

# Transnumeración y argumentación estadística en el profesorado en formación y en activo de educación básica

*Transnumeration and statistical argumentation in pre-service and in-service primary education teachers*

*Transnumeração e argumentação estatística em professores em formação e em serviço de educação básica*

Francisco Rodríguez-Alveal<sup>1\*</sup>, Ane Izagirre<sup>2</sup>

Received: Sep/3/2024 • Accepted: Apr/8/2025 • Published: Nov/30/2025

## Resumen

**[Objetivo]** En este estudio se evalúan los procesos de construcción y argumentación de tablas y gráficos que entrega el profesorado en formación y en activo. **[Metodología]** Para tal efecto se hizo uso de un enfoque mixto, con un predominio cuantitativo inferencial. Como técnica para obtener la información, se aplicó un instrumento con preguntas abiertas relacionadas con la construcción y justificación de representaciones gráficas asociadas a variables de naturaleza cualitativa y cuantitativa discreta. Este fue aplicado a una muestra no probabilística de 102 participantes, de los cuales 71 corresponden a docentes en formación de educación primaria y 31 en activo de enseñanza primaria del centro-sur de Chile. **[Resultados]** En general, ambos estamentos resumen correctamente la distribución acorde a la naturaleza de los datos; no obstante, cometen errores en su construcción como la rotulación de los ejes acordes al contexto del problema. Asimismo, las argumentaciones acerca de la elección de la representación gráfica se alejan de la teoría. **[Conclusiones]** En conclusión, el profesorado en formación y en activo de enseñanza primaria, no ha desarrollado habilidades como la argumentación y transnumeración propias de la alfabetización y pensamiento estadístico que posibiliten un desempeño adecuado en el sistema escolar.

**Palabras claves:** transnumeración, argumentación estadística, profesorado en formación, profesorado en activo, gráficos estadísticos.

## Abstract

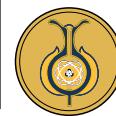
**[Objective]** This study evaluates the processes of construction and argumentation of tables and graphs submitted by pre-service and in-service teachers. **[Methodology]** For this purpose, a mixed approach was used, predominantly focused on a quantitative inferential analysis. Information was obtained using an

\* Autor para correspondencia

Francisco Rodríguez-Alveal,  [frodriguez@ubiobio.cl](mailto:frodriguez@ubiobio.cl),  <http://orcid.org/0000-0003-2169-0541>  
Ane Izagirre,  [ane.izagirre@ehu.eus](mailto:ane.izagirre@ehu.eus),  <https://orcid.org/0000-0001-8900-1576>

1 Departamento Ciencias de la Educación, Facultad de Educación y Humanidades, Universidad del Bío-Bío, Chillán, Chile.

2 Departamento de Didáctica de la Matemática, Ciencias Experimentales y Sociales, Facultad de Educación, Filosofía y Antropología, Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea (UPV/EHU), Donostia-San Sebastián, España.



instrument with open questions related to the construction and justification of graphic representations associated with qualitative and quantitative discrete variables. The instrument was administered to a non-probabilistic sample of 102 subjects, of which 71 corresponded to pre-service primary education teachers and 31 to in-service primary education teachers in south-central Chile. **[Results]** In general, both groups correctly summarize the distribution according to the nature of the data; however, they make mistakes in their construction, such as labeling the axes according to the context of the problem. In addition, the arguments about the choice of graphical representation deviate from the theory. **[Conclusions]** Pre-service and in-service primary school teachers have not developed skills such as argumentation and transnumeration, which are characteristic of the statistical literacy and reasoning that would help them perform adequately in the school system.

**Keywords:** Transnumeration, statistical argumentation, pre-service teachers, in-service teachers, statistical graphs.

### Resumo

**[Objetivo]** Este estudio evalúa los procesos de construcción e argumentación de tablas y gráficos proporcionados por profesores en formación y en servicio. **[Metodología]** Para ese fin, se utilizó una abordaje mixta, con predominancia cuantitativa inferencial. Como técnica para obtener las informaciones, se aplicó un instrumento con preguntas abiertas relacionadas a la construcción y a la justificativa de representaciones gráficas asociadas a variables de naturaleza cualitativa y cuantitativa discreta. Esto se aplicó a una muestra no probabilística de 102 participantes, de los cuales 71 eran profesores en formación de escuelas primarias y 31 profesores en servicio del fundamental centro-sur de Chile. **[Resultados]** En general, ambos los grupos resumen correctamente la distribución de acuerdo con la naturaleza de los datos; sin embargo, cometen errores en su construcción, como la rotulación de los ejes de acuerdo con el contexto del problema. De igual forma, los argumentos sobre la elección de la representación gráfica están lejos de la teoría. **[Conclusiones]** Concluyendo, los profesores en formación y en servicio del fundamental no desarrollaron habilidades como argumentación y transnumeração, típicas del lenguaje y del pensamiento estadístico, que les permitiría tener un desempeño adecuado en el sistema escolar.

**Palabras-chave:** transnumeração, argumentação estatística, professores em formação, professores em serviço, gráficos estatísticos.

## Introducción

La estadística permea todo el currículo escolar de la enseñanza primaria y secundaria debido a su importancia en la era de la revolución tecnológica que ha propiciado la masificación de la información disponible para la ciudadanía en la toma de decisiones y la comprensión de la realidad. Sin embargo, como menciona [Azcárate \(2006\)](#), la estadística sigue estando ausente

en las aulas escolares, porque, en general, el profesorado la omite en sus prácticas de enseñanza ([Anasagasti, 2019](#)). Una explicación plausible al respecto es la mencionada por [Estrella et al. \(2015\)](#), para quienes “el profesorado de primaria requiere manejar un conocimiento profundo de la estadística escolar” (p. 479). Atendiendo al cuestionamiento acerca de la calidad de la educación, surge la interrogante de si el profesorado de primaria ha adquirido los



conocimientos y habilidades necesarios para desenvolverse en el sistema escolar y transmitir este saber.

En este contexto, las tablas y gráficos estadísticos se encuentran ampliamente presentes en los medios de comunicación, lo cual requiere que las personas adquieran habilidades para interpretarlos y desenvolverse con éxito en su vida cotidiana (Sproesser *et al.*, 2018). En coherencia a lo anterior, Batanero *et al.* (2010) realizaron un estudio en donde mostraron que solo un porcentaje del profesorado de educación primaria producen gráficos con la complejidad necesaria para obtener conclusiones válidas. De manera similar, Arteaga *et al.* (2016) mostraron evidencias de que el futuro profesorado de educación primaria en una institución de educación superior española tiene problemas relacionados con la construcción, selección de gráficos, el sentido numérico y errores conceptuales.

Ahora bien, estudios en Chile, realizados con profesorado en formación de educación primaria y en activo reportaron que, en general, realizan procesos de descodificación por debajo de lo esperado. Según la clasificación de Curcio (1989), se ubican en el primer nivel, es decir, presentan las habilidades básicas o iniciales asociadas a la descodificación y análisis de los datos (Rodríguez-Alveal y Sandoval, 2012). Recientemente Izagirre *et al.* (2023) presentaron un estudio con 108 profesores y profesoras en formación de educación primaria, que evidencia que las y los participantes presentan dificultades para distinguir las categorías de una variable cualitativa y sus frecuencias observadas; este hallazgo es similar a lo que menciona Wu (2004). En esta misma línea, en un estudio con el profesorado en

activo, Sanoja de Ramírez y Ortiz-Buitrago (2013) encuentran que los errores más comunes en este estamento se relacionan con la elección del gráfico adecuado según la naturaleza de los datos. Por otro lado, las representaciones tabulares como menciona Estrella (2014) son una de las estructuras fundamentales para representar, registrar y resumir datos de naturaleza cualitativa y cuantitativa. Estas son la base para la construcción y representación gráfica (gráficos de barras simples, agrupadas, sectoriales, histogramas, etc.) y constituyen una de las habilidades asociadas a la alfabetización estadística (Garfield y Ben-Zvi, 2008).

Dada la importancia de estas habilidades, en el presente estudio se aborda la construcción de tablas y gráficos junto con las argumentaciones entregadas por los estamentos para justificar dichas representaciones en estudio. De acuerdo con el Ministerio de Educación Chileno (MINEDUC, 2012), la argumentación es una de las habilidades que debería adquirir el profesorado, tanto en formación como en activo, para poder transmitir los conocimientos al alumnado.

