

DESARROLLANDO SENTIDO ESTADÍSTICO PARA EL POSICIONAMIENTO CRÍTICO

Desenvolvimento de sentido estatístico para posicionamento crítico

Development of statistical sense for critical positioning

Lucía Zapata-Cardona¹

Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia)

Resumen

La ciudadanía de hoy está expuesta a una cantidad ingente de información multivariada para la que requiere herramientas que le ayuden a discernir con criterio entre «hechos alternativos»² y verdad. Este estudio exploratorio investiga cómo el profesorado de matemáticas en formación evalúa evidencia empírica para desarrollar el sentido estadístico y posicionarse críticamente sobre un problema ambiental. Este estudio exploratorio se llevó a cabo con seis estudiantes (tres mujeres y tres hombres) del programa de educación matemática mientras se enfrentaban a tareas en contextos de sostenibilidad. El profesorado recibió dos piezas de noticias contradictorias sobre el calentamiento global que debían discutir y, luego, una base de datos multivariada con información sobre el calentamiento global dispuesta en un software online para el análisis exploratorio de datos. Las fuentes de información fueron las discusiones al resolver la tarea, capturas de pantalla y de audio y reportes escritos. Se usaron transcripciones y la teoría del posicionamiento crítico para analizar el discurso de los participantes. Los principales resultados revelan que, al contrastar las noticias contradictorias con datos reales estimula el desarrollo del sentido estadístico y el posicionamiento crítico siempre que se usen las herramientas de manejo de datos pertinentes. Se concluye que los resultados pueden orientar el diseño curricular y las prácticas sostenibles basadas en la evidencia.

Palabras clave: Formación de docentes, Datos estadísticos, Cambio climático, Sentido estadístico

Resumo

Os cidadãos de hoje estão expostos a uma enorme quantidade de informações multivariadas, pelo que são necessárias ferramentas que ajudem a discernir, com critério, entre «fatos alternativos» e a verdade. Este estudo exploratório investiga a forma como os professores de matemática em formação avaliam as evidências empíricas para desenvolver o sentido estatístico e posicionar-se criticamente sobre um

*Autor de correspondencia: lucia.zapatal@udea.edu.co (L. Zapata-Cardona)

¹ <https://orcid.org/0000-0003-4266-5273>

² La expresión «hechos alternativos» se refiere a afirmaciones que se presentan como si fueran verdaderas, pero que contradicen hechos verificables o comprobables. La expresión se popularizó en los Estados Unidos con Kellyanne Conway en 2017 (Conway, 2017) en el contexto político asociado a la desinformación y manipulación de la verdad. Desde entonces, la expresión se usa de forma irónica para referirse a falsedades presentadas como verdades.

problema ambiental. Este estudio exploratório foi realizado com seis estudantes (três mulheres e três homens) do programa de educação matemática, enquanto estes enfrentavam tarefas em contextos de sustentabilidade. Os professores receberam algumas notícias contraditórias sobre o aquecimento global, que discutiram, e, posteriormente, uma base de dados multivariada com informações sobre o aquecimento global disputado num programa informático para análise exploratória de dados. As fontes de informação foram as discussões para resolver a questão, capturas de ecrã e de áudio, bem como relatórios escritos. Serão utilizadas transcrições e a teoria do posicionamento crítico para analisar o discurso dos participantes. Os principais resultados revelam que a comparação das notícias contraditórias com os dados reais estimula o desenvolvimento do sentido estatístico e o posicionamento crítico sempre que são utilizadas ferramentas de gestão de dados pertinentes. Conclui-se que os resultados podem orientar o projeto curricular e as práticas sustentáveis baseadas na evidência.

Palavras-chave: Formação de professores, Dados estatísticos, Mudanças climáticas

Abstract

Today's citizens are exposed to vast amounts of multivariate information, and they need tools to help them distinguish truth from «alternative facts». This exploratory study investigates how pre-service mathematics teachers evaluate empirical evidence to develop statistical sensemaking and adopt critical positions on environmental issues. Six students (three women and three men) on the mathematics education program were presented with tasks in sustainability contexts. The pre-service teachers were given contradictory news items about global warming to discuss, and were given a multivariate database containing information about global warming on an online platform designed for exploratory data analysis. Sources of information for the analysis included discussions during the task, screenshots, audio clips and written reports. Transcripts and critical positioning theory were used to analyze the participants' speech. The main findings reveal that contrasting contradictory news with real data stimulates the development of statistical sensemaking and critical positioning when relevant data management tools are employed. These findings could inform the design of curriculum materials and sustainable practices based on evidence.

Keywords: Teacher education, Statistical data, Climate change

Recibido: 28/02/2025 - Aceptado: 22/09/2025

1. INTRODUCCIÓN

En una era digital, la ciudadanía está expuesta a una cantidad ingente de datos de naturaleza multivariada que ha transformado su forma de relación con el mundo. La era digital ha sido fundamental para informar los campos profesionales y para orientar la toma de decisiones. Actualmente, las personas que se desempeñan en los campos de las ciencias básicas, los negocios y las ciencias de la salud tienen la posibilidad de acceder y usar información que antes era impensable. También los gobiernos, las organizaciones y la ciudadanía en general usan la información de datos públicos para orientar la toma de decisiones. No obstante, a pesar de estas interesantes posibilidades, la difusión global de información falsa o engañosa, como en plataformas en línea no reguladas, presenta un desafío importante para la

sociedad (León y Erviti, 2021). Esto se ve agravado por el creciente desarrollo y la aplicación generalizada de la inteligencia artificial, capaz de producir imágenes, vídeos y audios falsos, con el potencial de engañar a la ciudadanía y construir interpretaciones alternativas de los hechos.

Un mundo rico en datos, e inmerso en una era digital, requiere de una ciudadanía informada con habilidades en el manejo de datos que le permita posicionarse críticamente y tomar decisiones fundamentadas en la evidencia científica. No obstante, la investigación ha mostrado que los recursos para el manejo de datos que necesita la ciudadanía de hoy son mucho más complejos que los que ofrece el currículo escolar (Gould, 2021). Aunque la formación en manejo de datos es fundamental para el desarrollo temprano de una ciudadanía socialmente empoderada, los currículos aún no logran responder de forma pertinente a esta demanda y la investigación que respalda el diseño de tareas y la formación docente para apoyar el manejo de datos sigue siendo muy tímida (algunos ejemplos de estos esfuerzos son Zapata-Cardona et al., 2022).

