a graficar. otro profesor solo considera algunos elementos para construir tablas de frecuencia, es decir, “ningún método de construcción del conocimiento es evidente más allá del ensayo y el error” (Boix y Gardner, 1999, p. 249).

Por otro lado, tres profesores se ubicaron en el nivel de aprendiz porque sus desempeños evidenciaron la construcción correcta de tablas y gráficos estadísticos. Los otros tres profesores se ubicaron en el nivel maestría porque, además de construir correctamente tablas y gráficos, consideraron sus elementos, la distribución de los datos y su significado dentro de la gráfica, así

como argumentos que evidenciaron la importancia de estos elementos estadísticos. Marín (2000) afirma que:

La observación directa de los fenómenos atmosféricos, así como su registro, no ofrecen gran dificultad a los estudiantes de cualquier nivel, al contrario, lo toman como una actividad natural y cotidiana. Esta actividad y observación diaria hará que los estudiantes tomen conciencia de los cambios más importantes y los estados del tiempo que más se repiten. (p. 1)

Con respecto al uso de tablas en diferentes contextos, dos profesores se ubicaron en el nivel novato, es decir, consideran que las tablas son de uso exclusivo de las matemáticas; sus desempeños demuestran poca o ninguna relación entre lo que aprenden con las experiencias de la vida cotidiana (Boix y Gardner, 2020). Otros dos profesores se ubicaron en el nivel aprendiz porque, además de reconocer que las tablas se usan en matemáticas, también argumentan de qué forma se usan en esta área. Por último, cuatro profesores se ubican en el nivel maestría porque dieron cuenta de que los gráficos estadísticos y las tablas se utilizan en matemáticas y argumentan el uso transversal a todas las áreas. Holmes (1980) y Vidal, Arredondo y García (2021) expresan la necesidad de enseñar en la escuela a interpretar gráficos y tablas ya que esta información le será totalmente útil y necesaria al estudiante para comprender el mundo y para desarrollar habilidades de pensamiento crítico. Argumento que es reforzado por

En la última reunión grupal se evaluaron desempeños relacionados con las medidas de tendencia central y el lenguaje estadístico. En relación con las medidas de tendencia central, la clasificación se dio de la siguiente manera. Dos profesores se ubicaron en el nivel novato, es decir, calcularon medidas de tendencia central en un conjunto de datos. Cinco profesores se ubicaron en el nivel aprendiz porque, además de hacer los cálculos de las medidas de tendencia central, también evidenciaron la relación general con los datos recolectados. Por su parte, dos profesores se ubicaron

en el nivel maestría, teniendo en cuenta que calcularon las medidas de tendencia central y argumentaron correctamente la relación con los datos recolectados.

En esta última reunión grupal se evaluó también el lenguaje estadístico utilizado por los profesores durante el programa de formación continua. Al respecto, se mencionan los siguientes hallazgos. Siete profesores participantes se ubicaron en el nivel novato porque utilizan un lenguaje estadístico básico, es decir, se basan en procedimientos mecánicos paso a paso, sin considerar los propósitos y diversos usos del conocimiento (Hammerness, Jaramillo, Unger y Gray 1999); limitan sus expresiones a conceptos estadísticos. Los demás profesores evidenciaron desempeños propios del nivel maestría, puesto que utilizan el lenguaje estadístico con soltura y argumentan su relación con situaciones contextuales.

En consecuencia, es posible determinar que el objetivo general de esta investigación se cumplió en la medida en que el programa de formación continua permitió analizar los desempeños y niveles de comprensión alcanzados por cada profesor con respecto a las medidas de tendencia central al medir variables meteorológicas, a la luz de los resultados planteados en otras investigaciones y del marco teórico de EpC. En efecto, es necesario fortalecer en los profesores de básica primaria conocimientos estadísticos que les permitan comprender su significado y enseñarlos a sus estudiantes a partir de situaciones del contexto, con el propósito de leer, interpretar y analizar críticamente la información. Al respecto, Arteaga, Batanero y Contreras (2011); Díaz-Levicoy, Giacomone, Arteaga (2017) argumentan que la interpretación y construcción de gráficos constituye la cultura estadística que un ciudadano necesita para enfrentarse críticamente a la sociedad de la información.

En síntesis, el análisis de los resultados obtenidos durante el trabajo de campo develó algunos aspectos por fortalecer en el grupo de profesores participantes en el programa de formación continua, específicamente, en relación con la construcción de tablas y gráficos estadísticos y el

significado de las medidas de tendencia central en un conjunto de datos. Esta evidencia indica una notable necesidad de posibilitar a los profesores, principalmente los que desempeñan su labor con la metodología Escuela Nueva, amplios y constantes espacios de formación y cualificación que se reflejen en sus prácticas de aula. En concordancia con los argumentos de Sharma (2017), quien explica que la alfabetización estadística es relativamente nueva en la investigación educativa, es útil para mejorar su enseñanza, aprendizaje y evaluación, así mismo, los profesores e investigadores deben ser conscientes del desafío de alfabetizar. Los procesos de formación deben ser constantes, intencionados y basados en situaciones reales que promuevan interés para transformar los procesos de aula y el significado real de los conceptos estadísticos.

No es solo la representación de los datos, es dar sentido a la información y potenciar el razonamiento estadístico (Garfield, 2002). Estudiar la importancia de la comprensión en los procesos de aula, en donde no solo es relevante la teoría o los conceptos aislados, sino la utilidad de estos conocimientos en situaciones reales, teniendo en cuenta que “comprender es cuestión de ser capaz de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe” (Gardner, Perkins y Blythe, 1999, p.73). Comprender implica hacer retroalimentación sobre aquello que se dice comprender. Es una capacidad o habilidad que se desarrolla y permite pensar flexiblemente (Wilson, 2017). Los instrumentos meteorológicos se convierten en una herramienta ideal para proporcionar datos, hacer inferencias, predicciones y fortalecer la cultura estadística, habilidades que se encuentran descritas en los Referentes de Calidad y que se sugiere iniciar desde los primeros años de escolaridad, con el propósito de familiarizar a los estudiantes con este tipo de representaciones (MEN, 2006). La construcción de instrumentos para medir variables meteorológicas se encuentra avalada por investigaciones tales como Olivares, Cortez, Rodríguez, Rey y Lobo (2016) y Gómez (2000).

Por otro lado, el marco conceptual de EpC es un aliado en la individualización de métodos de comprensión, que sirve de referente para analizar cada una de las dimensiones dentro de las

cuales se enmarcan métodos de enseñanza y aprendizaje, evaluar progresos y refinar estrategias de planeación con miras a la integralidad y el uso del contexto. Se debe tener en cuenta que “la comprensión depende de adquirir o construir una representación adecuada de algún tipo, un esquema, modelo mental o imagen (Perkins, 1999; Wilson 2017). Por tanto, los espacios de formación de profesores deben estar intencionados a la cualificación teórica desde la práctica.

El marco teórico de EpC responde a preguntas relacionadas con qué comprenden y cómo comprenden los profesores de primaria, es decir, es una reflexión centrada en la práctica como eje fundamental en el proceso de enseñanza y comprensión (Stone, 1999). El objetivo general de esta investigación se concentró en la comprensión de la media, moda y mediana de profesores de primaria al medir variables meteorológicas. Por esta razón, se tuvo en cuenta componentes propios de este marco conceptual para analizar la comprensión en cada uno de los profesores participantes.

El programa de formación continua se estructuró a partir de los elementos presentados en el marco conceptual de EpC, hilo conductor, tópicos generativos y metas; esta acción inicial de planeación permitió que se tuviera precisión respecto a los objetivos del programa de formación, es decir, “una estructura de pensamiento acerca de cómo alinear de manera más completa la práctica de la enseñanza alrededor de nuestros propósitos educativos más importantes” (Stone, 1999, p.97; Wilson, 2017) en este caso, la comprensión de media, moda y mediana al medir variables meteorológicas.