En coherencia con lo mencionado anteriormente, el presente artículo tiene por objetivos: 1) evaluar si el profesorado en formación y en activo de educación primaria ha adquirido habilidades asociadas a la transnumeración y argumentación estadística; 2) caracterizar los argumentos entregados por el profesorado en formación y en activo de educación primaria para justificar la elección de las representaciones gráficas; 3) comparar estadísticamente el desempeño del profesorado en formación y en activo en relación con el proceso de transnumeración del sistema real al sistema estadístico.



## Marco teórico

### Transnumeración: del sistema real al sistema estadístico

La estadística, como mencionan Cobb y Moore (1997), es reconocida como la ciencia de los datos. En la actualidad, la masificación de datos y la necesidad de que la ciudadanía esté bien informada implican que todo individuo debería poder resumir e interpretar los datos; asunto que debería abordarse en el sistema escolar. Dado lo anterior, resulta relevante conocer las formas de representar y sintetizar los datos de manera tabular, gráfica y numérica, mediante estadígrafos como la media aritmética, mediana y moda. En otras palabras, consiste en transitar de un sistema real (datos obtenidos mediante muestreos o encuestas) a un sistema estadístico o dentro del sistema estadístico (Shaughnessy y Pfannkuch, 2002). En definitiva, la transnumeración tiene un rol fundamental en el análisis de datos y se trata de un tipo de pensamiento estadístico (Wild y Pfannkuch, 1999). Para llevar a cabo este proceso, es necesario que los sujetos tengan nociones y conocimientos sobre la naturaleza de los datos cualitativos o cuantitativos, así como de su correspondencia con los tipos de gráficos estadísticos.

Según Chick (2003), la noción de transnumeración se entiende como una reorganización y cálculo de los datos, con el fin de revelar lo que estos ocultan y comunicarlos de manera convincente. Al respecto,

Chick (2003) propone diez técnicas transnumeraativas que permiten transitar de un sistema real a uno estadístico (Shaughnessy y Pfannkuch, 2002). En la Tabla 1 se destacan las técnicas correspondientes a las representaciones gráficas y tablas de distribución.

En coherencia a lo anterior, diversos estudios entregan evidencia de la presencia de errores entre el profesorado en formación de enseñanza primaria en lo referente a la selección de la representación gráfica más pertinente según la naturaleza de los datos. Una explicación plausible es que no logran distinguir entre variables cualitativas y cuantitativas discretas (Arteaga *et al.*, 2016). Por su parte, Fernandes *et al.* (2021), en un estudio sobre la construcción y lectura de tablas de frecuencia realizado por el futuro profesorado del sistema escolar en la realización de trabajos de proyectos estadísticos, evidencian que las personas participantes calculan frecuencias acumuladas en las tablas asociadas a variables cualitativas. En cuanto a la lectura, mayoritariamente se clasifican en el primer y segundo nivel de la taxonomía de Curcio (1989), lo cual significa que realizan lecturas literales sin interpretar la información contenida en las tablas (Nivel 1) y, además, comparan las frecuencias observadas de los datos (Nivel 2). Estos hallazgos son similares a los encontrados por Rodríguez y Sandoval (2012) en un estudio realizado con profesorado en formación y en activo de educación primaria en Chile.

Tabla 1. *Algunas técnicas transnumeraativas*

Técnica	Descripción
Cálculo de frecuencia	Se establecen las frecuencias de ocurrencia de las categorías o valores asociados a variables cualitativas o cuantitativas respectivamente.
Graficar/tabular	Las variables se pueden representar mediante gráficos o tablas de distribución de frecuencias.

Fuente: elaborado con base en Chick (2003).



## Argumentación y pensamiento estadístico

La argumentación, como menciona [Cervantes-Barraza et al. \(2019\)](#), es una parte esencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la matemática y, en particular, de la estadística a nivel de enseñanza primaria, secundaria y universitaria. Esta habilidad cognitiva se asocia con las justificaciones que permiten evidenciar los conocimientos adquiridos por el estudiantado al dar respuesta a una tarea. Además, facilita la comprensión de actividades estadísticas y el afianzamiento de conceptos y nociones cardinales tales como muestra, población y variables, entre otros, y su relación con el proceso de transnumeración. En esta misma línea, el Ministerio de Educación Chileno (MINEDUC) consigna la argumentación y la comunicación como una de las cuatro habilidades transversales a desarrollar en la educación matemática. Al respecto, menciona que la “habilidad de argumentar implica comunicar resultados en lenguaje matemático, explicar procedimientos, comunicar y fundamentar a partir de razonamientos inductivos, identificar y explicar errores, formular/verificar conjeturas, comprobar reglas y propiedades, y realizar deducciones” ([MINEDUC, 2016, p. 11](#)). El propósito es que “los estudiantes adquieran habilidades necesarias para comunicar sus ideas e interpretar las de otros, y utilicen estilos argumentativos propios de la disciplina para justificar y discutir su validez” ([Goizueta et al., 2023, p.2](#)). En coherencia a lo mencionado anteriormente, la argumentación se encuentra dentro de la dimensión del ciclo interrogativo asociado al pensamiento estadístico ([Wild y Pfannkuch, 1999](#)).

Además, es importante saber justificar la elección de representaciones gráficas en función de la situación problema y la

naturaleza de los datos, lo cual implica el desarrollo de habilidades asociadas al pensamiento estadístico ([Wild y Pfannkuch, 1999](#)). En el caso chileno, a nivel de la enseñanza primaria, los objetivos de aprendizaje van más allá de actividades esencialmente procedimentales ([MINEDUC, 2012; 2015](#)), ya que eventualmente se introducen habilidades y conocimientos relacionados con la alfabetización y pensamiento estadístico, en consonancia con las definiciones proporcionadas por [Garfield y Ben-Zvi \(2008\)](#). Este enfoque más integral busca preparar al estudiantado para comprender y aplicar conceptos estadísticos.

Al respecto, el estudio de [Izagirre et al. \(2023\)](#), realizado con profesorado en formación de educación primaria, encuentra que solo el 19% de las personas participantes elige una representación gráfica acorde a la naturaleza de los datos y es capaz de entregar argumentaciones que respaldan correctamente dicha elección según la naturaleza de los datos. Por otro lado, un porcentaje del personal docente en formación emplea nociones estadísticas, aunque confunde el concepto de variable con categorías (18 %). Asimismo, un 19 % proporciona argumentaciones sin base estadística para justificar los gráficos, al utilizar expresiones coloquiales como “más visual”, “fácil” o “comprendible”, y un 24 % no entrega respuesta alguna.

## Metodología

El estudio se enmarca en un diseño cuantitativo de tipo inferencial que permite indagar la existencia de diferencias significativas entre los dos grupos en estudio. Además, se utilizó complementariedad metodológica mediante técnicas cualitativas para analizar las narrativas del profesorado en formación con el fin de justificar el proceso de transnumeración.



## Población y muestra

La población objeto de estudio la compone el profesorado en formación de educación primaria de una universidad del centro-sur de Chile y del profesorado activo. Para dar respuesta a los objetivos de la investigación se realizó un muestreo no probabilístico del tipo intencionado (McMillan y Schumacher, 2011). El tamaño de la muestra fue de 102 sujetos, de los cuales 71 corresponden a docentes en formación de educación primaria y 31 en activo de enseñanza primaria que se encontraban cursando un programa de postítulo en educación matemática en una institución de educación superior del centro-sur de Chile durante el primer semestre académico del 2024. Cabe destacar,

que la participación fue voluntaria y se respetó el anonimato acorde con el protocolo de la institución del autor principal, para tal efecto se hace uso de los códigos PF y PA para denotar al profesorado en formación y en activo, respectivamente.

## Instrumento de recolección de datos

Se aplicó el instrumento diseñado por Izagirre *et al.* (2023), el cual se presenta en la Tabla 3, previa autorización de las personas autoras.