En cuanto a la investigación sobre la formación del profesorado para la sostenibilidad, algunos esfuerzos se han centrado en el conocimiento matemático especializado (Franco et al., 2024) y en las emociones del profesorado (Vásquez y Alsina, 2022). No obstante, es necesario enriquecer esas iniciativas con el estudio empírico de crisis globales y locales que permita integrar la comprensión situada, el desarrollo de disposiciones en la indagación empírica y la aplicación práctica. Para tomar decisiones alineadas con la necesaria transición hacia la sostenibilidad, la ciudadanía debe comprender los fenómenos globales que le permitan desarrollar su conciencia social y su sentido de la responsabilidad, y así poder posicionarse críticamente en el mundo. En este sentido, la formación docente es crucial, sobre todo teniendo en cuenta que la investigación ha revelado las múltiples dificultades del profesorado en conceptos estadísticos y didácticos (Arellano-García y Gamboa-Mateus, 2024; Franco et al., 2024) y las concepciones erradas sobre el cambio climático (Alcañiz Roy et al., 2021).

Para abordar esta brecha, este estudio presenta el diseño de una tarea para el profesorado de matemáticas en formación quienes examinan conjuntos de datos para validar afirmaciones divulgadas en redes sociales sobre un problema de sostenibilidad (el cambio climático). La pregunta de investigación que se intenta responder es: ¿Cómo el profesorado de matemáticas en formación evalúa evidencia empírica para desarrollar sentido estadístico y posicionarse críticamente sobre un problema ambiental?

2. MARCO TEÓRICO

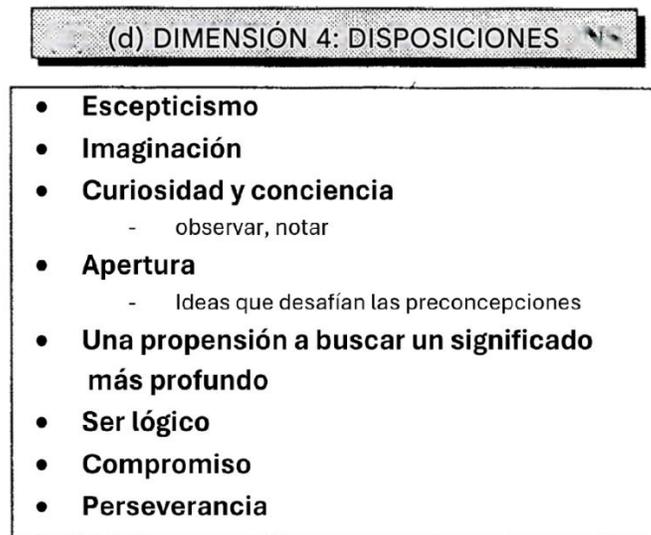
Este apartado presenta dos conceptos claves en la investigación. Uno hace referencia al sentido estadístico y el otro al posicionamiento crítico.

2.1. Sentido estadístico

Este constructo tiene que ver con la idea de dotar de sentido los objetos estadísticos. Se entiende como una amalgama entre cultura y razonamiento estadístico (Batanero et al., 2013). Una persona con sentido estadístico (1) comprende ideas estadísticas fundamentales; (2) identifica, describe, expresa de múltiples modos, traduce, interpreta y lee información estadística y explica procedimientos estadísticos (delMas, 2002); (3) usa un tipo de razonamiento específico para descubrir el mensaje que ocultan los datos (4) interpreta, conecta con el contexto, infiere, toma decisiones y participa informadamente en la sociedad (Martínez-Castro et al., 2023). Wild y Pfannkuch (1999) argumentan que, en ese proceso de pensar estadísticamente, las personas activan varias dimensiones y una de ellas está relacionada con las disposiciones (véase Figura 1). Dentro de las disposiciones aparecen habilidades necesarias en un proceso creativo tales como el *escepticismo*, la *imaginación*, la *curiosidad* y la *conciencia*, el *ser lógico* y el *compromiso*. El *escepticismo* es la tendencia a estar constantemente alerta a los fallos lógicos y factuales cuando se recibe nueva información. También se revela cuando se cuestionan la información o las conclusiones que se producen a partir de los datos (Pfannkuch y Wild, 2000). La *imaginación* tiene que ver con la formación de modelos mentales que captan la dinámica esencial de un problema, con la habilidad de ver una situación desde diferentes perspectivas y con la habilidad de generar explicaciones para los fenómenos. La *curiosidad* y la *conciencia* están relacionadas con esa capacidad de observar y darse cuenta de algo. Los descubrimientos se desencadenan cuando se reacciona a preguntas internas como "¿Por qué?", "¿Cómo sucedió eso?", "¿Es esto algo que sucede de manera más general?" o "¿Cómo puedo aprovechar esto?". *Ser lógico* tiene que ver con la capacidad de detectar cuándo una idea se desprende de otra y cuándo no. Es la capacidad de razonar a partir de suposiciones o información para llegar a implicaciones que puedan comprobarse con los datos. El *compromiso* tiene que ver con el interés intenso en un problema que lleva a desarrollar una mayor sensibilidad y conciencia hacia la información que podría estar relacionada con el problema. Las personas son más observadoras cuando están interesadas.

Figura 1

Disposiciones que se activan en el proceso de pensamiento estadístico



Fuente: adaptada de Wild y Pfannkuch (1999)

2.2. Posicionamiento crítico

El posicionamiento crítico es un enfoque en la educación y las ciencias sociales que examina cómo las personas se posicionan a sí mismas y a los demás dentro de contextos sociales, discursivos y de poder (Lawson, 2022). Se fundamenta en la idea de que nuestras identidades y roles no son estáticos, sino que se moldean de manera dinámica a través de la interacción con otras personas y las estructuras sociales. Sostiene que las personas no solo ocupan posiciones discursivas asignadas por las normas sociales, sino que también pueden resistirlas, reconfigurarlas o desafiarlas (Davies y Harré, 1990). En el contexto educativo, el posicionamiento crítico permite analizar cómo las personas negocian sus identidades y relaciones en el aula. Además de describir cómo se estructura el significado en la interacción, promueve una mirada transformadora sobre la práctica educativa, en la que se enfatiza la capacidad de acción y el cambio social.