Además, se estructuró el plan de acción, es decir, se explicitaron las acciones propias de los desempeños de comprensión determinadas en tres fases, exploratoria, investigación guiada y desempeños finales de síntesis. En cada una de estas fases se propusieron tareas graduales para los profesores participantes, enfocadas en la práctica y la utilidad del conocimiento en situaciones reales. Esta propuesta permitió analizar las actuaciones de los profesores de manera individualizada y progresiva, enfocándose en el hecho de que “la comprensión se desarrolla y se demuestra al poner

en práctica la propia comprensión” (Stone, 1999, p.109). Es decir, además de examinar la culminación de una tarea específica, el marco conceptual de EpC permitió identificar el proceso mediante el cual cada profesor construyó conceptos y los aplicó en determinada situación.

Otro de los elementos determinados por el marco conceptual fue la descripción de la comprensión a partir de cada una de las dimensiones, contenido, método, praxis y formas de comunicación, es decir, “una ilustración de la naturaleza multidimensional de la comprensión” (Boix y Gardner, 1999, p.239). Esto permitió la ubicación de cada profesor en el nivel ingenuo, novato, aprendiz o maestría, con el propósito de “distinguir desempeños débiles de otros más avanzados” (Boix y Gardner, 1999, p.239). En el proceso de formación continua se tomó como referencia los resultados de su aplicación, a partir de un proceso de descripción y análisis respecto a los aportes verbales y escritos que realizó cada uno de los profesores participantes a la luz de las metas y tópicos generativos.

Con relación al presente estudio, el marco conceptual de EpC se constituyó en una herramienta conceptual, un marco para examinar la comprensión de los profesores y orientación para su futuro trabajo en el aula (Boix y Gardner, 1999). Este permitió el análisis del proceso de comprensión de cada uno de los participantes, es decir, al examinar cada una de las dimensiones, fue posible determinar fortalezas, oportunidades de mejoramiento y efectividad de las tareas planteadas, acciones que conllevan a la práctica de la autoevaluación y a evaluar de forma individual la comprensión (Hetland et al, 1999).

Las técnicas aplicadas hicieron posible la generación de cambios y transformaciones en el pensamiento de los profesores participantes frente a la necesidad inmediata de fortalecer con sus estudiantes la recolección e interpretación de datos, así como las gráficas estadísticas y el análisis de información cuantitativa. Las reuniones grupales fomentaron la interacción de los participantes, la validación del conocimiento a partir de la socialización y la construcción de conceptos a partir

del desarrollo de las tareas propuestas en cada fase. Las tareas desarrolladas en cada una de las fases permitieron realizar un análisis detallado de las dimensiones evaluadas y discriminar de forma objetiva el nivel de comprensión que demostró cada profesor, a pesar de que las Reuniones grupales se realizaron de forma virtual. Por tanto, es factible afirmar que la metodología permitió analizar la comprensión de medidas de tendencia central al medir variables meteorológicas.

La investigación-acción permitió reconocer la dificultad que tiene los profesores de básica primaria para afrontar la enseñanza de las medidas de tendencia central con apoyo de las Cartillas. Después de identificar esta dificultad se propuso el programa de formación basado en EpC que buscó analizar cómo comprenden profesores de primaria de la Institución Educativa Valentina Figueroa Rueda las medidas de tendencia central al medir variables meteorológicas en un programa de formación continua para proponer a los estudiantes estrategias prácticas aplicables a situaciones cotidianas. La investigación y la práctica educativa se enriquecieron mutuamente. Mediante los diálogos, el material escrito y experimental elaborado por los profesores, la investigadora pudo ir ejecutando el ciclo de la espiral en la acción: planificación, acción, reflexión y evaluación de resultados de la acción. Los cambios repercutieron en el dominio del contenido, en la transformación del método, la praxis y las formas de comunicación.

5.1. Futuras investigaciones

Esta investigación, además de posibilitar el análisis de la comprensión de las medidas de tendencia central al medir variables meteorológicas en un grupo de profesores a través de un programa de formación continua, también dejó en consideración una serie de futuras líneas que puedan dar continuidad o contribuir con propósitos similares al de este estudio. A continuación, se exponen algunos trabajos investigativos futuros para estudiar:

- Análisis de los contenidos estadísticos presentes en los currículos de formación profesional de los profesores de básica primaria.

- Formación de profesores de básica primaria en relación con el significado contextual de las medidas de tendencia central, más allá de procedimientos mecánicos, e implementación del estudio de otros datos cuantitativos.
- Formación continua de profesores sobre la introducción de herramientas tecnológicas para fortalecer la construcción, lectura e interpretación crítica de gráficos estadísticos, así como el hallazgo de medidas de tendencia central.

Referencias

- Afantiti, T., Williams, J., & Lamprianou, I. (2005). Working with learners' mathematics: Exploring a key element of. In C. Helen L., & V. Jill L. (Ed.), *Proceedings of the 29th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education. 2*, 2-9. Melbourne Australia: Universidad de Melbourne.
- Alpizar V., M., & Chavarría, L. (2015). Percepción de un grupo de docentes de I y II ciclo de educación general básica de escuelas públicas de Heredia sobre los contenidos de estadística y probabilidad. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 15(1) 187-210. http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-47032015000100008&lng=en&tlng=es.
- Alsina, Á. (2012). La estadística y la probabilidad en educación infantil: conocimientos disciplinares, didácticos y experienciales. *Revista de Didácticas Específicas*, 7, 4-22. <https://revistas.uam.es/didacticasespecificas/article/view/7700/7976>
- Baquero, M., & Ruiz, V. (2005). La enseñanza para la comprensión: una visión integradora de los fundamentos y estrategias de la enseñanza. *Revista Actualidades Pedagógica*, 46, 75-83. <http://revistas.lasalle.edu.Co/index.php/ap/article/view/>
- Batanero, C., Diaz, D., Arteaga, P., & Gea, M. (2016). Statistic graphs in primary education textbooks: a comparative study between Spain and Chile. *Bolema*, 30 (55), 713-737. Doi:10.1590/1980-4415v30n55a20
- Batanero, C., Arteaga, P., & Contreras, J. (2011). Gráficos estadísticos en la educación primaria y la formación de profesores. Indivisa. *Boletín de Estudios e Investigación*, (12) 123-135. www.redalyc.org/articulo.oa?id=771/77122436005
- Batanero, C., Diaz, D., Arteaga, P., & Gea, M. (2014). Sentido de los gráficos estadísticos en los libros de texto de educación primaria. *XV congreso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas: el sentido de las matemáticas. Matemáticas con sentido*, (págs. 245-254). Baeza.
- Batanero, C., Díaz - Levicoy, D., & Arteaga, P. (2018). Evaluación del nivel de lectura y la traducción de pictogramas por estudiantes chilenos. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 14, 49-65. doi: <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i14.231>
- Batanero, C., Godino, J., & Roa, R. (2004). Capacitación de maestros para enseñar probabilidad. *Journal of Statistics of Education*, 12(1). doi:10.1080 / 10691898.2004.11910715

Batanero, C., Valenzuela-Ruiz, S.M., & Gea, M.M. (2020). Significados institucionales y personales de los estadísticos de orden en la Educación Secundaria. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 3(2), 21-39.

Beyer, L. (1997). William Heard Kilpatrick. (1997) *Revista trimestral de educación comparada.*, 3, 503-521.

Boix, V., & Gardner, H. (1999). ¿Cuáles son las cualidades de la comprensión? En M. Stone, *La Enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica* (págs. 215-256). Paidós.

Boix, V., & Gardner, H. (2020). Las competencias globales. *Project Zero de la Harvard Graduate School of Education*. Obra Social la Caixa.

Burgess, T. (2008). A framework for examining teacher knowledge as used in action while teaching statistics. Burgess (Refereed).

Calvo, S. (2016). *Un nuevo enfoque de la enseñanza de la estadística en la educación primaria*. Valencia, España: Facultad de educación de Palencia. [Tesis de maestría, universidad de Valladolid].