Este cuestionario tiene como propósito evaluar las habilidades relacionadas con el proceso de transnumeración y argumentación estadística. En concreto, la construcción y justificación de las representaciones

Ítem	Ítem												
<p>1.- Un vendedor de globos tiene los siguientes globos. Basándose en el color de los globos.</p> <p>(i) Construye la tabla de frecuencias.  (ii) Representa los datos mediante una gráfica y justifica dicha elección</p> 	<p>3.- El diagrama de sectores recoge el número de caries que ha detectado un dentista a 100 niños y niñas en un colegio.</p> <p>(i) Construye la tabla de frecuencias</p> <p>NÚMERO DE CARIES</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>Número de caries</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 caries</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>1 caries</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>2 caries</td> <td>35%</td> </tr> <tr> <td>3 caries</td> <td>15%</td> </tr> <tr> <td>4 caries</td> <td>5%</td> </tr> </tbody> </table>	Número de caries	Porcentaje	0 caries	25%	1 caries	20%	2 caries	35%	3 caries	15%	4 caries	5%
Número de caries	Porcentaje												
0 caries	25%												
1 caries	20%												
2 caries	35%												
3 caries	15%												
4 caries	5%												
<p>2.- Se ha preguntado a un grupo de jóvenes cuál es la paga semanal que reciben (€) y esto es lo que han contestado</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>5, 10, 15, 10, 5, 10, 15, 15, 10, 5, 10, 5, 15, 5, 5, 10, 15, 15, 15, 10, 10, 10, 15, 10, 15, 15, 15, 5, 10, 5, 10, 20, 15, 15, 5</p> </div> <p>(i) Construye la tabla de frecuencias.  (ii) Representa los datos mediante una gráfica y justifica dicha elección.</p>	<p>4. El número de errores realizados por el alumnado de la asignatura Matemática y su didáctica II es:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>1, 2, 1, 3, 4, 2, 2, 1, 1, 3, 3, 1, 2, 3, 4, 4, 1, 2, 3, 3, 2, 2, 1, 1, 13, 4, 1, 2, 4, 3, 2, 1, 2, 3,</p> </div> <p>(i) Construye la tabla de frecuencias.  (ii) Representa los datos mediante una gráfica y justifica dicha elección.</p>												

Figura 1. Ítems del cuestionario aplicado en el estudio

Fuente: extraído de Izagirre *et al.* (2023).



gráficas y tablas de distribución de frecuencias acorde a la naturaleza cualitativa y cuantitativa discreta de los datos (Tabla 2).

### **Rúbricas para la categorización de los tipos de errores en la construcción de tablas de frecuencia y gráficos estadísticos, y niveles de justificación en la elección del gráfico**

Para el análisis de las tablas de distribución de frecuencias se diseñó una lista de cotejo, mediante la cual se analizaron las tablas de distribución de frecuencias realizadas

por las personas encuestadas. Esto se inspiró en la propuesta para gráficos estadísticos de la Tabla 4, aunque la clasificación presentada en la Tabla 3 es un aporte de esta investigación donde se presentan los tipos de errores para el análisis de las tablas estadísticas.

Por otro lado, el análisis de los gráficos se realizó según la lista de cotejo presentada por [Izagirre et al. \(2023\)](#) con alguna adecuación relacionada con la contextualización de los rótulos de los ejes, pues, se considera que un título en contexto facilita la lectura del gráfico

*Tabla 2. Tabla de especificaciones del instrumento*

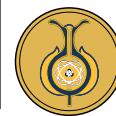
Contenidos	Habilidades	N.º preguntas
Tablas de distribución de frecuencias	Construcción de tablas de distribución de frecuencias datos cualitativos o cuantitativos discretos.	4
Representación gráfica	Construir gráficos asociados a datos cualitativos o cuantitativos discretos. Justificar la representación gráfica acorde a la naturaleza de los datos.	3

Fuente: elaboración propia.

*Tabla 3. Tipos de errores en la construcción de las tablas estadísticas*

Código tipo de error	Descripción
CT1	<b>Realizada correctamente:</b> presenta al menos dos columnas. La primera exhibe las modalidades de la variable y la segunda, la frecuencia observada a cada modalidad. Además, son rotuladas correctamente según el contexto de la situación problema.
CT2	<b>Errores de rotulación:</b> en la primera columna, la tabla representa las modalidades de la variable y en la segunda las frecuencias observadas asociadas a cada modalidad, pero los rótulos de las columnas no se adecuan al contexto del problema (usan rótulos genéricos como variable, frecuencia y número), son denotadas con símbolos ( <i>f</i> , Fr, n) o se visibiliza una aproximación de contextualización que no es del todo correcta (por ejemplo: globos en vez de color de globos, jóvenes en vez de número de jóvenes, etc.).
CT3	<b>Rótulos inexistentes:</b> la tabla presenta correctamente la distribución de la variable, aunque son inexistentes los rótulos asociados a la variable con sus modalidades y sus frecuencias observadas.
CT4	<b>Errores asociados a la naturaleza de la variable:</b> en el caso de tablas asociadas a las variables cualitativas calculan frecuencias observadas o relativas acumuladas.
CT5	<b>Otros tipos de errores:</b> el resumen de los datos no presenta una estructura tabular que permita visualizar de manera clara la variable con las modalidades y sus frecuencias observadas (o absolutas). Intercambian frecuencias observadas con las categorías de la variable o dejan de lado alguna categoría/valor.

Fuente: elaboración propia.



frente a una notación general como puede ser el uso de  $x_i$  y  $f_i$ . Esta presenta cinco tipos de errores que permiten clasificar las respuestas entregadas por las personas participantes (Tabla 2).

Finalmente, las argumentaciones entregadas en la construcción de las representaciones gráficas realizadas se estratificaron tomando como base la propuesta de Izagirre *et al.* (2023).

En síntesis, las producciones de las personas encuestados en relación con las tablas de frecuencia y gráficos, así como con los argumentos proporcionados para justificar su elección, fueron clasificadas de acuerdo con las listas de cotejo mencionadas anteriormente por el autor y la autora del artículo de manera individual. En caso de no haber concordancia, se procedió a analizarlas en conjunto con el objetivo de llegar a un consenso.

Tabla 4. *Tipos de errores en la construcción de los gráficos estadísticos realizados*

Código tipo de error	Descripción
CG1	<b>Realizado correctamente:</b> el gráfico representa correctamente la distribución y naturaleza de los datos. Si es un diagrama de barras o histograma, los ejes están bien construidos y la escala es visible y correcta; si son diagramas de sectores, se indican las categorías/los valores y los porcentajes o las frecuencias. Además, rotulan correctamente los ejes acorde a la situación contextual.
CG2	<b>Errores de rotulación:</b> el gráfico representa correctamente la distribución de los datos en cada caso (las barras y los sectores son proporcionales), pero hay elementos del gráfico que no se indican (rótulos de los ejes, categorías/valores, escalas o frecuencias absolutas/relativas, línea de división por lo menos encima de los ejes a no ser que quede claro solamente con el número/nombre) o en caso de que se indiquen no se adecúan al contexto del problema.
CG3	<b>Errores de proporcionalidad:</b> falta de correspondencia entre los pesos relativos de los datos y su representación geométrica.
CG4	<b>Otros errores no relacionados con la proporcionalidad:</b> categorías identificadas incorrectamente, frecuencias mal representadas, intercambiar frecuencia por valor/categoría de la variable, ...
CG5	<b>Elección incorrecta</b> del gráfico acorde a la naturaleza de los datos.

Fuente: adaptación de Izagirre *et al.* (2023).

Tabla 5. *Niveles de justificación para la selección del gráfico*

Nivel	Descripción
JG1	<b>Justificación correcta:</b> se argumenta la selección del gráfico haciendo uso de un léxico estadístico pertinente y acorde a la naturaleza de los datos (cuantitativos o cualitativos).
JG2	<b>Justificación parcialmente correcta:</b> utiliza un léxico estadístico adecuado, no obstante, hace uso de conceptos genéricos que no se relacionan con el problema o emplea palabras como variable al referirse a las categorías, valores, números o frecuencias determinados de un grupo de datos.
JG3	<b>Justificaciones implícitas:</b> a pesar de no nombrar el tipo de variable, expresa característica de ellas que permiten implícitamente comprender su elección.
JG4	<b>Justificaciones incorrectas:</b> emplea expresiones incorrectas acordes a la naturaleza de los datos y al contexto de la situación problema para justificar estadísticamente su elección o expresiones estadísticas que no son suficientes para justificar dicha elección.
JG5	<b>No entrega justificaciones:</b> no proporciona argumentos estadísticos acerca de la representación gráfica entregada.

Fuente: adaptación de Izagirre *et al.* (2023).



## Análisis y procesamiento de datos

Para el análisis cuantitativo, se consideraron estadísticos-descriptivos tales como porcentajes e inferenciales para conocer la existencia de diferencias estadísticas entre los estamentos en estudio; se hizo uso de la prueba Chi-cuadrado y la prueba de comparación de porcentajes y el tamaño del efecto ( $d$ ) de Cohen (1988), la cual permite cuantificar la magnitud de las diferencias entre los dos grupos. Según Cohen, se establece no efecto del tamaño ( $0.2 \leq d$ ), tamaño del efecto pequeño ( $0.2 \leq d < 0.5$ ), mediano ( $0.5 \leq d < 0.8$ ) y grande ( $0.8 \leq d$ ). El procesamiento de la información fue realizado en el software de fuente libre R.