El posicionamiento crítico tiene raíces en la Teoría Crítica, un movimiento filosófico y sociológico de diferentes disciplinas adscritos a la escuela de Frankfurt que aspira a una comprensión de la situación histórica-cultural, pero también a convertirse en fuerza transformadora (Gamboa-Arraya, 2011). El posicionamiento crítico busca la emancipación humana y el desarrollo de la conciencia tanto de lo social (ambiental, política y económica) como de su aplicación práctica. Desde esta postura teórica, la formación en manejo de datos debe ayudar a las personas a cuestionar cómo se generan, seleccionan e

interpretan los datos en los medios de comunicación, la investigación y las políticas públicas (Campos, 2016). El manejo de datos es fundamental en la toma de decisiones económicas, sanitarias, políticas y ambientales por lo que es clave que la ciudadanía desarrolle una mirada crítica cuando se acerque a los datos para poder darle sentido a los fenómenos, especialmente los problemas globales y locales que afectan a la humanidad.

El posicionamiento crítico significa, además de dominar los aspectos técnicos disciplinares, también desarrollar las capacidades para cuestionar y reflexionar sobre el uso y el abuso de los datos en la sociedad. En ese sentido, el sistema escolar debería formar a la ciudadanía para abordar críticamente las crisis y los problemas globales y locales (Zapata-Cardona, 2016). Posicionarse críticamente es una cualidad del pensamiento que ayuda a la ciudadanía a ser consciente en lo ambiental, social, político y económico.

3. METODOLOGÍA

Este estudio exploratorio siguió un paradigma cualitativo (Denzin y Lincoln, 2017) apoyado en los métodos de análisis de contenido (Krippendorff, 2013) y análisis del discurso (Gee, 2014), ya que el objetivo era rastrear el sentido estadístico y el posicionamiento crítico de los participantes, dos objetos de estudio de naturaleza cualitativa que pueden indagarse a través de las producciones y las voces de los participantes. Se diseñó una tarea basada en una situación de sostenibilidad (el cambio climático) y se implementó con un grupo de profesores de matemáticas en formación. La sostenibilidad tiene que ver con satisfacer las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones. La degradación ambiental se considera una situación crítica de la sociedad que requiere atención urgente (ONU, 2015). Autores como Gal et al. (2022) se refieren a las situaciones críticas como «temas sociales candentes», ya que afectan a la humanidad y son escenarios propicios para promover el empoderamiento cívico.

3.1. Participantes

Participaron tres profesoras en formación y tres profesores en formación (edades entre 22 y 36 años), de una gran universidad (35.000 estudiantes) al noroeste de Colombia que estaban desarrollando su práctica profesional al final del programa académico de Educación Matemática. El profesorado en formación había tomado un curso de estadística básica dentro del programa académico centrado en la estadística

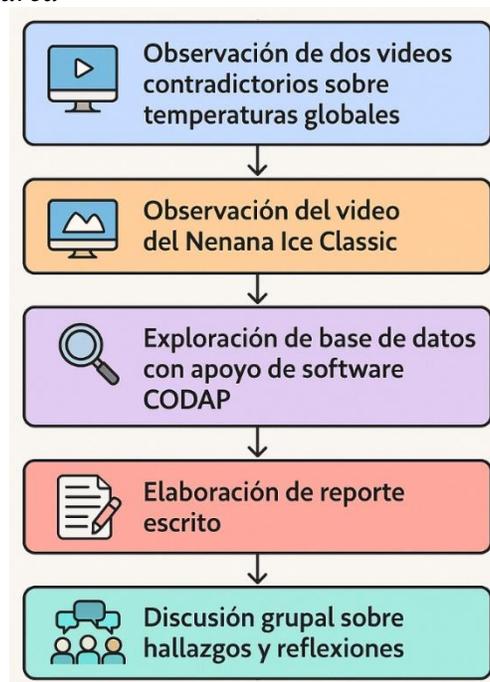
descriptiva y en los aspectos teóricos de las distribuciones de probabilidad, y un curso de métodos de enseñanza de la estadística centrado en el diseño e implementación de tareas para el sistema escolar obligatorio. En dichos cursos no había un propósito explícito de usar la estadística como una herramienta de indagación empírica para estudiar fenómenos globales (o locales) y el apoyo tecnológico era limitado. Antes de participar en el estudio, el profesorado en formación recibió información sobre la propuesta, los objetivos, los riesgos y la forma de producción de información. También se abrió un espacio para resolver dudas. La participación fue voluntaria y el único criterio de inclusión fue la voluntad de aceptar la invitación. Se les dejó claro que podían dejar de participar en cualquier momento sin ningún tipo de penalización.

3.2. Producción de información

Se diseñó e implementó una tarea basada en un problema de sostenibilidad (el cambio climático), tal y como lo entienden la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015). La tarea se implementó en el seminario de práctica pedagógica dentro del módulo análisis de datos (véase Figura 2). No obstante, parte de la tarea requería trabajo individual del profesorado en formación y este se llevó a cabo por fuera del seminario de la práctica profesional.

Figura 2

Flujo de implementación de la tarea



El profesorado en formación observó dos videos publicados en las redes sociales con información contradictoria sobre las temperaturas globales.

Video uno: Es un fragmento de tres minutos de una entrevista al técnico comercial y economista de Estado José Ramón Ferrandis Muñoz quien establece que las temperaturas globales dejaron de subir desde 1998³ (Maldita.Es, 2023).
Video dos: Es una presentación de tres minutos del economista José Luis Samaniego de la CEPAL quien establece que el calentamiento global es una realidad⁴.

Los dos videos no son comparables desde muchos puntos de vista. El primero es una entrevista y el segundo es una presentación académica. El primero tiene un tono de opinión y el segundo tiene un tono divulgativo. El primero es un video reciente y el segundo tiene más de una década. No obstante, los videos buscaban estimular el debate en torno a un mensaje que, una vez contrastado, resultaba contradictorio.