Campoy, T., & Gomes, E. (2009). 10 técnicas e instrumentos cualitativos de recogida de datos. *En Manual básico para la realización de tesinas, tesis y trabajos de investigación*.

Castro S. (2014). *Estadística en primaria: la media y la moda en primero de primaria*. Cantabria, España [Maestría en educación, universidad de Cantabria].

Cervantes, C. (2002). El grupo de discusión en el estudio de la cultura y la comunicación. Revisión de premisas y perspectivas. *Revista mexicana de sociología*, 64(2), 5-36.

Cobb, G., & Moore, D. (1997). Mathematics, Statistics and Teaching. *Taylor and Francis Ltd.*, 104, 801-823. doi:10.2307 / 2975286

Colbert, J. (1971). Whitehead y la historia de la filosofía. *Anuario Filosófico*, 4(1), 9-29.

Compayré, G. (2005). *Herbart: La educación a través de la instrucción*. MAD.

delMas, R. C. (2002). Statistical Literacy, Reasoning, and Learning: A Commentary. *Journal of Statistics Education*, 10(3).

delMas, R., Garfield, J., & Chence, B. (1998). Assessing the effects of a computer microworld on statistical reasoning. En Pereira, & Mendoza (Ed.), *Proceedings of the Fifth International Conference on Teaching Statistics*, 10, págs. 1083-1090. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.

Díaz-Levicoy, D., Giacomone, B., & Arteaga, P. (2017). Caracterización de los gráficos estadísticos en libros de texto argentinos del segundo ciclo de educación primaria. *Profesorado: Revista de Currículum y formación del profesorado*, 21(3).

Díaz-Levicoy, D., Ruz, F., & Molina E. (2017). Tablas estadísticas en libros de texto chilenos de tercer año de educación primaria. *Espaço Plural* (36), 196-218.

Dye, N. (1979). The Register of the Kentucky Historical society. 77(3), 229-231.

English, L. (2017). Manufacturing Licorice: Modeling with Data in Third Grade. En E. Galindo, & J. Newton (Ed.), *Thirty-Ninth Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (págs. 1040-1047). Indianápolis.

English, L., & Watson, J. (2015). Explorando la variación en la medición como base para el pensamiento estadístico en la escuela primaria. *IJ STEM*, 2(3). doi:10.1186 / s40594-015-0016-x

Escobar, J., González, M., & Manco, S. (2016). mirada pedagógica a la concepción de infancia y prácticas de crianza como alternativa para refundar la educación infantil. *Revista virtual Universidad Católica del Norte* (47), 64-81.

Estrada, A. (2007). Actitudes hacia la estadística: un estudio con profesores de educación primaria en formación y en ejercicio. *Investigación en educación matemática XI*, 121-140.

Estrella, S., Olfos, R., & Mena, R. (2015). Pedagogical content knowledge of statistics among primary school teachers. *Educação e Pesquisa*, 41(2).

Franklin, C., Kader, G., Mewborn, D., Moreno, J., Peck, R., Perry, M., & Scheaffer, R. (2007). Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) report: A Pre-K-12 Curriculum Framework. Alexandria, VA: American Statistical Association.

Gallo, O., & Cisneros, J. (2011). Funes. *Enseñanza de la estadística en los grados 3 a 9*. (Universidad de los Andes, Ed., & 12° Encuentro Colombiano de Matemáticas Educativas, Recopilador) Quindío, Colombia. <http://funes.uniandes.edu.co/2347/1/GalloEnse%C3%B1anzaAsocolme2011.pdf>

García, C. (2013). La prevalencia de Pestalozzi en el siglo XXI. *Humanismo y sociedad*, 49-58.

Garfield, J. (2002). The Challenge of Developing Statistical Reasoning. *Journal of Statistics Education*, 13(2). doi:10.1080 / 10691898.2002.11910676

Giraldo, D., & Serna, V. (2016). *Pertinencia del modelo escuela nueva en los procesos de enseñanza de la lectura y escritura*. [Tesis de maestría, Universidad de Antioquia].

Glancy, A. (2015). How students navigate stem-integrated data analysis tasks. En T. Bartell, K. Bienda, R. Putman, & H. Dominguez (Ed.), *Proceedings of the 37th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (págs. 479). Michigan.

Gómez, G., Molina, E., & Contreras, J. (2018). Evaluación de actitudes presentadas hacia la estadística en alumnos de educación primaria. *Épsilon - Revista de Educación Matemática* (98), 25-40.

Gómez, E. (2016). Simposio Internacional de Estadística. *Estadística y probabilidad en el currículo colombiano para educación básica y media*. (F. d. Departamento de Estadística, Ed.) Sincelejo, Sucre, Colombia.

Gómez, B. (2000). Los libros de texto en matemáticas. *Ejemplar dedicado a la enseñanza de las matemáticas* (43-44), 77-80.

Gómez, P. (2000). La meteorología en la escuela. *Intercambio de experiencias/ Revista* 3, 20-22.

González, J. (2001). John Dewey Y La Pedagogía Progresista. En J. Trilla, *El legado pedagógico del siglo XX para la escuela del siglo XXI* (págs. 15-39). Barcelona: Graó.

González, D., Beltrán, J., & Gómez, J. (2019). *Comprensión de gráficos estadísticos en estudiantes de grado cuarto del Gimnasio de los Andes a partir de la información presentada en el álbum del mundial de rusia 2018*. [Tesis de maestría, Universidad de los Andes]

Heiland, H. (1993). Friedrich Froebel. *Revista trimestral de educación comparada* 3-4. 485-499.

Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a. ed. --.). México D.F.: McGraw-Hill.

Hetland, L., Hammerness, K., Unger, C., & Gray, D. (1999). ¿Cómo demuestran los alumnos que aprenden? En M. Stone, *La Enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica* (págs. 257-298). Paidós.

Hirsch, L., & O'Donnell, A. (2001). Representativeness in Statistical Reasoning: Identifying and Assessing Misconceptions. *Journal of Statistics Education*, 9(2). doi:10.1080 / 10691898.2001.11910655

Lara, R. (2017). *Enseñanza de la estadística utilizando el juego y materiales manipulativos como recurso didáctico en 6º de primaria*. Madrid, España. [Tesis de maestría, Universidad internacional de la Rioja]

López, J., Ojeda, A., & Salcedo, J. (2018). Ideas fundamentales de estocásticos en libros de texto de educación primaria: una alternativa de enseñanza. *IE Revista de investigación educativa de la REDIECH*, 9(17), 87-102.

Mayén, S. (2009). *Comprensión de las medidas de tendencia central*. Granada. [Doctorado en educación, Universidad de Granada].

Ministerio de Educación Nacional. (2006). Estándares básicos de competencias en matemáticas. Bogotá, Colombia.

Olfos, R., Estrella, S., & Morales, S. (2015). Clase pública de un estudio de clases de estadística: Una instancia de cambio de creencias en los profesores. *Revista Electrónica Educare*, 19(3). www.redalyc.org/articulo.oa?id=1941/194140994016.

Olivares, B., Cortez, A., Rodríguez, M., Rey, J., & Lobo, D. (2016). Desarrollo del sistema de información de la red de pluviómetros alternativos en medios rurales. Caso estado Anzoátegui. *Scielo*, 26(4), 44-55. doi: <https://dx.doi.org/10.15174/au.2016.961>

Perkins, D. (1999). ¿Qué es la comprensión? En M. Stone, *La Enseñanza para la comprensión. Vinculación entre la investigación y la práctica* (págs. 69-94). Paidós.

Perkins, D., & Blythe, T. (2006). *Ante todo, la comprensión*. <http://eduteka.icesi.edu.co/articulos/ante-todo-compresion>

Pogré, P. (2012). *Enseñanza para la comprensión. Un marco para el desarrollo profesional docente*. Universidad Autónoma de Madrid.

Ruiz, N. (2014). The teaching of Statistics in Latin America Primary Education. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 13(1), 103-121.

