

# Procesos transnumerativos y análisis de datos. Un estudio de caso

## Transnumerative processes and data analysis. A case study

DANIEL EUDAVE MUÑOZ • DAVID ALFONZO PÁEZ • MARGARITA CARVAJAL CIPRÉS

**Daniel Eudave Muñoz.** Universidad Autónoma de Aguascalientes, México. Profesor-investigador del Departamento de Educación. Es Doctor en Educación, miembro del SNI, Nivel I, y perfil PRODEP. Miembro del COMIE y de la SOMIDEM. Secretario Técnico de la Maestría en Investigación Educativa de la UAA. Líder del Cuerpo Académico Competencias Intelectuales y Académicas Básicas. Ha publicado un libro, dos libros colectivos y varios capítulos de libros. Cuenta con publicaciones en revistas especializadas de México y otros países. Su actividad docente se ha realizado en pregrado y posgrado. Ha asesorado tesis de doctorado y maestría. Correo electrónico: daniel.eudave@edu.uaa.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4070-3109>.

**David Alfonso Páez.** Universidad Autónoma de Aguascalientes, México. Es catedrático CONACYT adscrito al Departamento de Educación de la UAA. Doctor en Ciencias, especialidad en Educación Matemática. Miembro del SNI, Nivel I. Ha publicado varios capítulos de libros y artículos científicos en revistas de México y otros países. Ha realizado investigaciones sobre el aprendizaje del álgebra en estudiantes y profesores de secundaria y bachillerato. Su actividad docente se ha realizado en pregrado y posgrado. Ha asesorado tesis de doctorado y maestría. Correo electróni-

### Resumen

La transnumeración, como un tipo de razonamiento estadístico, permite valorar desde diferentes perspectivas la naturaleza de los datos estadísticos, los tipos de análisis más idóneos a realizar según los propósitos de un estudio, así como las representaciones que comuniquen a diferentes usuarios los resultados de una investigación y sus múltiples implicaciones. En este artículo se presentan los resultados de una entrevista realizada a una estudiante de posgrado del área de Educación, para identificar las diferentes estrategias de transnumeración utilizadas y su sentido, en la realización de diferentes análisis estadísticos. Se hizo una adaptación de la técnica de entrevista centrada en tareas, que tuvo como eje el plan de análisis que definió la estudiante para su trabajo de tesis, y a partir de dicho plan, con ayuda del entrevistador, se exploraron diferentes alternativas transnumerativas. Entre los resultados más relevantes tenemos que las diferentes técnicas transnumerativas realizadas por la estudiante entrevistada le permitieron revalorar la naturaleza de las variables consideradas en su análisis y las posibilidades de transformación de las mismas. La entrevistada también tuvo oportunidad de revisar y reforzar los criterios originales de su plan de análisis y los principios estadísticos subyacentes. Se concluye que el razonamiento estadístico implementado a través de la transnumeración debe ser flexible y permitir la exploración de diferentes posibilidades de análisis y representación, que coadyuven a potencializar los resultados de una investigación. Se resalta la importancia del pensamiento transnumerativo como factor que permite vincular conceptual y operativamente las diferentes etapas del ciclo investigativo.

*Palabras clave:* Análisis de datos, educación superior, razonamiento estadístico, transnumeración.

### Abstract

Transnumeration, as a type of statistical reasoning, allows the nature of statistical data to be assessed from different perspectives, the most suitable types of analysis according to the purposes of a study, as well as the representations that

co: david.paez@edu.uaa.mx. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4499-4452>.