El profesorado en formación discutió sobre estos dos videos a partir de sus creencias, experiencias personales y subjetividades. Luego se le presentó al profesorado en formación un video sobre el concurso de apuestas Nenana Ice Classic que se celebra en Nenana, Alaska (64°349N, 149°059W), en el que las personas competidoras intentan adivinar el minuto exacto en primavera en que un trípode de madera colocado sobre el río Tenana caerá cuando este se descongela (Figura 3).

Figura 3

Trípode instalado en el río Tenana



Fotografía tomada de <https://www.outsideonline.com/outdoor-adventure/environment/nenana-ice-classic-alaska/>

Al profesorado en formación se le entregó el histórico de los resultados del concurso durante más de cien años (datos tomados de la NASA, 2022), desde 2017 hasta 2021. Estos datos, de naturaleza no

³ El video se encuentra en el vínculo <https://www.youtube.com/watch?v=UL0Huu3B4bE>

⁴ El video se encuentra en el vínculo <https://www.youtube.com/watch?v=q-IVahPOAx8>

tradicional, han sido usados para estudiar el cambio de temperaturas globales (Sagarin y Micheli, 2001) y para poner a prueba diseños didácticos con estudiantes jóvenes (Zapata-Cardona, 2025). Estos datos históricos ([disponibles online](#)) se organizaron en estructura canónica y se almacenaron en formato CODAP (Common Online Data Analysis Platform) como una base de datos multivariada (año, día decimal del año, mes, día del mes, hora militar) lista para el análisis exploratorio de datos. CODAP es una plataforma interactiva para la visualización y análisis exploratorio de datos.

Se le pidió al profesorado en formación explorar los datos y tomar una posición informada con respecto a los dos discursos de los economistas. El profesorado en formación trabajó en sus dispositivos personales (teléfonos móviles, tabletas o computadores portátiles). No recibieron instrucciones que pudieran influenciar sus decisiones con respecto al análisis exploratorio de datos y en muy pocas ocasiones recibieron orientaciones técnicas con respecto a la plataforma. Para el profesorado en formación, esta era su primera experiencia con la plataforma CODAP. El desarrollo de la tarea se llevó a cabo durante dos jornadas de una hora cada una, en dos días diferentes. El profesorado en formación inició trabajando la tarea de forma individual, no obstante, a medida que avanzaron en la tarea hubo espacio para discutir con sus pares y para compartir hallazgos con el grupo. Al finalizar el primer encuentro, se le pidió al profesorado en formación generar un reporte escrito en el que tomara una posición con respecto a alguno de los discursos y compartir sus reflexiones de forma oral con el grupo en el siguiente encuentro. Los encuentros en el seminario fueron grabados en audio y video, y se transcribieron palabra a palabra para facilitar el análisis.

3.3. Estrategias de análisis

La información sometida a análisis estuvo compuesta por las discusiones del profesorado en formación dentro del seminario, las capturas de pantalla de sus dispositivos personales y sus reportes escritos. Con la ayuda de las transcripciones y los vídeos, se rastrearon las declaraciones de los participantes para buscar esos indicios de sentido estadístico y posicionamiento crítico en un contexto de una situación de sostenibilidad. Se siguió un proceso de análisis adaptado de Powell et al. (2003). Este modelo de análisis es una estrategia cualitativa que se estructura en tres fases interrelacionadas: selección de segmentos, descripción detallada de las interacciones (verbales y no verbales) y análisis interpretativo enfocado en cómo las personas participantes construyen y transforman sus ideas matemáticas. Para el estudio que se describe en este reporte, el foco serían las ideas del profesorado en formación que surgen del análisis exploratorio de datos. El objetivo del análisis era encontrar ejemplos que ilustraran el sentido estadístico

y el posicionamiento crítico. En primer lugar, se visualizaron los videos para formar una idea general del flujo, y se creó un registro de video para capturar el contenido básico y la secuencia del seminario. A continuación, se realizó una segunda ronda de visualización, pero esta vez con anotaciones para identificar lo que Powell et al. (2003) denominan *incidentes críticos*: segmentos ricos de video que pueden ilustrar rasgos clave del fenómeno bajo estudio. Los segmentos se revisaron de nuevo para seleccionar aquellos que mejor ilustraban el sentido estadístico y el posicionamiento crítico, y especialmente para reducir las repeticiones.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Dotar de sentido a los objetos estadísticos parece una tarea sencilla a primera vista, pero requiere la integración de múltiples habilidades y disposiciones. A continuación, se presentan dos incidentes críticos que permiten dar cuenta de la forma en la que el profesorado de matemáticas en formación evalúa evidencia empírica para dar sentido a los datos y posicionarse críticamente. El proceso de análisis exploratorio de datos es un ejercicio íntimo y cada persona encuentra sentido emprendiendo rutas diferentes. Solo se presentan dos incidentes críticos, no porque los demás segmentos no sean importantes, sino para evitar redundancias. Además, estos dos incidentes elegidos logran ilustrar un contraste interesante.