Salcedo, A. (2015). Análisis de las actividades de estadística propuestas en textos escolares de primaria. *Revista iberoamericana de educación matemática* (43), 70-87.

Sandín E., María Paz (2003). Investigación Cualitativa en Educación. Fundamentos y Tradiciones. Madrid. Mc Graw and Hill Interamericana de España (pp.258). *Revista de Pedagogía*, 26(77), 48-58. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-97922005000300007&lng=es&tlng=es.

Serrado, A. (2012). Formación a distancia para profesores de matemáticas: la experiencia de EarlyStatistics. *Aprendizaje virtual de las matemáticas. Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*, 9(1), 150-165.

Sharma, S. (2017). Definitions and models of statistical literacy: a literature review. *Open Review of Educational Research*, 4(1), 118-133. doi:10.1080/23265507.2017.1354313

Triviño, L., Sola, T., & Rivas, M. (2013). Comprensión lectora y gráficos estadísticos en alumnos de cuarto de primaria. (U. d. Andes, Ed.) *Educere: La revista Venezolana de Educación*, 17(58), 455-464.

Vásquez, C., & Alsina, A. (2015). El conocimiento del profesorado para enseñar probabilidad: Un análisis global desde el modelo del Conocimiento Didáctico-Matemático. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 7, 27-48.

Vidal-Henry, S. R., H. Arredondo, E., & García-García, J. I. (2021). Investigación sobre tablas y gráficos estadísticos en libros de texto de educación primaria de Iberoamérica: revisión de literatura. *Innovaciones Educativas*, 23(35), 193 - 210. <https://doi.org/10.22458/ie.v23i35.3636>

Villar, R. (1996). El Programa Escuela Nueva en Colombia. *Revista Educación y pedagogía* (14-15), p. 357-382.

Visnovska, J., & Cobb, P. (2019). Supporting shifts in teachers' views of a classroom statistical activity: problem context in teaching statistics. *Mathematical Thinking and Learning*, 21(4), 285-305. doi:10.1080/10986065.2019.1576003

Watson, J., & Moritz, J. (2000). The Longitudinal Development of Understanding of Average. *Mathematical Thinking and Learning*, 2(1-2), 11-50. doi:10.1207 / S15327833MTL0202_2

Westbrook, R. (1993). John Dewey. *Revista trimestral de educación comparada*, XXIII, (1,2) 289-305.

Zapata, L., & González, D. (2017). Imágenes de los profesores sobre la estadística y su enseñanza. *Educación matemática*, 29(1), 61-90. doi:10.24844/em2901.03

Zapata, D., & Mayo, G. (2014). *Actividades de las guías de aprendizaje de la escuela nueva promotoras de interacción social en escolares de centros educativos rurales de Marinilla*. [Tesis de maestría, Universidad de Antioquia].

Zwanch, K., & Wilkins, J. (2015). Exploring upper elementary students' use of the representativeness heuristic. En T. Bartell, K. Bieda, R. T. Putnam, K. Bradfield, & H. Dominguez (Ed.), *Proceedings of the 37th annual meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (págs. 475-478). Michigan.

Anexos**Anexo 1.**

**FORMATO DE ENTREVISTA ESCRITA
UNIVERSIDAD DE CUAUHEMOC
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN**

Nombre del profesor:

Objetivo de la entrevista: conocer las dificultades de los profesores a la hora de enseñar las temáticas relacionadas con las medidas de tendencia central.

1. Describa de manera clara las dificultades que ha enfrentado a la hora de enseñar las medidas de tendencia central con los estudiantes de básica primaria.
2. ¿Qué estrategias utiliza para enseñar las medidas de tendencia central a sus estudiantes?
3. ¿Ha utilizado las variables meteorológicas o ha escuchado sobre su uso para enseñar las medidas de tendencia central?

Anexo 2.

UNIVERSIDAD DE CUAUHEMOC
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA
INVESTIGACIÓN

FECHA: 09 de julio de 2019

Yo, _____, rectora de la *Institución Educativa Rural Valentina Figueroa Rueda*, declaro haber sido informado/a de la investigación titulada: “*Comprensión de medidas de tendencia central al medir variables meteorológicas en un programa de formación continua de profesores*”.

Me explicaron los propósitos y procedimientos de recolección de información que se llevarán a cabo y los posibles riesgos que puedan acontecer.

En este sentido, autorizo a la investigadora Johanna Carolina Vélez Espinosa a usar el nombre de la Institución Educativa, los testimonios de los profesores/as y el material que se derive de su investigación para la construcción de su tesis, teniendo presente que se conservará el anonimato de ellos y la información personal será totalmente confidencial.

Se me informó además que la participación de la Institución en la investigación es completamente libre y voluntaria por lo que no recibirá ningún beneficio económico. Sin embargo, se espera que los aprendizajes en el programa de formación continua, así como los resultados cualitativos obtenidos permitan mejorar los procesos metodológicos para la Institución y para los profesor/a en la clase de matemáticas.

Nombres y apellidos: _____

Firma: _____

Anexo 3.**Programa de formación continua para profesores**

El propósito de la EpC es mejorar la educación dentro y fuera de las escuelas. En esta investigación se enlazan los “cuatro pilares de la pedagogía” con cuatro elementos de planeación e instrucción según Perkins (1999). La EpC proporciona a la investigadora y profesores que participan del proceso la posibilidad de reflexión acerca de la praxis y su resignificación. La concientización del quehacer permite despertar un interés reflexivo hacia las materias que se aprenden para ayudar a los estudiantes a establecer relaciones entre su vida y la asignatura, entre los principios y la práctica, entre el presente y el futuro (Bythe, 1999).

Perkins y Blythe (2006) sostienen que la comprensión tiene que ver con la capacidad de hacer con un tema una variedad de tareas que estimulan el pensamiento, tales como explicar, demostrar y dar ejemplos, generalizar, establecer analogías y volver a presentar el tópico de una nueva manera. De esta forma, el aprendizaje puede estar al nivel de la comprensión y no al nivel de la memorización. En el primer encuentro se construyeron instrumentos meteorológicos, tales como pluviómetro, veleta, brújula y anemómetro. En la investigación, la construcción de instrumentos para medir variables meteorológicas se encuentra avalada por investigaciones tales como Olivares, Cortez, Rodríguez, Rey y Lobo (2016) y Gómez (2000).

El estudio de los fenómenos meteorológicos se encuadra de manera adecuada. Hoces y Sampedro (1998) lo denominan la ciencia fuera del aula y permite, entre otros propósitos, el análisis de los mecanismos que rigen el funcionamiento del medio físico y natural aplicado a los conocimientos científicos. Harlem (1998) plantea el interés que tiene el estudio de objetos o hechos que evolucionan con el paso del tiempo para el desarrollo de la destreza de la observación en los niños, para utilizar la información en la enseñanza de la probabilidad y la estadística en básica primaria.

A continuación, se muestra el programa de formación continua propuesto para la enseñanza de las variables meteorológicas en las tres (3) reuniones grupales de trabajo.

Reunión grupal 1: Desempeño exploratorio.

En esta reunión se propuso construir instrumentos meteorológicos y recolectar información con su ayuda a partir de la asignación de la tarea 1. A continuación, se describe:

Tarea 1:

- Desempeño de comprensión: construir con los profesores de básica primaria instrumentos meteorológicos sencillos tales como pluviómetros, brújulas, anemómetros y veletas, con materiales caseros.

Se le pedirá previamente a cada profesor tener el material necesario para la construcción de los 4 instrumentos meteorológicos. Esta primera tarea se realizará de manera remota usando la plataforma Meet de Google y será grabada para recopilar la información.

Guía para construir un pluviómetro:

Materiales: Botella plástica de bebida gaseosa de 3 litros, cinta multipropósito, regla, arena o piedras pequeñas, regla y marcador.