En el procesamiento de la información cualitativa, se hizo uso del análisis de contenido, siguiendo la propuesta de Mayring (2000). En primer lugar, se seleccionaron

los extractos en los cuales se argumentaba acerca del proceso de transnumeración, y, en segundo lugar, se clasificaron según las categorías establecidas en las tablas 3, 4 y 5.

## Análisis y resultados

### Transnumeración: de datos cualitativos o cuantitativos discretos a tablas de distribución de frecuencia

Las tablas de distribución de frecuencia son uno de los primeros resúmenes de datos cualitativos como cuantitativos discretos sin agrupar y cuantitativos continuos agrupados en intervalos. Además, se convierten en el insumo para la construcción de representaciones gráficas.

En este sentido, en la Tabla 6 se muestra la categorización de los errores que exhiben las tablas construidas por los estamentos

Tabla 6. *Tipificación de las tablas de frecuencia entregadas por el profesorado en formación y en activo*

Técnicas transnumerativas: datos a tablas y gráficos a tablas de frecuencia	Código tipo de error	Profesorado en		p-valor	$d$
		Formación	Activo		
Datos globos (Ítem 1)	CT1	5 (7.0 %)	1 (3.2 %)	0.76	0.07
	CT2	41 (57.7 %)	16 (51.6 %)	0.72	0.02
	CT3	13 (18.3 %)	2 (6.4)	0.21	0.09
	CT4	--	--	--	--
	CT5	2 (2.8 %)	2 (6.4 %)	0.75	0.12
	CT2-CT4	7 (9.8 %)	9 (29.0 %)	0.03	0.17
	CT3-CT4	1 (1.4 %)	--	--	--
	No responde	1 (2.8 %)	1 (3.2 %)	1.00	--
De datos cuantitativos discretos sin agrupar a tabla de frecuencia (Ítem 2)	CT1	6 (8.4 %)	1 (3.2 %)	0.59	0.08
	CT2	45 (63.3 %)	21 (67.7 %)	0.84	0.01
	CT3	4 (5.6 %)	1(3.2 %)	0.98	0.05
	CT4	--	--	--	--
	CT5	9 (12.6 %)	2 (6.4 %)	0.55	0.07
	CT2-CT5	5 (7.0 %)	2 (6.4 %)	1.00	0.01
	CT3-CT5	1 (1.4 %)	--	--	--
	No Responde	1 (1.4 %)	4 (12.9 %)	0.04	0.17



Técnicas transnuméricas: datos a tablas y gráficos a tablas de frecuencia	Código tipo de error	Profesorado en		p-valor	<i>d</i>
		Formación	Activo		
Gráfico a tabla de frecuencia (Ítem 3)	CT1	12 (16.9 %)	--	--	--
	CT2	41 (57.7 %)	23 (74.2 %)	0.17	0.06
	CT3	3 (4.2 %)	1 (3.2 %)	1.00	0.03
	CT4	--	--	--	--
	CT5	5 (7.0 %)	--	--	--
	CT2-CT5	5 (7.0 %)	2 (6.4 %)	1.00	0.02
	No Responde	5 (7.0 %)	5 (16.1 %)	0.29	0.13
De datos cuantitativos discretos sin agrupar a tabla de frecuencia (Ítem 4)	CT1	6 (8.4 %)	2 (6.4 %)	1.00	0.03
	CT2	50 (70.4 %)	18 (58.0 %)	0.32	0.04
	CT3	5 (7.0 %)	3 (9.6 %)	0.95	0.05
	CT4	--	--	--	--
	CT5	2 (2.8 %)	--	--	--
	CT2-CT5	2 (2.8 %)	1 (3.2 %)	1.00	0.02
	CT3-CT5	--	1 (3.2 %)	--	--
No Responde	No Responde	6 (8.4 %)	6 (19.4 %)	0.21	0.13

Fuente: elaboración propia.

A manera de ejemplo, se entregan algunas representaciones realizadas por las personas participantes (ítem 1), en las cuales se evidencia que hacen uso de etiquetas genéricas como frecuencia, cantidad o denotan como *f* o *F* para indicar el número de individuos asociados a cada una de las categorías de la variable de interés (CT2), como se muestra en la Figura 2.

Además, en el caso de la construcción de una tabla de frecuencia para datos de naturaleza cuantitativa discreta asociada al salario semanal (ítem 2), se observa que el PF incurre en mayor grado en el error CT5 (12.65 %) que el PA (6.5 %), como se muestra en la Figura 3.

Profesorado en formación		Profesorado en activo	
CT2	CT2-CT4	CT2	CT2-CT4

Figura 2. Ejemplos de tablas de frecuencias realizadas por el profesorado en formación y en activo asociadas a datos cualitativos

Fuente: elaboración propia.



Profesorado en formación		Profesorado en activo																																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Número</th><th>Frecuencia</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td><td>9</td></tr> <tr> <td>15</td><td>13</td></tr> <tr> <td>10</td><td>12</td></tr> <tr> <td>20</td><td>1</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><math>5 = 9</math>  <math>10 = 12</math>  <math>15 = 13</math>  <math>20 = 1</math></p>	Número	Frecuencia	5	9	15	13	10	12	20	1		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Pago mensual. \$m.</th></tr> <tr> <th></th><th>F.</th><th>F.A</th><th>F.R</th><th>T%</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>5</td><td>9</td><td>9</td><td>0,25</td><td>25,91%</td></tr> <tr> <td>10</td><td>12</td><td>21</td><td>0,39</td><td>31,21%</td></tr> <tr> <td>15</td><td>13</td><td>34</td><td>0,37</td><td>34,11%</td></tr> <tr> <td>20</td><td>1</td><td>35</td><td>0,02</td><td>2,18%</td></tr> <tr> <td>Total</td><td>35</td><td>/</td><td>1</td><td></td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><math>5 = 9</math>  <math>10 = 12</math>  <math>15 = 13</math>  <math>20 = 20</math></p>	Pago mensual. \$m.						F.	F.A	F.R	T%	5	9	9	0,25	25,91%	10	12	21	0,39	31,21%	15	13	34	0,37	34,11%	20	1	35	0,02	2,18%	Total	35	/	1		
Número	Frecuencia																																															
5	9																																															
15	13																																															
10	12																																															
20	1																																															
Pago mensual. \$m.																																																
	F.	F.A	F.R	T%																																												
5	9	9	0,25	25,91%																																												
10	12	21	0,39	31,21%																																												
15	13	34	0,37	34,11%																																												
20	1	35	0,02	2,18%																																												
Total	35	/	1																																													
CT2	CT5 (9/71)	CT2	CT5 (2/31)																																													

Figura 3. Ejemplos de tablas de frecuencias realizadas por el profesorado en formación y en activo asociadas a datos cuantitativos discretos

Fuente: elaboración propia.

Al respecto, y de acuerdo con la categoría CT5, las producciones entregadas no presentan una estructura tabular clara y además no se explicitan los rótulos de la variable y de las frecuencias absolutas según la situación contextual, e intercambian los valores y las frecuencias observadas. Por otro lado, al cambiar de representación gráfica (gráfico sectorial) a una tabla de frecuencia (Ítem 3), los estamentos en estudio presentan mayoritariamente los mismos errores. En particular, realizan de manera conjunta los errores CT2 y CT5 como se muestra en la Figura 4.