4.1. Incidente crítico 1: Datos como evidencia empírica para el posicionamiento crítico

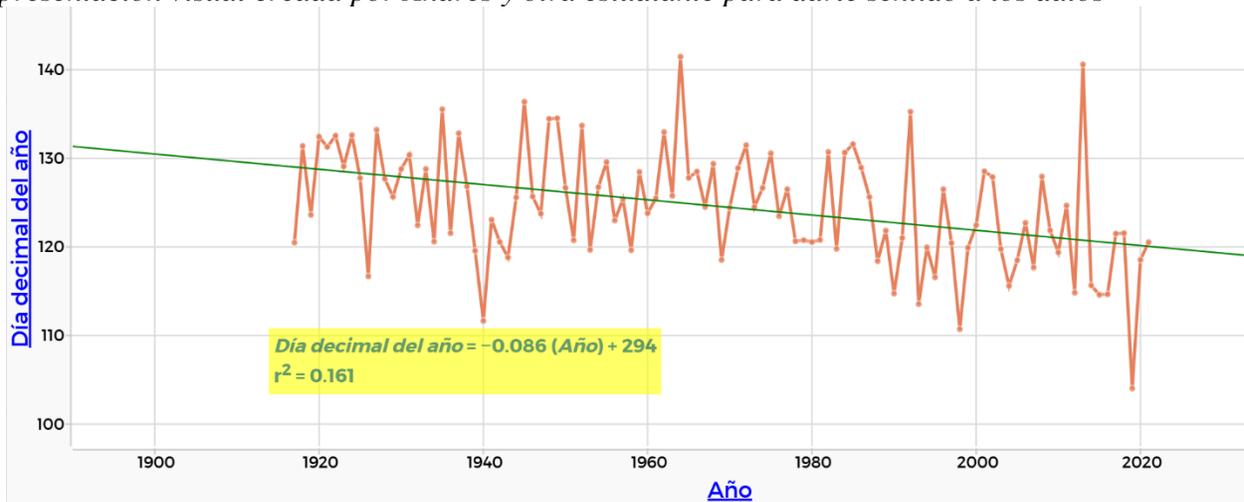
El participante Andrés (pseudónimo), quien emprendió el análisis con otra estudiante, exploró la base de datos y generó múltiples representaciones visuales. Sin embargo, la gráfica bivariada que integraba las variables *año* y *día decimal del año* (véase Figura 4) fue la que apoyó la mayoría de sus argumentos, la que le permitió dar sentido a los datos y revelar ese sentido estadístico dentro del contexto de sostenibilidad estudiado. El participante presentó la gráfica al resto del grupo y lo reportó de la siguiente forma:

Andrés (44:47): Ahí nos lanzó una gráfica como toda loca que parecía un electrocardiograma. Y a medida que uno la miraba hacía este movimiento pa, pa, pa, pa [movió la mano, con pequeñas pausas, indicando descenso], pero tiraba hacia abajo. Entonces a partir de ese movimiento uno puede interpretar que sí se está demorando menos días para descongelarse el río. ¿Y eso que implicaba? que se estaba aumentando la temperatura, porque de lo contrario la gráfica tendería hacia arriba. Obviamente, destacamos que hay áreas donde hubo picos muy destacados que venían de 114 [días] en un año, después se disparó a 140, y

después volvió a estar en 115. Entonces eran ese tipo de datos alejados de la tendencia, pero en general los demás iban hacia abajo (participante Andrés, encuentro febrero 5, 2025).

Figura 4

Representación visual creada por Andrés y otra estudiante para darle sentido a los datos



La descripción que hace el participante Andrés se basa en su primer acercamiento con los datos. En su intervención se aprecia que la elección de la gráfica bivariada fue estratégica para determinar una tendencia de los datos a la baja. Las decisiones que las personas toman en el análisis exploratorio de datos son fundamentales porque este proceso implica interpretar, seleccionar y transformar los datos con base en preguntas, intuiciones y objetivos específicos (delMas, 2002). Cada decisión —como qué variables explorar, cómo visualizarlas, qué subconjuntos comparar o qué patrones considerar relevantes— influye directamente en las conclusiones que se extraen. Estas elecciones reflejan intereses, conocimientos previos y disposiciones como la *imaginación* y la *curiosidad* (Wild y Pfannkuch, 1999). Estas decisiones pueden abrir nuevas vías de indagación o, por el contrario, ocultar patrones importantes si no se consideran cuidadosamente. En ese sentido, el análisis exploratorio de datos es un ejercicio de razonamiento en el que las decisiones humanas guían la construcción del sentido estadístico a partir de los datos.

En la intervención también se destaca que hay una *interpretación* que va mucho más allá de los datos, ya que asocia la caída temprana en el año del trípole con el aumento de temperaturas. Se aclara que la base de datos no incluía valores de temperaturas, pero el participante logró establecer esta asociación y, en ese sentido, se deduce el establecimiento de una *inferencia*. En otros escenarios donde se ha utilizado este conjunto de datos no tradicionales, se ha inferido que hay cambios en la temperatura a partir de la

caída del trípode (véase Sagarin y Micheli, 2001). También se destaca la capacidad de reconocer los datos extremos, pero estratégicamente los desestima para sustentar la tendencia de los datos como agregado (en el sentido en que lo entienden Konold et al., 2015). En otras palabras, el participante logra aislar el ruido de valores específicos para ver la tendencia. No se centra en puntos, ni en valores particulares, sino que les da sentido a los datos como un conjunto, la unidad perceptual es la distribución completa de valores que permite una vista general.

En el segundo encuentro, después de una exploración individual más profunda con los datos, el participante reportó ante el grupo las acciones que emprendió en su trabajo de exploración.

Andrés (15:38): yo hice la gráfica de *año* con el *día decimal del año* [...] para poderlo visualizar. [...] yo a primera vista en el gráfico veía que de un momento a otro como que se iba cayendo. No era muy pronunciado como para uno decir con certeza, pero uno ahí como que veía como que un punto sí venía parejo hasta donde empezó como a decaer. Entonces ¿yo qué hice? ya en un programa aparte en Excel, saqué un promedio por década, y ese promedio lo grafiqué y le hice una regresión lineal y una exponencial para ver cuál era la que me presentaba mejor comportamiento (participante Andrés, encuentro febrero 12, 2025).

En la intervención del participante se observa que mantiene su interés en la relación bivariada entre *año* y *día decimal del año*. Sin embargo, en la expresión “no era muy pronunciado como para uno decir con certeza” se puede inferir una disposición esencial en ese proceso de sentido estadístico que Wild y Pfannkuch (1999) llaman *escepticismo* y tiene que ver con pensar si las conclusiones se justifican en los datos. Este escepticismo logró activar otras disposiciones como *la imaginación*, el *ser lógico* y el *compromiso* que lo hicieron emprender una tarea de análisis más profunda con modelos de regresión. El participante continuó con su intervención:

Andrés (17:00): le tiré la regresión lineal porque era la que menos error me presentaba y sabía que la pendiente era negativa. Entonces ahí se daba como a entender como que sí se están disminuyendo los días. [...] Entonces ahí la postura es que como que sí se estaba viendo un cambio porque si fuera [...] como presentaba el otro [José Ramón Ferrandis], se hubiera mantenido así pareja [sin caída], pero si no se hubiera visto ese decrecimiento (participante Andrés, encuentro febrero 12, 2025).