Recorta la parte superior de una botella: usa unas tijeras para recortar cuidadosamente la parte superior de la botella y asegúrate de quitar la etiqueta de papel completamente. Coloca arena o piedras en la parte inferior: vierte arena en la parte inferior de la botella. Las botellas de bebida gaseosa nunca son planas. La arena ayuda a nivelar la parte inferior y evitar que el pluviómetro se voltee si hay viento o el volumen de agua lluvia es pesado. Convierte la parte superior de una botella en un embudo: quita la tapa de la parte superior de la botella y ponla boca abajo sobre la inferior, mirando hacia abajo. Asegura el embudo en su lugar teniendo en cuenta que los bordes estén alienados. Pega las dos mitades juntas con cinta adhesiva. Asegúrate de que la mitad superior esté firme y en su lugar.

Crea una línea de medición: corta un pedazo largo de cinta multipropósito y colócala sobre la parte lateral del pluviómetro para crear una línea vertical recta desde la parte inferior de la botella hacia la parte superior. Toma un marcador y una regla de borde recto para dibujar una línea horizontal sobre la arena. Esa es la parte inferior del pluviómetro. Usa cinta multipropósito por sus fuertes propiedades adhesivas. La cinta de enmascarar u otras formas de cinta adhesiva pueden aflojarse si se mojan. Ver ejemplo en la

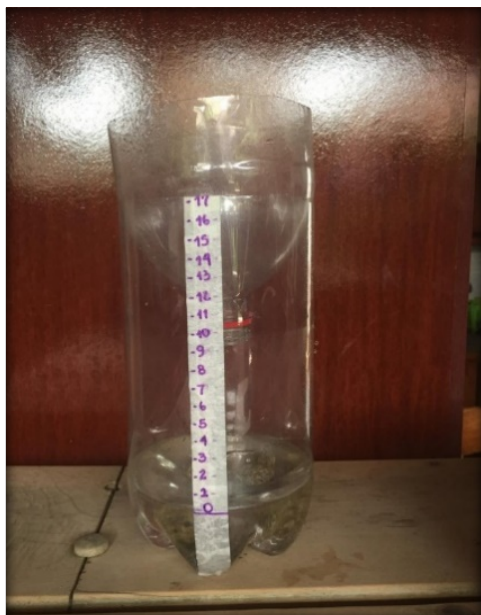
Figura 34. Pasos para construir un pluviómetro.



Fuente: elaboración propia

Delimita intervalos de centímetro: toma una regla y colócala contra la cinta multipropósito para que el 0 se alinee con la línea inferior que ya marcaste anteriormente. Usa un marcador para delimitar cada centímetro hasta que llegues a la parte superior. Debes asegurarte de que las medidas sean fáciles de leer durante el experimento. Coloca el pluviómetro en una ubicación óptima: coloca el pluviómetro sobre una superficie nivelada. Asegúrate de que no esté obstruida por cualquier rama o en medio del camino. Vierte un poco de agua en la parte inferior hasta alcanzar el marcador 0 y en ese momento estarás listo para recoger la lluvia. Se muestra el resultado esperado en la Figura 35.

Figura 35. Pluviómetro casero.



Fuente: elaboración propia

Guía para elaborar una veleta:

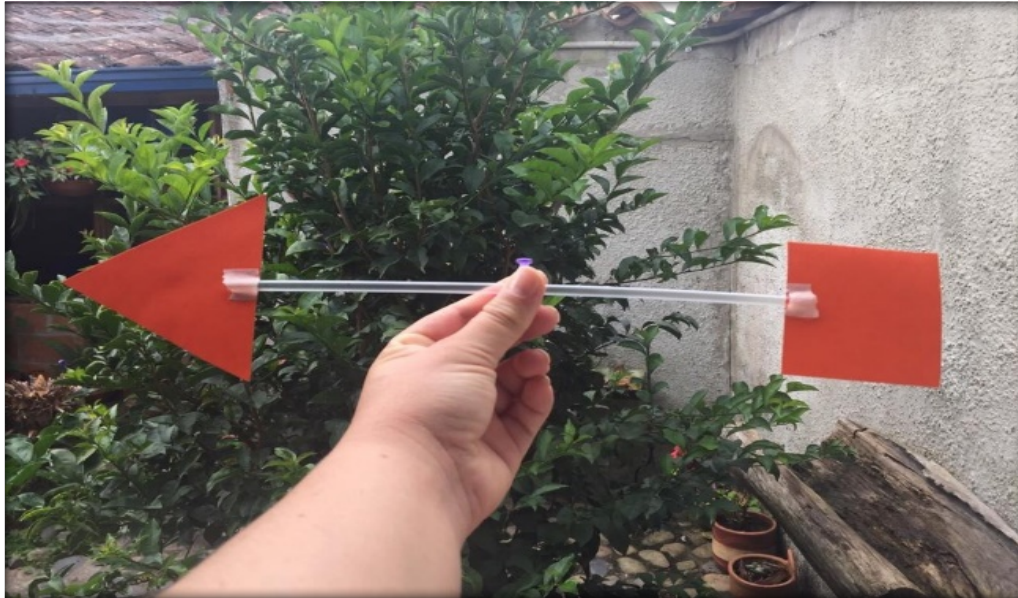
Materiales: un pitillo, un vaso plástico, papel resistente (como fichas, una carpeta manila o cartulina), tijeras, un lápiz que tenga un borrador en un extremo, un alfiler y pegamento.

Haz una hendidura en cada extremo de un pitillo: Cada hendidura debe tener 1cm.

Corta una hoja de papel grueso en forma de un triángulo y de un cuadrado: puedes usar el papel de una carpeta manila, de fichas o de un cartón delgado como cartulina o el de una caja de cereal. Haz el triángulo en forma de una “flecha” amplia (triángulo isósceles) que sea más grande que el cuadrado. Puedes cortar el cuadrado de un tamaño distinto siempre y cuando sea más pequeño que la flecha.

Coloca el triángulo y el cuadrado de papel en las ranuras del pitillo: coloca el triángulo en un extremo de modo que cree una punta similar a una flecha y el cuadrado en la otra ranura. Si se salen aplica un poco de pegamento. Ver imagen ilustrativa en laFigura 36.

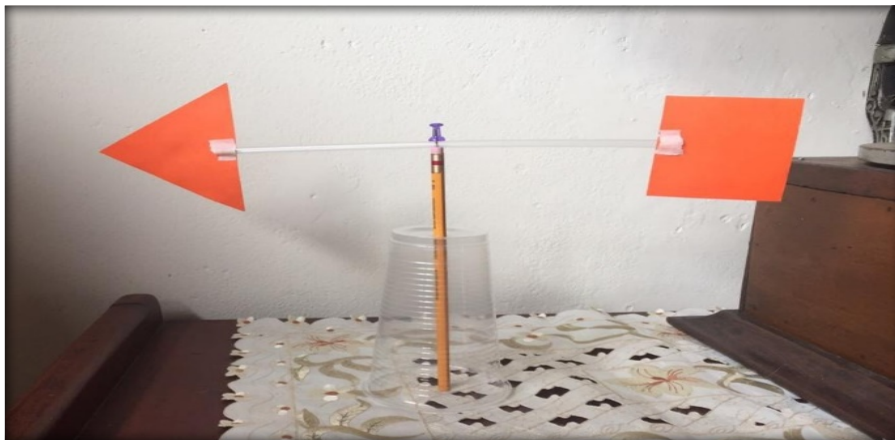
Figura 36. Pasos para construir una veleta casera.



Fuente: elaboración propia

Coloca el lápiz a través de la tapa del envase: elige un lápiz con un borrador en un extremo. En la tapa introduce el lápiz con la punta hacia abajo. Introduce un alfiler a través del borrador del lápiz: toma un alfiler puntiagudo. Colócala a través del centro del pitillo, luego en el borrador del lápiz. Debes asegurarte de que cuando soples el pitillo gire con facilidad. El resultado esperado se muestra en la Figura 37.

Figura 37. Veleta casera.