En otras palabras, no contextualizan los rótulos acordes a la situación problema haciendo uso de notaciones para denotar las frecuencias absolutas ( $f$ ) y, además, no dan cuenta del total de personas encuestadas. Por otro lado, en relación con el cambio de representación de datos cuantitativos discretos sin agrupar la tabla de frecuencia (Ítem 4), el 70.4 % y 58.0 % del profesorado en formación y en activo, respectivamente, presentan errores del tipo CT2 (Tabla 6). A continuación, en la Figura 5, se muestran algunos ejemplos:

Profesorado en formación		Profesorado en activo																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Cantidad de caries</th><th>Porcentaje</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td><td>25%</td></tr> <tr> <td>1</td><td>10%</td></tr> <tr> <td>2</td><td>35%</td></tr> <tr> <td>3</td><td>15%</td></tr> <tr> <td>4</td><td>5%</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><math>0 = 25</math>  <math>1 = 20</math>  <math>2 = 35</math>  <math>3 = 15</math>  <math>4 = 5</math></p>	Cantidad de caries	Porcentaje	0	25%	1	10%	2	35%	3	15%	4	5%		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº Caries</th><th>f</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td><td>25</td></tr> <tr> <td>1</td><td>20</td></tr> <tr> <td>2</td><td>35</td></tr> <tr> <td>3</td><td>15</td></tr> <tr> <td>4</td><td>5</td></tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;"><math>0 = 5</math>  <math>1 = 20</math>  <math>2 = 40</math>  <math>3 = 65</math>  <math>4 = 100</math></p>	Nº Caries	f	0	25	1	20	2	35	3	15	4	5	
Cantidad de caries	Porcentaje																										
0	25%																										
1	10%																										
2	35%																										
3	15%																										
4	5%																										
Nº Caries	f																										
0	25																										
1	20																										
2	35																										
3	15																										
4	5																										
CT2	CT2-CT5 (5/71)	CT2	CT2-CT5 (2/31)																								

Figura 4. Ejemplos de tablas de frecuencias realizadas por el profesorado en formación y en activo asociadas a datos cuantitativos discretos

Fuente: elaboración propia.



Profesorado en formación			Profesorado en activo																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ítems</th> <th>Frecuencia</th> <th>Frecuencia absoluta</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>13</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>16</td> <td>34</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>11</td> <td>25</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>5</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table>			Ítems	Frecuencia	Frecuencia absoluta	1	13	28	2	16	34	3	11	25	4	5	10	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº errores</th> <th>f</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>18</td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>16</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>11</td> <td></td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>5</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Nº errores	f		1	18		2	16		3	11		4	5	
Ítems	Frecuencia	Frecuencia absoluta																																	
1	13	28																																	
2	16	34																																	
3	11	25																																	
4	5	10																																	
Nº errores	f																																		
1	18																																		
2	16																																		
3	11																																		
4	5																																		
CT2			CT2																																
CT3																																			

Figura 5. Ejemplos de tablas de frecuencias realizadas por el profesorado en formación y en activo asociadas a datos cuantitativos discretos sin agrupar  
 Fuente: elaboración propia.

En el caso del profesorado en formación, la tabla presenta errores de rotulación (CT2) atendiendo que los rótulos de las columnas no se asocian a la situación contextual que se desea presentar, además introducen una columna relacionada con las frecuencias acumuladas acorde a la naturaleza de la variable, así como a las tablas sin rótulos (CT3). Por su parte, los profesores en activo introducen una columna asociada a la frecuencia relativa, presentando también errores de rotulación (CT2).

En conclusión, como se puede ver en la Tabla 6, en general, no se presentan diferencias estadísticamente significativas entre el profesorado en formación y en activo. No existen diferencias significativas ni en el

caso de las tablas asociadas a datos cualitativos ni en el caso de datos cuantitativos discretos ( $p$ -valor > 0.05).

### Transnumeración: de datos cualitativos o cuantitativos discretos a gráficos

El 68.4 % de las personas participantes seleccionan correctamente las tres representaciones gráficas solicitadas acorde a la naturaleza de la variable, predominando los gráficos de barras y los gráficos sectoriales. Un 13.1 % no da respuesta, situación que se presenta con mayor frecuencia en el caso de los datos de naturaleza cuantitativa discreta. En este sentido, en la Tabla 7 se entrega el

Tabla 7. Tipificación de las representaciones gráficas entregadas por el profesorado en formación y en activo

Técnicas transnumerativas: de datos a gráficos	Código tipo de error	Profesorado en		p-valor	$d$
		Formación (n=71)	Activo (n=31)		
Representación visual de una característica cualitativa a gráfico (Ítem 1)	CG1	8 (11.3 %)	9 (29.0 %)	0.05	0.15
	CG2	24 (33.8 %)	7 (22.6 %)	0.36	0.05
	CG3	8 (11.3 %)	3 (9.6 %)	1.00	0.02
	CG4	--	--		
	CG5	5 (7.0 %)	7 (22.6 %)	0.05	0.16
	CG2-CG3	22 (30.9 %)	4 (12.9 %)	0.07	0.09
	CG3-CG4	1 (1.4 %)	--	--	--
	CG2-CG3-CG4	1 (1.4 %)	--	--	--
	No responde	2 (2.8 %)	1 (3.2 %)	1.00	0.02



Técnicas transnuméricas: de datos a gráficos	Código tipo de error	Profesorado en		p-valor	<i>d</i>
		Formación (n=71)	Activo (n=31)		
De datos cuantitativos discretos sin agrupar a gráfico (Ítem 2)	CG1	2 (2.8 %)	1 (3.2 %)	0.75	0.02
	CG2	4 (5.6 %)	--	--	
	CG3	10 (14.1 %)	8 (25.8 %)	0.25	0.10
	CG4	1 (1.4 %)	--	--	
	CG5	7 (9.8 %)	5 (16.1 %)	0.56	0.08
	CG2-CG3	32 (45.1 %)	7 (22.5 %)	0.05	0.09
	CG2-CG4	2 (2.8 %)	--	--	
	CG3-CG4	2 (2.8 %)	2 (6.4 %)	0.75	0.12
	CG2-CG3-CG4	4 (5.6 %)	2 (6.4 %)	1.00	0.02
	No Responde	7 (9.8%)	6 (19.3%)	0.31	0.10
De datos cuantitativos discretos sin agrupar a gráfico (Ítem 4)	CG1	--	--	--	
	CG2	--	--	--	
	CG3	14 (19.7 %)	2 (6.4 %)	0.16	0.09
	CG4	--	--	--	
	CG5	3 (4.2 %)	7 (22.5 %)	0.01	0.20
	CG2-CG3	43 (60.5 %)	9 (29.0 %)	0.006	0.10
	CG3-CG4	1 (1.4 %)	--	--	
	CG2-CG3-CG4	3 (4.2 %)	2 (6.4 %)	1.00	0.06
	No responde	7 (9.8 %)	11(35.4 %)	0.004	0.20

Fuente: elaboración propia.

tipo de error que comete tanto el profesorado en formación como en activo en la construcción de los gráficos efectuados.

En general, 24 docentes en formación (33.8 %) no rotulan correctamente los ejes (CG2) asociados a las representaciones gráficas asociadas a datos de naturaleza cualitativa (Ítem 1) y acorde a la situación contextual o no asignan un calificativo a los

ejes como se visualiza en la Figura 6, situación que ha reportado Arteaga *et al.* (2016).

Más allá de este error, 22 (30.9 %) docentes en formación exhiben conjuntamente errores de rotulación y proporcionalidad (CG2-CG3) (Figura 6). En cambio, las representaciones gráficas entregadas por el profesorado en activo presentan mayoritariamente problemas asociados a la contextualización

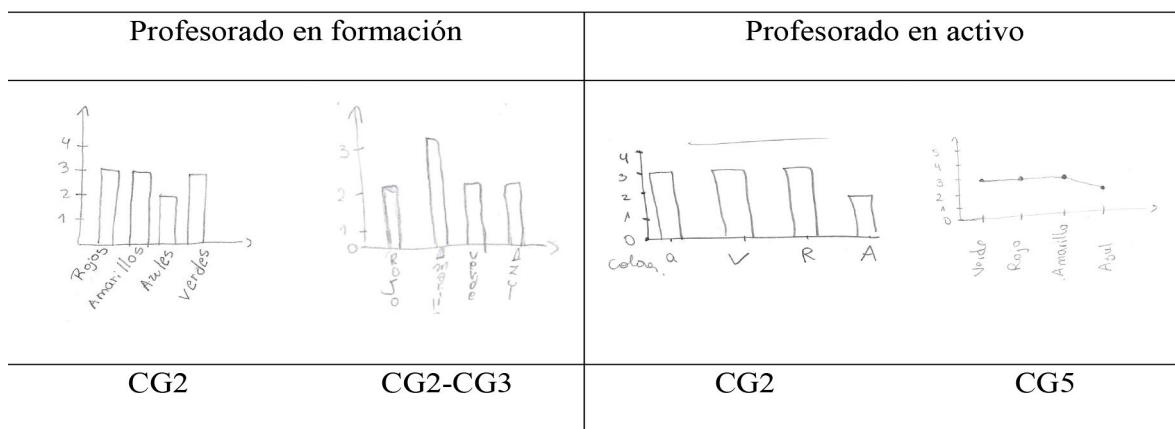


Figura 6. Ejemplos de representaciones gráficas realizadas por el profesorado en formación y en activo asociadas a datos cualitativos

Fuente: elaboración propia.



o ausencia de los rótulos en los ejes (CG2), o entregan representaciones no acordes a la naturaleza de la variable (CG5), en particular, hacen uso de gráficos de línea (Figura 6). Sin embargo, no se observan diferencias estadísticamente significativas entre los dos estamentos del estudio ( $p$ -valor > 0.05).