En los argumentos del participante Andrés se deduce un análisis de datos profundo y una coherencia en la interpretación que le da a los modelos estadísticos utilizados. La pendiente negativa del modelo de regresión lineal la usa como un indicador de sospecha para desvirtuar la posición del economista en el primer video, José Ramón Ferrandis quien niega el aumento de temperaturas. De sus intervenciones se deriva que comprende ideas estadísticas fundamentales, que lee información estadística y explica

procedimientos estadísticos (delMas, 2002), que descubre el mensaje que ocultan los datos, y que interpreta y conecta con el contexto. En otras palabras, sus intervenciones han revelado su sentido estadístico. En el reporte escrito del participante confirmó su posicionamiento crítico al expresar: “Los datos refutan la afirmación del primer economista, quien niega la existencia del cambio climático, ya que muestran un decrecimiento en los valores registrados. Es fundamental tomar medidas antes de que sea demasiado tarde” (reporte escrito Andrés, febrero 12, 2025). Esta declaración sugiere conciencia ambiental y tiene una intención emancipadora que lleva consigo una fuerza transformadora (Gamboa-Arraya, 2011) al sugerir medidas urgentes. La declaración es un posicionamiento crítico.

4.2. Incidente crítico 2: El análisis de datos emprendido es insuficientes para el posicionamiento crítico

Aunque dar sentido a los datos puede parecer sencillo, la elección de las representaciones en el análisis exploratorio de datos es determinante para lograrlo. Después del ejercicio individual del análisis exploratorio de datos, Sofía, una de las participantes compartió con el grupo el proceso que llevó a cabo. La participante enseñó una representación visual, también bivariada, del *año* y la *hora militar* (véase Figura 5), y la usó para sustentar sus argumentos de la siguiente forma:

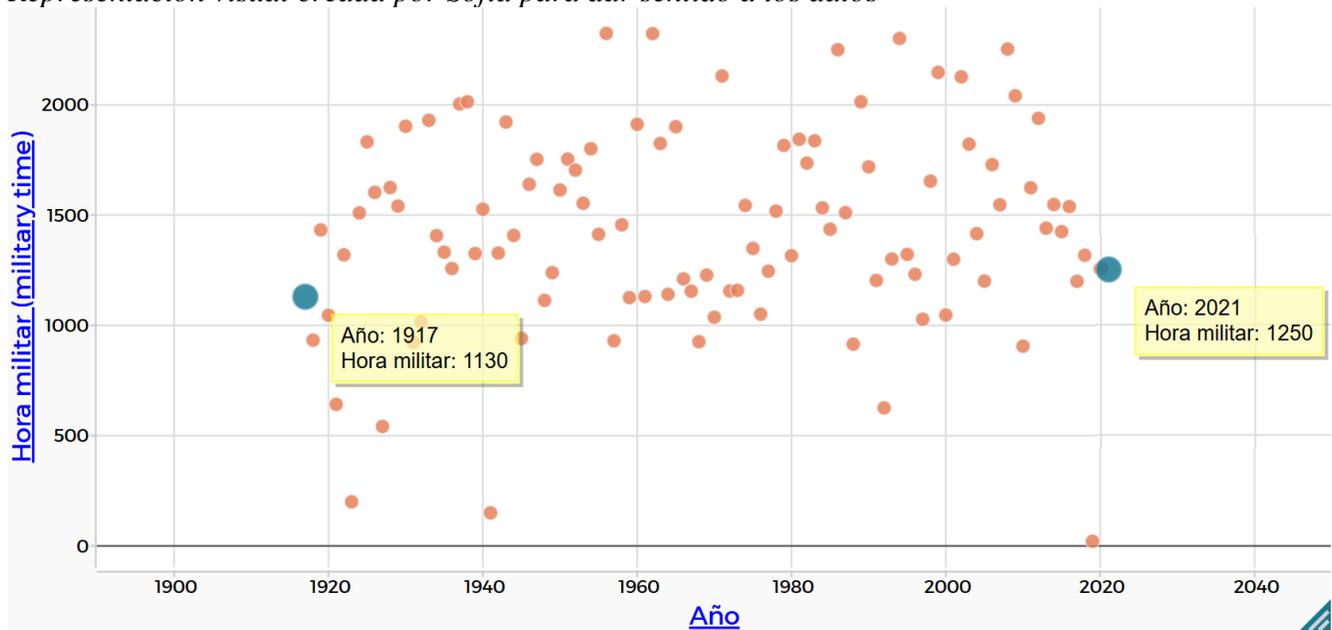
Sofía (10:07): Yo tuve una crisis existencial con esto. Porque yo lo hice a partir de esto [...]. Ahí teníamos el año y la hora en la que había caído [el trípode]. Entonces yo me puse a pensar, si tuviéramos un cambio climático [...] el río se descongela más rápido y [el trípode] cae más rápido [más pronto en el año]. Entonces yo me puse a mirar el primero [año] que fue en 1917 y cayó en el 30 de abril a las 11:30 y 104 años después que fue en el 2021 también cayó el 30 de abril a las 12:50. Entonces no hay como mucha diferencia entre estos años, a pesar de que pasaron demasiados años [...] Si aumenta la temperatura, este último que es en el 2021 tendría que ser antes del 30 de abril, o sea muchísimo antes. Entonces yo pensaba, el primer economista no me convencía [José Ramón Ferrandis Muñoz]. [...] Pero el segundo [José Luis Samaniego], es muy contradictorio con lo que yo estoy diciendo porque aquí no se evidencia que haya un cambio. Quizás lo pueda haber en un futuro (participante Sofía, encuentro febrero 12, 2025).