Fuente: elaboración propia

Guía para elaborar una brújula

Materiales: Aguja de coser, pedazo de fomi o corcho, recipiente, agua.

Magnetiza la aguja: frota la aguja con tu cabello 50 veces desde el agujero hasta la punta con el fin de magnetizarla. Inserta la aguja en el fomi o corcho: empuja la aguja hasta que sobresalga por ambos lados la misma longitud de aguja. Haz que la aguja flote: llena el recipiente o frasco con algunos centímetros de agua y coloca la aguja. La aguja magnetizada se alineará con el campo magnético de la tierra para apuntar de Norte a Sur. Ver ejemplo en la Figura 38.

Figura 38. Brújula casera.



Fuente: elaboración propia

Guía para elaborar un anemómetro:

Materiales: 5 vasos de papel o de plástico de 3 onzas, lápiz, cinta adhesiva, perforador de un solo agujero, dos pitillos y un chinche.

Haz agujeros en los vasos: reúne 4 vasos de papel o de plástico de 3 onzas y usa un perforador de un solo agujero para hacer un agujero a un lado de cada vaso. El agujero debe estar a alrededor de 1cm o 2 cm debajo del borde del vaso. Perfora agujeros en el vaso del centro: para el quinto vaso, usa el perforador para hacer dos agujeros en lados opuestos del vaso a 1,2 cm por debajo del borde. Los agujeros deben estar nivelados y parejos. Perfora dos agujeros más a 0,6 cm

debajo del borde del vaso, en lados opuestos y entre los dos primeros agujeros perforados. El resultado final debe parecer tener cuatro agujeros igualmente espaciados y perpendiculares cerca del borde del vaso del centro.

Haz un agujero inferior en el vaso del centro: usa un chinche para perforar un agujero pequeño en el fondo del vaso del centro. Luego, usa tijeras para hacer el agujero ligeramente más grande de forma que un lápiz puede encajar dentro holgadamente. Introduce un pitillo en un vaso: introduce un pitillo a través del agujero en uno de los vasos que tengan solo un agujero. Alrededor de 1,2 cm de la pajita debe sobresalir en el interior del vaso. Dobla los 1,2 cm de la pajita y pégalos a la pared interior del vaso. Haz este mismo procedimiento con otro pitillo y otro vaso que también tenga solo un agujero. Después debes tener dos vasos con dos pajitas que sobresalen de sus lados.

Introduce un pitillo a través del vaso del centro: introduce el pitillo que venga de uno de los vasos en el paso anterior a través de los dos agujeros (uno frente al otro) en el vaso del centro. Una vez que el pitillo salga por el otro extremo del vaso del centro, introdúcelo a través de otro vaso que tenga solo un agujero. Cuando el pitillo se introduzca en este último vaso, deja que 1,2 cm del pitillo sobresalgan en el interior del vaso. Dobla este trozo y pégalo a la pared interior del vaso. Repite este paso con el otro vaso de un solo agujero y pega el pitillo a él.

Asegúrate de que los dos vasos en cada extremo de las pajitas se orienten en direcciones opuestas: cuando agregues los vasos a los extremos de los pitillos, todas las aberturas de los vasos deben mirar en la misma dirección. Introduce el lápiz en el vaso del centro: empuja el extremo del lápiz donde se encuentra el borrador a través del agujero inferior en el vaso del centro. Empuja el lápiz hacia arriba hasta que se encuentre con los pitillos que se juntan. El chinche se hunde a través de los pitillos y dentro del borrador del lápiz. Asegúrate de no empujar el chinche con fuerza, de otro modo, el anemómetro no girará cuando se le exponga al viento. Empuja la tachuela con firmeza como para que los pitillos se mantengan conectados uno al otro y al borrador del lápiz. Ver el

resultado esperado en la Figura 39

Figura 39. Anemómetro casero.



Fuente: elaboración propia

La investigadora capacitó sobre la forma de recolectar datos meteorológicos con cada uno de los instrumentos de manera que los profesores tenían las herramientas necesarias para hacerlo con sus estudiantes.

Tarea para los profesores: tomar datos de cada día durante dos semanas con ayuda de los instrumentos elaborados. Cada uno debe diseñar una tabla que se adapte a sus necesidades.

Reunión grupal 2: *Desempeños de investigación guiada.*

En esta reunión se consideró como desempeño de comprensión: generar información en papel. Es preciso la comprensión de los números y su significado dentro de las tablas. En esta reunión se trabajaron 2 tareas con los profesores. A continuación, se detalla cada una de ellas.

Tareas 2 y 3:

Desempeño de comprensión: recolectar información de las variables meteorológicas y compilarla en tablas y gráficos.

Tarea 2: socializar las partes de una tabla: el encabezado, aspectos importantes e información.

Tarea 3: explicar que es una gráfica, qué información va en ella y cómo se clasifican los ejes.

Cada profesor comparó su tabla con la entregada por la investigadora y consignaron la información en la nueva tabla. La Tabla 24y Tabla 25son de referencia para este ejercicio.

Tabla 24. Registro para compilar datos tomados con anemómetro modelo 1.

Días de la semana	L	M	w	j	v	L	M	W	j	v	l	m	w	j	v
Dirección del viento															
Velocidad del viento															
Cantidad de lluvia															

Tabla 25. Registro para compilar datos tomados con anemómetro modelo 2.

Fecha	Dirección del viento	Velocidad del viento (cm ³)	Cantidad de lluvia (rpm)

Nota: la información consignada en las columnas se refiere a las variables meteorológicas y en las filas se registran los días de la semana en los cuales se consignó la información. En caso de no llover o faltar alguno de los datos consignar 0. En la Figura 40se muestra la gráfica para dibujar los datos recolectados sobre la cantidad de lluvia.

Figura 40. Gráfica para la cantidad de lluvia.

Figura 42. Gráfica para la dirección del viento.

Dirección del viento																					
Dirección del viento	o																				
	e																				
	s																				
	n																				
	Días	l	m	W	J	v	l	m	w	j	V	L	m	w	j	v	l	m	w	j	v

Fuente: elaboración propia

Reunión grupal 3: desempeños finales de síntesis

En esta reunión se consideró como desempeños de comprensión: interpretar tablas, analizar y comprender información, hacer acercamientos estadísticos y pequeñas predicciones. En esta reunión se trabajaron las tareas 4 y 5 con los profesores. A continuación, se detalla cada una de ellas.

Tarea 4: calcular las medidas de tendencia central en un conjunto de datos.

La moda de un conjunto de datos es el dato que más veces se repite, es decir, aquel que tiene mayor frecuencia absoluta. En la Figura 43 se muestra un ejemplo de cómo calcularla.

Figura 43. Ejemplo para calcular la moda.

Ejemplo: 3,7,5,13,23,39,23,40,23,14,12,56,23,29

Ordenados:

3,5,7,12,13,14,20,23,23,23,23,29,39,40,56

En este caso la moda es 23

Fuente: cartilla grado quinto MEN (2013)

La media (promedio) de un conjunto de datos se encuentra al sumar los números en el

conjunto de datos dividir entre el número de valores en el conjunto. La Figura 44 muestra el procedimiento a seguir.

Figura 44. Ejemplo para calcular la media.

Ejemplo: ¿Cuál es la media de estos datos?
 6,7,11
 Suma los números: $6+7+11$
 Divide por la cantidad de números que hay (3 números): $24/3=8$

Fuente: cartilla grado quinto MEN (2013)

La mediana de un conjunto de números es el número medio en el conjunto (después que los números han sido arreglados del menor al mayor). Hay dos procedimientos para calcularla dependiendo de si la cantidad de datos es par o impar. En la Figura 45 se observa el ejemplo para realizar el cálculo de un conjunto de datos impares.

Figura 45. Ejemplo para calcular la mediana con datos impares.

Ejemplo: encuentra la mediana de 12, 3 y 5
 Ordenados quedan: 3,5,12
 El número que está en el medio es 5

Fuente: cartilla grado quinto MEN (2013)

En la Figura 46 se muestra el proceso para calcular la mediana en datos pares.