Ahora bien, en la construcción de un gráfico asociado a variables cuantitativas discretas (Ítem 2) se observa que el profesorado en formación y en activo presenta mayoritariamente los mismos errores en la construcción de gráficos, CG3 y CG2-CG3 simultáneamente; es decir, errores de proporcionalidad en los ejes y no denominar los ejes acorde a la situación problema que se quiere graficar (Figura 7). En esta ocasión tampoco se presentan diferencias estadísticamente significativas

( $p$ -valor > 0.05) entre los estamentos como se observa en la Tabla 7.

En cambio, en la representación de datos cuantitativos discretos (Ítem 4) asociados al número de errores que comente el alumnado en la asignatura de matemática se presentan diferencias estadísticamente significativas entre el PF y el PA ( $p$ -valor < 0.01). Esta diferencia no se presenta en el Ítem 2, aun cuando la variable en estudio también es de naturaleza cuantitativa discreta. Ambos estamentos comenten los mismos errores en la construcción del gráfico asociado a datos cuantitativos discretos, en cambio, el profesorado en activo entrega representaciones incorrectas como polígonos de frecuencia simple (CG5) (Figura 8), situación también evidenciada por Izagirre *et al.* (2023).

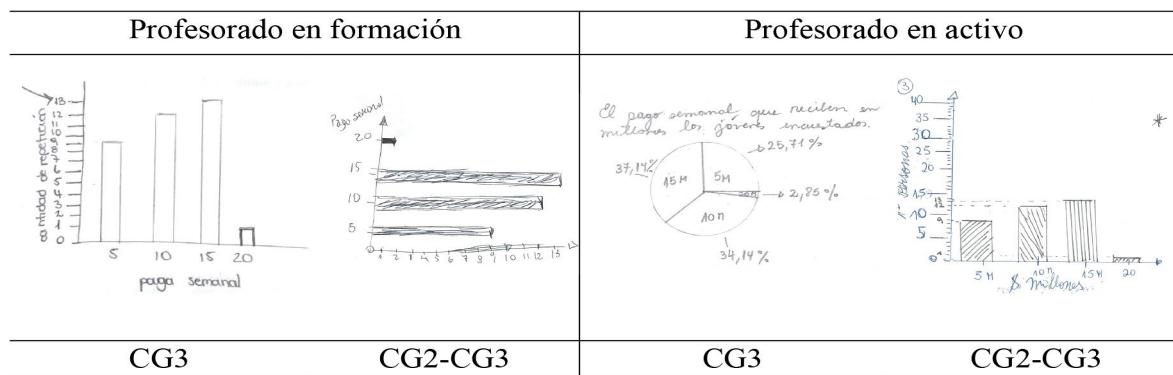


Figura 7. Ejemplos de representaciones gráficas realizadas por el profesorado en formación y en activo asociadas a datos cuantitativos discretos  
Fuente: elaboración propia.

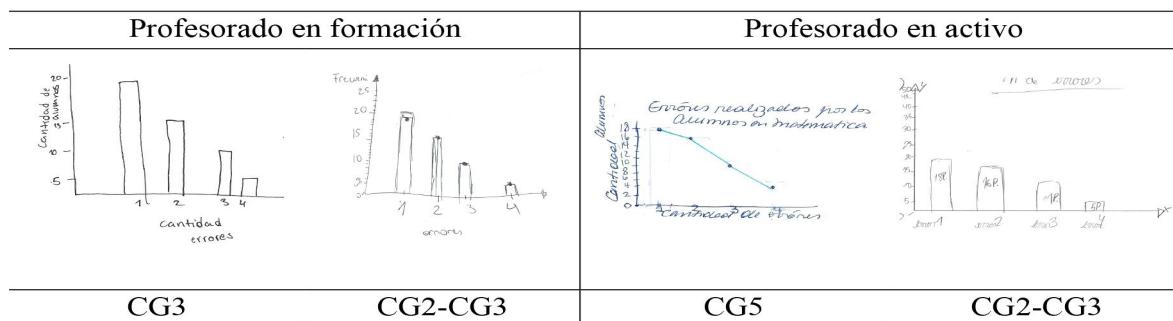
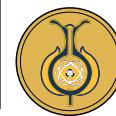


Figura 8. Ejemplos de representaciones gráficas realizadas por las personas docentes en formación y en activo asociadas a datos cuantitativos discretos  
Fuente: elaboración propia.



Cabe destacar, que el profesorado en formación hace referencia al histograma como una representación para resumir la distribución de datos cualitativos o cuantitativos discretos sin agrupar, lo cual evidencia una falta de conocimiento estadístico.

Además, en los resultados correspondientes al Ítem 4 (Tabla 7) se observa la presencia de diferencias estadísticamente significativas al 5 % en los errores CG5 ( $p$ -valor < 0.01) y CG2-CG3 ( $p$ -valor < 0.006) entre el PF y el PA, aunque no hay existencia del efecto ( $d=0.20$  y  $d=0.10$ , respectivamente). Asimismo, en relación con la no respuesta, el profesorado en activo presenta un mayor porcentaje, el cual difiere significativamente con el profesorado en formación ( $p < 0.004$ ), aunque el tamaño del efecto es bajo ( $d=0.20$ ).

### Argumentaciones entregadas por las personas participantes en el proceso de transnumeración

En la Tabla 8 se muestra el tipo de justificaciones que entrega el profesorado en formación y en activo de los gráficos seleccionados. Se visualiza que, en general, los estamentos en estudio no proporcionan argumentaciones correctas (Nivel JG1) ni parcialmente correctas (Nivel JG2) para la justificación de las representaciones gráficas realizadas. Esto evidencia una falta de conocimientos conceptuales afines a la naturaleza del dato y su concordan-  
cia con las representaciones gráficas. También se destaca que entre un 38.7 % y un 63.3 % de las personas encuestados no dan respuesta a la interrogante planteada, independientemente del tipo de gráfico.

Tabla 8. Niveles de justificación para la elección de los gráficos entregadas por el profesorado en formación y en activo.

Técnicas transnumerativas	Nivel	Profesorado en Formación (n=71)	Profesorado en Activo (n=31)	p-valor	d
Datos Globos (Ítem 1)	<b>JG1</b>				
	<b>JG2</b>				
	<b>JG3</b>	8 (11.3%)			
	<b>JG4</b>				
	<b>JG5</b>	33 (46.4%)	19 (61.2%)	0.24	0.04
	<b>No Responde</b>	30 (42.2%)	12 (38.7%)	0.74	0.01
De datos cuantitativos discretos sin agrupar a Tabla de Frecuencia (Ítem 2)	<b>JG1</b>				
	<b>JG2</b>				
	<b>JG3</b>	2 (2.81%)			
	<b>JG4</b>	1 (1.40%)	3 (9.6%)		
	<b>JG5</b>	33 (46.4%)	13 (41.9%)	0.67	0.01
	<b>No Responde</b>	35 (49.2%)	15 (48.3%)	0.93	0.00
De datos cuantitativos discretos sin agrupar a Tabla de Frecuencia (Ítem 4)	<b>JG1</b>				
	<b>JG2</b>				
	<b>JG3</b>				
	<b>JG4</b>	1 (1.40%)			
	<b>JG5</b>	25 (35.2%)	13 (41.9%)	0.51	0.02
	<b>No Responde</b>	45 (63.3%)	18 (58.1%)	0.61	0.02

Fuente: elaboración propia.