La intervención de la participante Sofía evidencia su sensación de abrumo frente al ejercicio de análisis exploratorio de datos. Parece que ella otorgó una interpretación apropiada al escenario de sostenibilidad bajo estudio. En la expresión “si tuviéramos un cambio climático [...] el río se descongela más rápido y [el trípode] cae más rápido” parece reconocer que caídas del trípode más temprano en el año sugieren un cambio de temperaturas. No obstante, la representación visual elegida no muestra la tendencia en el

comportamiento del día decimal en el que cae el trípode, sino la distribución de la hora en la que cae. La participante Sofía comparó dos días con más de 100 años de diferencia, 1917 y 2021, en los cuales el trípode cayó el 30 de abril. Para ella, la comparación de estos dos puntos fue suficiente para desestimar los argumentos de un cambio en de temperaturas. Sofía cayó en el error que advierte Konold et al. (2015), tratar la información como *pointers*, como valores aislados, y no en relación con el conjunto de datos. Es decir, ella no trató los datos como un agregado. Este incidente crítico confirma que una elección inapropiada de las representaciones visuales puede, ocultar patrones importantes, inducir a interpretaciones erróneas, pasar por alto valores atípicos y sesgar el análisis. Wilkinson (2005) señala que las decisiones de diseño gráfico influyen en la representación y percepción de los datos.

Figura 5

Representación visual creada por Sofía para dar sentido a los datos



La intervención de la participante revela que no cuestionó sus conclusiones. Poner en duda las propias conclusiones es una de las características del *escepticismo*. Tomó como validas sus conclusiones a pesar de que en la puesta en común con el resto de la clase se presentaron otras formas de aproximación a los datos y otras formas de representarlos. Este contraste no le permitió ver un fallo en su razonamiento. Aunque la participante compartió con el grupo una representación gráfica, esta no lograba captar la dinámica esencial del problema y solo le permitió ver el fenómeno desde un punto de vista. En ese sentido, la disposición *imaginación* se vio limitada. Según Wild y Pfannkuch (1999) *la curiosidad y la conciencia* se activan al descubrir algo. La conclusión a la que llegó la participante, de no cambio en las

temperaturas, se sustentó en dos únicos datos, pero el resto de datos, en conjunto, no lograban aportar evidencia suficiente para sustentar dicha conclusión. Al respecto, la disposición *lógica* de su razonamiento también quedó comprometida.

El tipo de análisis que llevó a cabo Sofía le impidió ver la tendencia que vio Andrés y le impidió adoptar una postura crítica con respecto a los dos discursos en cuestión. Aunque la participante Sofía comprende ideas estadísticas fundamentales y conecta con el contexto, aún no activa ciertas disposiciones que podrían ayudarle a leer información estadística para descubrir el mensaje que ocultan los datos. Un poco de *escepticismo*, de *imaginación*, de *curiosidad* y de *lógica* hubiese llevado a Sofía más allá de la comparación de dos puntos muestrales y quizás descubrir la tendencia de la caída del trípode que ha sido reportada en la ciencia como un indicador de aumento de temperaturas (Sagarin y Micheli, 2001).

5. CONCLUSIONES

El propósito de este estudio exploratorio fue responder a la pregunta de investigación ¿Cómo el profesorado de matemáticas en formación evalúa evidencia empírica para desarrollar sentido estadístico y posicionarse críticamente sobre un problema de sostenibilidad? Los resultados describen dos escenarios críticos en los que el profesorado participante se enfrenta a la tarea de evaluar la evidencia empírica de un fenómeno de sostenibilidad para contrastar la información contradictoria divulgada en plataformas en línea y poder discernir la verdad de los «hechos alternativos». Se encontró que las decisiones tomadas en el proceso de análisis exploratorio de datos son fundamentales para descubrir el mensaje que ocultan los conjuntos de datos, ya que cada representación visual cuenta una historia diferente. Un incidente crítico describe las representaciones visuales construidas que ayudan a ver tendencias y a tratar los datos como agregados, el otro incidente crítico describe las representaciones visuales construidas que limitaron la comprensión del fenómeno mientras se trataban los datos como puntos aislados y no como un todo articulado. En el primer incidente crítico el participante construyó representaciones visuales útiles que activó su sentido estadístico y disposiciones de pensamiento estadístico para posicionarse críticamente. En el segundo incidente, las representaciones visuales elegidas limitaron el posicionamiento crítico del participante.

El análisis exploratorio de datos en contextos de sostenibilidad es fundamental para ayudar a las personas a desarrollar conciencia ambiental y para la toma de decisiones. No obstante, también se requieren herramientas para el manejo de datos, sentido estadístico y disposiciones. Este resultado sugiere que en la formación docente es necesario coordinar estos elementos, pues una persona que no logre encontrar

sentido a los datos será incapaz de desarrollar conciencia ambiental, de tomar decisiones responsables con el ambiente y será presa fácil de la información falsa que circula en las plataformas online sin ningún tipo de regulación.

Una de las principales limitaciones de este estudio exploratorio es el reducido número de participantes, por lo que cualquier intento de generalización debe tomarse con prudencia. No obstante, los resultados sugieren hipótesis importantes que deben someterse a prueba en investigaciones educativas relacionadas con la formación del profesorado en diferentes contextos. Una de las implicaciones prácticas de este estudio está relacionada con el diseño curricular. Las tareas de análisis exploratorio de datos, independientemente del nivel educativo en el que se implementen, deberían diseñarse en contextos reales que permitan una interpretación situada por parte de quien realiza el análisis.

Agradecimientos

Esta investigación se llevó a cabo gracias al apoyo de Minciencias e Icetex contrato 2023-0631. Agradecimiento especial a Diana Escobar por apoyar la producción de información y al profesorado participante que generosamente aceptó la invitación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcañiz Roy, G., Escrivà, A. y Mayoral, O. (2021). Percepciones, ideas alternativas y sesgos sobre el cambio climático en el futuro profesorado. En D.R. Cano, R. Mancinas Chávez y R. Fernández-Reyes, (Eds.), *Comunicación del cambio climático: Una herramienta ante el gran desafío* (pp. 297-318). Dykinson.
- Arellano-García, Y. y Gamboa-Mateus, E. (2024). La investigación sobre el conocimiento estocástico de profesores de matemáticas: 2018-2023. *Revista de Educación Estadística*, 3, 1-16. <https://doi.org/10.29035/redes.3.1.6>
- Batanero, C., Díaz, C., Contreras, J.M. y Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. *Revista Números*, 83, 7-18.
- Campos, C.R. (2016). La educación estadística y la educación crítica. En I. Álvarez y C. Sua (Eds.), *Memorias del II Encuentro Colombiano de Educación Estocástica* (pp. 5-23). Asociación Colombiana de Educación Estocástica.
- Conway, K.E. (2017, 22 de enero). *Sean Spicer gave “alternative facts”* [Entrevista en Meet the Press]. NBC News.
- delMas, R. (2002). Statistical Literacy, Reasoning, and Learning: A Commentary. *Journal of Statistics Education*, 10(3), 1-11. <https://doi.org/10.1080/10691898.2002.11910679>
- Davies, B. y Harré, R. (1990). Positioning: The discursive production of selves. *Journal for the Theory of Social Behaviour*, 20(1), 43-63. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5914.1990.tb00174.x>
- Denzin, N.K. y Lincoln, Y.S. (2017). *The SAGE handbook of Qualitative Research*. Sage.
- Gal, I., Nicholson, J. y Ridgway, J. (2022). A Conceptual Framework for Civic Statistics and Its Educational Applications. En J. Ridgway (Ed.), *Statistics for Empowerment and Social*