Figura 46. Ejemplo para calcular la mediana en datos pares

Ejemplo: 3, 13, 7, 5, 21, 23, 23, 40, 23, 14, 12, 56, 23, 29
 Ordenados quedan: 3, 5, 7, 12, 13, 14, 21, 23, 23, 23, 23, 29, 40, 56
 Como la cantidad es 14 y es par, hay dos números en el medio:
 3, 5, 7, 12, 13, 14, 21, 23, 23, 23, 23, 29, 40, 56
 Para calcular el número en medio de ellos se suman y por último se dividen entre 2:
 $21+23=44/2=22$ Entonces la mediana en este caso es 22.

Fuente: cartilla grado quinto MEN (2013)

Tarea 5: en plenaria se va a discutir y socializar las conclusiones de cada profesor con ayuda de las siguientes preguntas orientadoras.

1. ¿Cuál fue el día más lluvioso?
2. ¿Cuál fue el día en que más venteeó?
3. A partir de la información recolectada con la veleta, ¿en qué dirección es más común que ventee?
4. Argumenta: ¿Cuál es la moda, la media y la media? (calcularlas para la cantidad de lluvia y para la velocidad del viento). Hacer los cálculos matemáticos y explicarlos a los demás.
5. ¿Para qué me sirven las medidas de tendencia central?
6. ¿Qué puedo inferir a partir de la información encontrada?
7. ¿Qué habilidades puedo desarrollar con mis estudiantes?
8. ¿Qué obstáculos existen para utilizar estas herramientas en las escuelas?
9. ¿Qué otra información puedo recolectar y graficar?

Evaluación

La evaluación contempla varios aspectos para que sea considerada integral. Las matrices de evaluación proporcionan una perspectiva de comprensión porque permiten valorar los desempeños de los profesores y tienen en cuenta diferentes métodos desarrollados por cada uno. En la presente investigación, la valoración de la comprensión ocurre a partir de los criterios de evaluación que son las dimensiones de la EpC, se asignan categorías y descriptores cualitativos que están relacionados con los niveles de la comprensión: ingenuo, novato, aprendiz y experto. Las matrices brindan objetividad a la evaluación de la comprensión puesto que un profesor puede estar en nivel novato para una dimensión, pero estar en nivel experto para otra.

Por último, se les pidió a los profesores participantes que, teniendo en cuenta sus

desempeños y el desarrollo del programa de formación diligencie la matriz de evaluación de las dimensiones (Anexo 8) y en cada una de ellas elija el nivel de comprensión en el cual considera que se ubica según sus aprendizajes. Posteriormente esta respuesta será contrastada con los niveles que arroje el análisis de cada reunión grupal.

Anexo 4.**CARTA PARA EXPERTOS PARA VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS⁶**

Urrao, Antioquia, Colombia, 14 de mayo de 2021

Dr.

Cordial saludo,

Me permito enviarle la presente carta para solicitarle su colaboración valiosa en calidad de experto a fin de validar los instrumentos que fueron elaborados con el propósito de recolectar información necesaria para desarrollar la tesis titulada: *“Comprensión de medidas de tendencia central al medir variables meteorológicas en un programa de formación continua de profesores”*.

Esta investigación tiene como propósito: *analizar cómo comprenden profesores de primaria de la Institución Educativa Valentina Figueroa Rueda las medidas de tendencia central al medir variables meteorológicas en un programa de formación continua para proponer a los estudiantes estrategias prácticas que sean aplicables a situaciones cotidianas.*

Su juicio sobre los instrumentos consistirá en evaluar su suficiencia, claridad, coherencia y relevancia de cada uno. La evaluación de los instrumentos es importante para que los resultados obtenidos a partir de éstos sean utilizados eficientemente para el desarrollo de la investigación.

Atentamente,

Firma:

Johanna Carolina Vélez Espinosa

⁶ Los instrumentos fueron validados por el Dr. René Alejandro Londoño Cano y la Dra. Sandra Milena Zapata, profesores de la Universidad de Antioquia.

Anexo 5.

Guía de observación

Para la aplicación de la guía de observación en cada reunión del programa de formación continua se debe considerar la siguiente tabla. Esta tabla describe las dimensiones de la comprensión con su respectivo indicador a observar.

Dimensión	Indicador de comprensión
Contenido: evalúa el nivel de apropiación conceptual de los/las profesores/as frente a la comprensión de los gráficos estadísticos .	Construcción de instrumentos meteorológicos: Utilidad que el/la profesor/a le asigna al instrumento meteorológico para obtener datos y graficarlos.
Método: evalúa capacidad del/la profesor/a para recolectar información y presentarla en tablas y gráficos .	Construcción de tablas y gráficos: Prioridad que el/la profesor/a le asigna a los datos y la forma en que los organiza estadísticamente en una tabla o gráfica. Comprensión sobre las medidas de tendencia central: Capacidad del/la profesor/a para comprender la moda, la media y la mediana de un conjunto de datos.
Praxis: evalúa la capacidad del/la profesor/a para comprender la información presentada en tablas y gráficos y su posterior aplicación en nuevas situaciones.	Planteamiento de nuevas situaciones: Predicciones de los/las profesores/as al observar un gráfico: título, datos recolectados y tiempo. Uso de tablas en diversos contextos: Uso que los/las profesores/as le puedan dar a la información en otras asignaturas.
Formas de comunicación: evalúa el uso que los/las profesores/as hacen de símbolos visuales, verbales, gráficos y tablas que le permiten expresar su comprensión .	Lenguaje estadístico: Apropiación del/de la profesor/a sobre el lenguaje estadístico.

Propósito del instrumento para la reunión grupal 1: observar los métodos que implementan los profesores al elaborar instrumentos que sirven para recolectar información relacionada con las variables meteorológicas.

Elemento de la EpC	Registro de observaciones de la investigadora
Tópicos Generativos: construcción de instrumentos para la medición de variables meteorológicas.	
Metas de Comprensión: comprender la utilidad de los instrumentos meteorológicos.	
Desempeños de Comprensión: recolectar información de las variables meteorológicas con los instrumentos elaborados.	
Evaluación Diagnóstica Continua: explicación por parte de los/las profesores/as sobre la practicidad de construir instrumentos con los estudiantes.	

Propósito del instrumento para la reunión grupal 2: observar los métodos que usan los profesores al construir tablas y gráficas estadísticas para consignar información.

Elemento de la EpC	Registro de observaciones de la investigadora
Tópicos Generativos: elaboración de tablas y gráficos estadísticos.	
Metas de Comprensión: comprender la información consignada en gráficos y tablas.	
Desempeños de Comprensión: diseñar y utilizar tablas y gráficas estadísticas.	
Evaluación Diagnóstica Continua: explicación por parte de los/las profesores/as sobre utilidad de las tablas y gráficas estadísticas para consignar información.	

Propósito del instrumento para la reunión grupal 3: observar la interpretación de tablas y la comprensión de la información consignada en ellas por parte de los profesores para realizar cálculos estadísticos y predicciones.

Elemento de la EpC	Registro de Observaciones de la investigadora
<p>Tópicos Generativos: interpretación de tablas y gráficos estadísticos. Cálculo de las medidas de tendencia central para hacer pequeñas predicciones.</p>	
<p>Metas de Comprensión: comprender las medidas de tendencia central para hacer acercamientos estadísticos y pequeñas predicciones.</p>	
<p>Desempeños de Comprensión: diseñar y utilizar tablas y gráficas estadísticas. Interpretar información para hacer cálculos estadísticos.</p>	
<p>Evaluación Diagnóstica Continua: explicación por parte de los/las profesores/as sobre utilidad de las tablas y gráficas estadísticas para consignar información y el uso que se le puede dar para hacer pequeñas predicciones. Utilización de la información meteorológica y estadística en otras áreas del conocimiento como artística, deportes, sociales.</p>	

Anexo 6.**Análisis de la reunión**

Propósito del instrumento para la reunión grupal 1: analizar evidencias de la comprensión de los profesores durante la construcción de instrumentos meteorológicos.