En el primer ítem, el profesorado en formación y en activo debía justificar el uso de las representaciones gráficas asociadas a una variable cualitativa relacionada con el color de un grupo de globos: rojo, verde, amarillo y azul (Ítem 1). Los argumentos entregados por el 46.4 % del PF y el 61.2 % del PA no tiene ninguna base estadística (Nivel JG5) que permita justificar la representación gráfica realizada. Sin embargo, dichas diferencias porcentuales entre los dos estamentos no son estadísticamente significativas ( $p$ -valor > 0.24). Algunos de los argumentos clasificados en este nivel son:

*Opte por esta grafica ya que es la más común y así puedo representar de mejor manera la cantidad de globos por color. [PF]*

*Elegí esta opción porque es más fácil apreciar las cantidades de cada globo según el color. [PF]*

*Se hace una representación más visible de los elementos para compararlos entre sí o ver similitudes. [PA]*

*El gráfico de barras, ya que es más sencillo explicar a los estudiantes, la información que se expresa en este tipo de grafico es fácil de observar. [PA]*

Por el contrario, solamente el 11.3 % del PF entrega justificaciones implícitas (Nivel JG3) que permitirían comprender su elección:

*Realicé un gráfico de barras porque es más fácil representar valores en este. Aquí se puede diferenciar que hay más globos de color amarillo, rojo y verde que de azul. [PF]*

De esta justificación se puede desprender que la elección del gráfico de barras se debe a la naturaleza cualitativa de la

variable. De manera similar, al justificar la representación gráfica asociada a una variable cuantitativa discreta relacionada con el ingreso semanal que recibe un grupo de jóvenes (Ítem 2), el 46.4 % del profesorado en formación y el 41.9 % del profesorado en activo no entrega argumentos estadísticos (Nivel JG5), porcentajes que no difieren estadísticamente ( $p$ -valor > 0.67). Algunas de las justificaciones clasificadas en este nivel son las siguientes:

*La elección es ya que es simple de elaborar un gráfico de barra con datos que nos entrega y a su vez fácil de entender los datos entregados. [PF]*

*Los gráficos de barra son una buena elección una, una para ubicar los datos y la otra porque es más ordenado. [PF]*

*Uso de gráfica de barras simples por ser más fácil de observar visualmente y comparar los elementos hay presente. [PA]*

*Elegí este modelo de gráfico porque me pareció más esclarecedor. [PA]*

Finalmente, en cuanto a la elección del gráfico para mostrar la distribución de los datos cuantitativos discretos relacionados con el número de errores que comete el estudiante (Ítem 4) en la asignatura de matemática, el 35.2 % del PF y el 41.9 % del PA no proporcionan argumentos estadísticos que permitan evidenciar la adquisición de contenidos teóricos (Nivel JG5). Esta diferencia porcentual no es estadísticamente significativa ( $p$ -valor > 0.51) entre los estamentos en estudio. A continuación, se presentan algunas de las justificaciones de este nivel:

*Representa con exactitud los datos entregados. [PF]*



*Porque mediante un gráfico se comprende de mejor manera la información. [PF]*

*A mi parecer es más práctico el gráfico de barras para visualizar los errores de la asignatura de matemáticas. [PA]*

*Utilicé este gráfico para mostrar la tendencia. [PA]*

Finalmente, llama la atención el alto porcentaje de participantes que no entrega argumentos sobre la elección del gráfico realizado tanto en el caso de variables cualitativas como de variables cuantitativas discretas.

## Conclusiones

La transnumeración es un proceso usual en estadística que permite transitar de un sistema real (datos) a uno estadístico. Se encuentra en estrecha relación con el pensamiento estadístico (Wild y Pfannkuch, 1999), pues expone conocimientos conceptuales y procedimentales acerca de la naturaleza de los datos y su representación tabular, gráfica o numérica. En este contexto, se le pidió al profesorado en formación y en activo participantes que construyeran una representación tabular y el resultado revela que los dos estamentos presentes en el estudio cometan errores al construir tablas de frecuencia tanto para variables cualitativas como cuantitativas discretas.

En el caso de la variable cualitativa nominal, un error común es la adición de una columna relacionada con frecuencias acumuladas, hecho que también identificaron Fernández *et al.* (2021). Esta práctica es inadecuada, pues las categorías de una variable cualitativa nominal son disjuntas, lo cual significa que no tienen una ordenación que justifique la acumulación

de frecuencias. Otro problema recurrente para ambos estamentos es no rotular de forma correcta el eje vertical asociado a las frecuencias observadas de los gráficos propuestos; etiquetar inadecuadamente la variable con sus categorías como al número de individuos asociados a cada categoría de la variable en el contexto de la situación problema y denominar los ejes con términos genéricos como variable y frecuencia o mediante símbolos como  $f$  o  $F$ . Esto eventualmente da cuenta de la comprensión del símbolo  $f$  para denotar frecuencia observada en una tabla de distribución, habilidad propia de la alfabetización estadística (Ben-Zvi y Garfield, 2004).

Por otro lado, en relación con las representaciones gráficas, aproximadamente el 68.4 % de las personas participantes llevaron a cabo esta tarea de forma correcta. Sin embargo, se observó una serie de errores que han sido ampliamente documentados en la literatura desde hace más de cuatro décadas. Uno de estos incluye la falta de rotulación adecuada de los ejes acorde a la situación contextual, y otro es que titulan los ejes mediante el concepto genérico de frecuencias (Arteaga *et al.*, 2016). Otros errores incluyen la omisión total o parcial de la rotulación de los ejes, las cuales forman parte esencial del gráfico, como menciona Curcio (1989), o el uso de escalas no equidistantes (Bruno y Espinel, 2005), lo que puede llevar a malinterpretaciones de los datos presentados.

Estos errores son preocupantes, ya que en el currículo escolar chileno uno de los objetivos es evaluar la forma en que se presentan los datos. Asimismo, algunas personas participantes utilizaron polígonos de frecuencia simple o histogramas para representar la distribución de variables cualitativas, lo cual evidenciaría una falta de



comprensión en la relación entre la naturaleza de las variables y el tipo de gráfico adecuado para sintetizar su comportamiento; este error lo detectaron [Bruno y Espinel \(2005\)](#) entre el profesorado de primaria.

En síntesis, el profesorado en formación y en activo participantes no realiza una lectura crítica del gráfico en términos de la procedencia de los datos y su pertinencia según la naturaleza de estos ([Shaughnessy y Pfannkuch, 2002](#)). Dichos hallazgos subrayan la necesidad de una formación más robusta en los conceptos y procedimientos estadísticos para asegurar que el profesorado en formación y en activo pueda representar y evaluar las representaciones acorde a la naturaleza de los datos, habilidad relacionada con el pensamiento estadístico.

En el análisis de las argumentaciones proporcionadas por el profesorado en formación y en activo participantes sobre la justificación de la elección del gráfico realizado para variables de naturaleza cualitativa o cuantitativa discreta se evidencia una falta de adquisición de conocimientos conceptuales. Las argumentaciones presentadas por ambos estamentos estudiados evidencian un entendimiento superficial, pues hacen uso de un léxico coloquial, como: “fácil”, “práctico” y “ordenado”, entregando evidencias de que no han adquirido la habilidad de la argumentación, la cual se relaciona con el pensamiento estadístico. Al respecto, llama la atención el alto porcentaje de participantes que no entregan argumentaciones que justifiquen la elección del gráfico realizado, lo cual concuerda con el estudio de [Berciano et al. \(2021\)](#).

Asimismo, la categorización de estas argumentaciones (Tabla 5) revela que no hay diferencias estadísticamente significativas entre el profesorado en formación y en activo participantes. Esta situación es preocupante, dado

que el profesorado en activo que participó en el estudio está impartiendo estos saberes al estudiantado del sistema escolar, específicamente a los de octavo de educación primaria. En este nivel, el currículo exige que el alumnado pueda justificar la elección del gráfico para una determinada situación y su correspondiente conjunto de datos ([MINEDUC, 2012](#)). Estos hallazgos son similares a los encontrados por [Izagirre et al. \(2023\)](#) en una población similar, lo cual evidencia que este problema no está presente solo en los itinerarios formativos chilenos. Esta situación invita a un cambio en el discurso en la clase de estadística de manera que desarrollen habilidades de argumentación atendiendo que este proceso también permite evidenciar la comprensión de conceptos estadísticos brindando la oportunidad de retroalimentación del profesorado.

Finalmente, el presente estudio proporciona evidencias acerca de las habilidades y conocimientos estadísticos que está adquiriendo el profesorado en formación participante de educación básica como la que posee el profesorado en activo participante del sistema escolar acerca de los procesos de transnumeración. Procesos relacionados con el recuento de frecuencias, la representación de datos cualitativos y cuantitativos discretos en tablas de frecuencias y gráficos estadísticos como así también de los argumentos entregados por estos estamentos para justificar la elección del gráfico producido.