Zapata-Cardona, L. (2025). Desarrollando sentido estadístico para el posicionamiento crítico. *Revista de Educación Estadística*, 4, 1-18. <https://doi.org/10.29035/redes.4.1.16>

Engagement. Teaching Civic Statistics to Develop Informed Citizens (pp. 37-66). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20748-8_3

Gamboa-Arraya, R. (2011). El papel de la teoría crítica en la investigación educativa y cualitativa. *Revista Electrónica Diálogos Educativos*, 11(21), 53-70.

Gee, J.P. (2014). *An introduction to discourse analysis: Theory and method* (4th ed.). Routledge.

Gould, R. (2021). Toward data-scientific thinking. *Teaching Statistics*, 43, S11-S22. <https://doi.org/10.1111/test.12267>

Franco, J., Alsina, Á. y Vásquez, C. (2024). Teaching Statistics for Sustainability across Contexts: Exploring the Knowledge and Beliefs of Teachers. *Sustainability*, 16(2), 692. <https://doi.org/10.3390/su16020692>

Konold, C., Higgins, T., Russell, S. y Khalil, K. (2015). Data seen through different lenses. *Educational Studies in Mathematics*, 88(3), 305-325. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9529-8>

Krippendorff, K. (2013). *Content analysis: An introduction to its methodology* (3rd ed.). SAGE Publications.

Lawson, T. (2022). Social positioning theory. *Cambridge Journal of Economics*, 46(1), 1-39. <https://doi.org/10.1093/cje/beab040>

León, B. y Erviti, M.C. (2021). La comunicación del cambio climático en redes sociales: Fortalezas y debilidades. En D. Rodrigo-Cano, R. Mancinas-Chávez y Rogelio Fernández-Reyes (Eds.), *Comunicación del cambio climático: Una herramienta ante el gran desafío* (pp. 208-223). Dykinson.

Maldita.Es. (2023). Las desinformaciones del video que niega el calentamiento global y su relación con el CO2 y asegura que las temperaturas no han subido desde 1998. Maldito Bulo, <https://maldita.es/malditobulo/20230712/video-ferrandis-cambio-climatico-co2/>

Martínez-Castro, C., Zapata-Cardona, L. y Jones, G. (2023). Critical citizenship in statistics teacher education. En G.F. Burrill, L. de Oliveria Souza y E. Reston (Eds.), *Research on Reasoning with Data and Statistical Thinking: International Perspectives. Advances in Mathematics Education* (pp. 213-226). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-29459-4_17

NASA (2022). Open Data Portal. https://data.nasa.gov/dataset/Nenana-Ice-Classic-Tanana-River-Ice-Annual-Breakup/s57v-zszn/about_data

Organización de las Naciones Unidas [ONU]. (2015). *Transforming our world: The 2023 agenda for sustainable development*. ONU.

Powell, A.B., Francisco, J.M. y Maher, C.A. (2003). An analytical model for studying the development of learners' mathematical ideas and reasoning using videotape data. *The Journal of Mathematical Behavior*, 22(4), 405-435. <https://doi.org/10.1016/j.jmathb.2003.09.002>

Pfannkuch, M. y Wild, C. (2000). Statistical thinking and statistical practice: themes gleaned from professional statisticians. *Statistical Science*, 15(2), 132-152. <https://doi.org/10.1214/ss/1009212754>

Sagarin, R. y Micheli, F. (2001). Climate change in nontraditional data sets. *Science, New Series*, 294(5543), 811. <https://doi.org/10.1126/science.1064218>

Vásquez, C. y Alsina, Á. (2022). Retos contemporáneos en la formación del profesorado: desarrollando competencias de sostenibilidad desde la educación estadística. *Revista Científica Ecociencia*, 9(4), 111-132.

Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-248. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>

Wilkinson, L. (2005). *The grammar of graphics* (2nd ed.). Springer. <https://doi.org/10.1007/0-387-28695-0>

Zapata-Cardona, L. (2025). Desarrollando sentido estadístico para el posicionamiento crítico. *Revista de Educación Estadística*, 4, 1-18. <https://doi.org/10.29035/redes.4.1.16>

Zapata-Cardona, L. (2016). Enseñanza de la estadística desde una perspectiva crítica. *Revista Yupana*, 10, 30-41.

Zapata-Cardona, L. (2025). Public engagement of underserved students with open civic data. *ZDM Mathematics Education*, 57, 19-30. <https://doi.org/10.1007/s11858-024-01641-4>

Zapata-Cardona, L., Escobar-Franco, D.M., Santa-Ramírez, Z., García Barco, L. y Riascos Forero, Y. (2022). Promoting critical citizenship in professional development of mathematics teachers via statistical investigations. En S.A. Peters, L. Zapata-Cardona, F. Bonafini y A. Fan (Eds.), *Bridging the Gap: Empowering & Educating Today's Learners in Statistics. Proceedings of the 11th International Conference on Teaching Statistics (ICOTS11 2022)* (pp. 1-6). IASE

Como citar:

Zapata-Cardona, L. (2025). Desarrollando el sentido estadístico para el posicionamiento crítico. *Revista de Educación Estadística*, 4, 1-18. <https://doi.org/10.29035/redes.4.1.16>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.