Transcripción de la reunión grupal 1		
Dimensión	Contenido	
Categoría	Construcción de instrumentos meteorológicos	
Nivel de comprensión	Descriptor	Participantes
Ingenuo	Construye instrumentos meteorológicos	
Novato	Construye instrumentos meteorológicos y conoce su utilidad.	
Aprendiz	Conoce instrumentos meteorológicos y los utiliza de forma adecuada para recolectar datos.	
Maestría	Conoce instrumentos meteorológicos, los utiliza para recolectar datos y propone otros usos.	

Propósito del instrumento para la reunión grupal 2: analizar las evidencias de la comprensión de los profesores/as durante la construcción de tablas y gráficos estadísticos para el uso de información en diversos contextos.

Transcripción de la reunión grupal 2		
Dimensión	Método	
Categoría	Construcción de tablas y gráficas	
Nivel de comprensión	Desempeño de comprensión	Participantes
Ingenuo	Conoce tablas y gráficos estadísticos sin considerar elementos básicos como el título, valores a graficar y colores	
Novato	Conoce tablas y gráficos estadísticos, considera algunos elementos.	
Aprendiz	Construye tablas y gráficos estadísticos, considera sus elementos y la distribución de los datos	
Maestría	Construye tablas y gráficos estadísticos, considera sus elementos, la distribución de los datos y su significado dentro de la gráfica y argumenta su importancia	

Transcripción de la reunión grupal 2		
Dimensión:	Praxis	
Categoría	Uso de tablas en diversos contextos	
Nivel de comprensión	Desempeño de comprensión	Participantes
Ingenuo	Considera que los gráficos estadísticos y las tablas solo se pueden usar en matemáticas.	
Novato	Considera que los gráficos estadísticos y las tablas se pueden usar en matemáticas y para hacer cálculos.	
Aprendiz	Considera que los gráficos estadísticos y las tablas se utilizan en matemáticas, para clasificar elementos.	
Maestría	Considera que los gráficos estadísticos y las tablas se utilizan en matemáticas, argumenta el uso transversal a todas las áreas del conocimiento humano.	

Propósito del instrumento para la reunión grupal 3: analizar las evidencias de la comprensión de los profesores/as durante el cálculo de las medidas de tendencia central y el uso del lenguaje estadístico para hacer pequeñas predicciones.

Transcripción de la reunión grupal 3		
Dimensión	Método	
Categoría	Medidas de tendencia central	
Nivel de comprensión	Desempeño de comprensión	Participantes
Ingenuo	No hay evidencia empírica	
Novato	Calcula las medidas de tendencia central en un conjunto de datos	
Aprendiz	Calcula las medidas de tendencia central en un conjunto de datos y explica de manera general la relación con los datos	
Maestría	Calcula las medidas de tendencia central y argumenta su relación con los datos.	

Transcripción de la reunión grupal 3	
Dimensión:	Formas de comunicación
Categoría	Lenguaje estadístico
Nivel de comprensión	Desempeño de Participantes de comprensión
Ingenuo	Utiliza de manera informal el lenguaje estadístico.
Novato	Utiliza de manera básica el lenguaje estadístico
Aprendiz	Utiliza de manera adecuada el lenguaje estadístico.
Maestría	Utiliza el lenguaje estadístico y argumenta su relación con situaciones contextuales.

Anexo 7.**Síntesis de la reunión**

Propósito del instrumento: sintetizar evidencias de la comprensión de los profesores durante cada reunión grupal del programa de formación continua.

Profesor/a	Dimensión de la comprensión	Acciones que evidencia comprensión
------------	-----------------------------	------------------------------------

Nota. Este instrumento se diligencia después de casa reunión, en él se consignan los profesores que hicieron parte de ella y la dimensión de la comprensión en la que se encuentra según las evidencias de comprensión observadas.

Anexo 8.**Matriz para la evaluación de las dimensiones de la comprensión**

Propósito del instrumento: analizar los niveles y las dimensiones en los que se ubica la comprensión de cada profesor para determinar su dominio de los instrumentos meteorológicos, la interpretación de tablas y gráficos estadísticos.

Categoría	Nivel de comprensión ingenua	de Nivel de comprensión Novata	de Nivel de comprensión aprendiz	de Nivel de comprensión de Experto
Dimensión de contenido				
Construcción de instrumentos meteorológicos	Conoce instrumentos meteorológicos.	Construye instrumentos meteorológicos y conoce su utilidad.	Conoce instrumentos meteorológicos y los utiliza de forma adecuada para recolectar datos.	Conoce instrumentos meteorológicos, los utiliza para recolectar datos y propone otros usos.
Dimensión de método				
Construcción de tablas y gráficas	Conoce tablas y gráficos estadísticos sin considerar sus elementos básicos.	Construye tablas y gráficos estadísticos y considera algunos elementos.	Construye tablas y gráficos estadísticos, considera tanto sus elementos como la distribución de los datos.	Construye tablas y gráficos estadísticos, considera sus elementos, y la distribución de los datos y su significado.
Medidas de tendencia central	Conoce algunas medidas de tendencia central.	Calcula las medidas de tendencia central en un conjunto de datos.	Calcula las medidas de tendencia central en un conjunto de datos y explica de manera general la relación con los datos.	Calcula las medidas de tendencia central y argumenta su relación con los datos.
Dimensión de praxis				
Planteamiento de nuevas situaciones	Explora información presente en tablas y gráficos estadísticos.	Explora información presentada en gráficos estadísticos y los asocia a su contexto.	Explora información presentada en gráficos estadísticos y los asocia a diferentes contextos.	Explora información presentada en gráficos estadísticos para generar argumentos en diversos contextos.
Uso de tablas en diversos contextos	Considera que los gráficos estadísticos y las tablas solo se pueden usar en matemáticas.	Considera que los gráficos estadísticos y las tablas se pueden usar en matemáticas y para hacer cálculos.	Considera que los gráficos estadísticos y las tablas se utilizan en matemáticas para clasificar elementos.	Considera que los gráficos estadísticos y las tablas se utilizan en matemáticas, argumenta el uso transversal a todas las áreas del conocimiento humano.
Dimensión de comunicación				
Lenguaje estadístico	Utiliza de manera informal el lenguaje estadístico.	Utiliza de manera básica el lenguaje estadístico.	Utiliza de manera adecuada el lenguaje estadístico.	Utiliza el lenguaje estadístico y argumenta su relación con situaciones contextuales.

Anexo 9.

UNIVERSIDAD DE CUAUHEMOC
FACULTAD DE EDUCACIÓN
DOCTORADO EN CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN
FORMATO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPAR EN LA
INVESTIGACIÓN

FECHA: _____

Yo, _____,

profesor/a de básica primaria de la *Institución Educativa Rural Valentina Figueroa Rueda*, sede _____, declaro haber sido invitado/a e informado/a a participar de la investigación titulada: "*Comprensión de medidas de tendencia central al medir variables meteorológicas en un programa de formación continua de profesores*".

Me explicaron los objetivos y procedimientos de recolección de información que se llevarán a cabo y los posibles riesgos que puedan acontecer.

En este sentido, autorizo a la investigadora Johanna Carolina Vélez Espinosa a usar mis testimonios y el material que se derive de su investigación para la construcción de su tesis, teniendo presente que se conservará mi anonimato y mi información personal será totalmente confidencial. Con este fin, se usarán seudónimos que no me relacionan con los hechos.

Además, se me informó que mi participación en la investigación es completamente libre y voluntaria por lo que no recibiré ningún beneficio económico. Sin embargo, se espera que los aprendizajes en el programa de formación continua, así como los resultados cualitativos obtenidos permitan mejorar los procesos metodológicos para la Institución y para mí como profesor/a en la clase de matemáticas.

Nombres y apellidos: _____

Firma: _____