En estas justificaciones, no se evidencia una adquisición de conceptos teóricos estadísticos relacionados con la relación biunívoca que existe entre la naturaleza de los datos y el tipo de gráfico, situación preocupante atendiendo que la argumentación es una de las habilidades transversales en el currículo escolar chileno ([MINEDUC, 2012](#)); habilidades relacionadas con



el pensamiento estadístico. Estos resultados podrían favorecer la reflexión y orientación de los programas de estadística a nivel de formación inicial y continua, lo cual eventualmente podría permitir que estos estamentos mejoren sus conocimientos y habilidades relacionadas con contenidos estadísticos presentes en el currículo escolar chileno.

No obstante, el número de participantes en el estudio y la selección son una de las limitaciones para extrapolar los resultados presentados, escenario que invita a las personas investigadores a considerar muestras probabilísticas en futuros estudios.

## Agradecimiento

Este trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto FONDECYT de INICIA- CIÓN 11220295, financiado por la Agencia de Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (**ANID**). Asimismo, este artículo ha sido parcialmente financiado por el Grupo de Investigación GIU21/031 de la UPV/EHU.

## Consentimiento informado

Las personas participantes del estudio firmaron un consentimiento ético, el cual se ajusta a los requerimientos de la institución a la cual pertenece el primer autor.

## Conflictivo de intereses

Los autores declaran no tener algún conflicto de interés.

## Declaración de la contribución de los autores

Los autores afirmamos que se leyó y aprobó la versión final de este artículo.

Los roles según CRediT fueron: F. R. A.: conceptualización, metodología, análisis y redacción. A. I. K.: conceptualización, redacción, supervisión, revisión y edición. El porcentaje total de contribución para la conceptualización, preparación y corrección de este artículo fue el siguiente: F. R. A. 60 %, A. I. K. 40 %.

## Declaración de disponibilidad de los datos

Los datos que respaldan los resultados de este estudio serán puestos a disposición por el autor principal y correspondiente [F. R. A], previa solicitud razonable.

## Preprint

Una versión Preprint de este artículo fue depositada en: <https://doi.org/10.5281/zendodo.13650078>

## Referencias

- Anasagasti, J. (2019). *Desarrollo de la competencia estadística del futuro docente de primaria a través del aprendizaje basado en proyectos* [Tesis Doctoral sin publicar]. Universidad del País Vasco/Euskal Herriko Unibertsitatea. <https://addi.ehu.eus/handle/10810/42760>
- Arteaga, P., Batanero, C., Contreras, J. M. y Cañadas, G. (2016). Evaluación de errores en la construcción de gráficos estadísticos elementales por futuros profesores. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 19(1), 15-40. <https://doi.org/10.12802/relime.13.1911>
- Azcárate, P. (2006). ¿Por qué no nos gusta enseñar estadística y probabilidad? Conferencia realizada en *XII Jornadas de Investigación en el Aula de Matemáticas: Estadística y azar*, Granada, España.
- Batanero, C., Arteaga, P. y Ruiz, B. (2010). Análisis de la complejidad semiótica de los gráficos producidos por futuros profesores de educación primaria en una tarea de comparación



- de dos variables estadísticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 141-154. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3627>
- Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (2004). Statistical literacy, reasoning, and thinking: Goals, definitions, and challenges. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 3-15). <https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6>
- Berciano, A., Anasagasti, J. y Zamalloa, T. (2021). Sentido estadístico en la formación de las y los estudiantes del Grado de Educación Infantil. Una aproximación desde un contexto de aprendizaje STEAM. *PNA*, 15(4), 289-309. <https://doi.org/10.30827/pna.v15i4.22510>
- Bruno, A. y Espinel, M. C. (2005). Recta numérica, escalas y gráficas estadísticas: un estudio con estudiantes para profesores. *Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemáticas*, 7, 757-85.
- Cervantes-Barraza, J. A., Cabañas-Sánchez, G. y Reid, D. (2019). Complex argumentation in elementary school. *PNA*, 13(4), 221-246. <https://doi.org/10.30827/pna.v13i4.8279>
- Chick, H. L. (2003). Transnumeration and the art of data representation. En L. Bragg, C. Campbell, G. Herbert y J. Mousley (Eds.), *Mathematics Education Research: Innovation, Networking, Opportunity. (Proceedings of the 26th annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia*, Geelong, pp. 207-214). Sydney: MERGA.
- Cobb, G. y Moore, D. (1997). Mathematics, Statistics, and Teaching. *American Mathematical Monthly*, 104(9), 801-823. <https://doi.org/10.2307/2975286>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. (2.<sup>a</sup> ed.). Erlbaum, Hillsdale.
- Curcio, F. R. (1989). *Developing graph comprehension*. Reston: N. C. T. M.
- Estrella, S. (2014). El formato tabular: una revisión de literatura. *Actualidades Investigativas en Educación*, 14(2), 1-23. <https://doi.org/10.15517/iae.v14i2.14817>
- Estrella, S., Olfos, R. y Mena-Lorca, A. (2015). El conocimiento pedagógico del contenido de estadística en profesores de primaria. *Educação E Pesquisa*, 41(2), 477-493. <https://doi.org/10.1590/S1517-97022015041858>
- Fernandes, J., Gonçalves, G. y Barros, P. (2021). Use of frequency tables by prospective teachers to conduct project work. (2021). *Uniciencia*, 35(1), 139-151. <https://doi.org/10.15359/ru.35-1.9>
- Garfield, J. y Ben-Zvi, D. (2008). *Developing students' statistical reasoning: Connecting research and teaching practice*. Springer.
- Goizueta, M., Ledermann, C. y Montenegro, H. (2023). El desarrollo y la evaluación de la habilidad de argumentar en el sistema educativo chileno: tensiones y consecuencias percibidas por el profesorado. *Pensamiento Educativo*, 60(1), 1-16. <https://doi.org/10.7764/PEL.60.1.2023.3>
- Izagirre, A., Anasagasti, J. y Berciano, A. (2023). Conocimiento estadístico del futuro profesorado de educación primaria en la representación de datos. *AIEM -Avances de investigación en educación matemática*, 24, 111-130. <https://doi.org/10.35763/aiem24.4646>
- Mayring, P. (2000). Qualitative Content Analysis. *Forum Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research*, 1(2). <https://doi.org/10.17169/fqs-1.2.1089>
- McMillan, J. y Schumacher, S. (2011). *Investigación educativa*. Pearson Adisson Wesley.
- MINEDUC. (2012). *Matemática educación básica: Bases curriculares*. Ministerio de Educación. Gobierno de Chile.
- MINEDUC. (2015). *Bases curriculares 7º básico a 2º medio*. Ministerio de Educación. Gobierno de Chile.
- MINEDUC. (2016). *Desarrollo de Habilidades: Aprender a pensar matemáticamente 7º y 8º año de Educación Básica*. Ministerio de Educación. Gobierno de Chile.
- Rodríguez-Alveal, F. y Sandoval Rubilar, P. R. (2012). Habilidades de codificación y descodificación de tablas y gráficos estadísticos: un estudio comparativo en profesores y alumnos de pedagogía en enseñanza básica. *Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior*, 17(1), 207-235. <https://doi.org/10.1590/S1414-40772012000100011>
- Sanoja de Ramírez, J. y Ortiz-Buitrago, J. (2013). Conocimiento de contenido estadístico de los maestros. En J. M. Contreras, G. R. Cañadas, M. M. Gea y P. Arteaga (Eds.), *Actas de las Jornadas Virtuales en Didáctica de la Estadística, Probabilidad y Combinatoria* (pp. 157-164). Universidad de Granada. <https://www.ugr.es/~jmcontreras/pages/Investigacion/Actas%20jornadas.pdf>



- Shaughnessy, J. M. y Pfannkuch, M. (2002). How faithful is old faithful? Statistical thinking: A story of variation and prediction. *Mathematics Teacher*, 95(4), 252-259. <https://doi.org/10.5951/MT.95.4.0252>
- Sproesser, U., Kuntze, S. y Engel, J. (2018). Using models and representations in statistical contexts. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 39(2), 343-367. <https://doi.org/10.1007/s13138-018-0133-4>
- Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry (with discussion). *International Statistical Review*, 67(3), 223-265. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>
- Wu, Y. (2004). *Singapore secondary school students' understanding of statistical graphs*. Trabajo presentado en el 10th International Congress on Mathematics Education. Copenhagen, Dinamarca. <http://iase-web.org/documents/papers/icme10/Yingkang.pdf>



Transnumeración y argumentación estadística en el profesorado en formación y en activo de educación básica (Francisco Rodríguez-Alveal • Ane Izagirre) **Uniciencia** is protected by

[Attribution-NonCommercial-NoDerivs 3.0 Unported \(CC BY-NC-ND 3.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/)