**Margarita Carvajal Ciprés.** Universidad Autónoma de Aguascalientes, México. Es Profesora-Investigadora del Departamento de Educación. Licenciada en Pedagogía por la UNAM y Maestra en Educación por la UAA. Miembro de Cuerpo Académico Competencias Intelectuales y Académicas Básicas. Ha participado en dos libros colectivos y varios artículos en revistas especializadas de México y otros países. Ha participado en proyectos de investigación relacionados con los procesos de lectura y escritura y sobre alfabetización estadística. Su actividad docente se ha realizado en el pregrado. Ha asesorado tesis de maestría. Cuenta con Perfil PRODEP. Correo electrónico: mcarvaja@correo.uaa.mx. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3690-7419>.

communicate the results of an investigation to different users and its many implications. This paper presents the results of an interview conducted with a postgraduate student in the area of Education, to identify the different transnumeration strategies used and their meaning, in the performance of different statistical analyses. An adaptation of the task-centered interview technique was made, which was based on the analysis plan defined by the student for her thesis work, and from this plan, with the help of the interviewer, different transnumerative alternatives were explored. Among the most relevant results, we have that the different transnumerative techniques used by the student interviewed allowed her to reevaluate the nature of the variables considered in her analysis and the possibilities of transforming them. The interviewee also had the opportunity to review and reinforce the original criteria of her analysis plan and the underlying statistical principles. It is concluded that the statistical reasoning implemented through transnumeration must be flexible and allow the exploration of different possibilities of analysis and representation, which assist the potentialization of the results of an investigation. The importance of transnumerative thinking is highlighted as a factor that allows to link the different stages of the research cycle conceptually and operationally.

*Keywords:* Data analysis, higher education, statistical reasoning, transnumeration.

---

## INTRODUCCIÓN

La estadística es una disciplina que en la actualidad permea prácticamente todos los campos, ofreciendo un conjunto de conceptos, modelos y herramientas para ordenar, clasificar, analizar y dar sentido a datos numéricos de diferente naturaleza, facilitando con ello la comprensión de la realidad y la toma de decisiones (Salcedo et al., 2021). Un problema de la formación estadística, en especial en el nivel superior, es que con frecuencia en los cursos de estadística se ofrece a los estudiantes un conjunto de definiciones, fórmulas y procedimientos aislados de todo contexto y utilidad, lo que resulta ser un contenido poco relevante para los futuros profesionales (Ramos, 2019). Es más conveniente y necesario orientar la enseñanza de la estadística hacia la formación del razonamiento estadístico, que dote a los estudiantes de los conocimientos y habilidades que les permitan comprender y dar sentido a conjuntos de datos procedentes de diferentes fuentes (BA, 2015).

El desarrollo del razonamiento estadístico no se da de manera mecánica, exige la integración de diferentes conceptos y procesos, así como de diferentes estrategias y recursos didácticos, que permitan trabajar con datos en contexto y en situaciones que sean significativas para los estudiantes (Garfield y Ben-Zvi, 2007). Es necesario que los estudiantes comprendan las ideas estadísticas fundamentales, tales como la naturaleza y relevancia de los datos, la variación, la distribución, la representación de los datos, la asociación entre variables, los modelos probabilísticos, el muestreo e inferencia (Burrill y Biehler, 2011), para lo cual es necesario visualizar de manera global e integral el conjunto de conceptos y procedimientos que tradicionalmente

---

conforman los cursos de estadística. También es recomendable tomar en cuenta, en particular en programas educativos orientados a la investigación, el contexto de la investigación empírica y considerar como guía formativa el ciclo de la investigación que contempla las siguientes fases: planteamiento del problema, definición de un plan de investigación, obtención y procesamiento de datos, análisis de datos, sacar conclusiones de la información y comunicación de resultados a diferentes usuarios (Wild y Pfannkuch, 1999).

De las ideas estadísticas fundamentales mencionadas por Burrill y Biehler (2011), partimos de la más elemental: el dato. Consideramos al dato como el más elemental, no por ser el concepto más sencillo, sino por ser el punto de inicio. La noción de dato implica a su vez otras más: medición, procesamiento, reagrupación, transformación, etc., en suma, lo que Wild y Pfannkuch (1999) denominan *transnumeración*. Este concepto implica en principio la formación y transformación de las representaciones de los datos, pero tiene varias implicaciones estadísticas y metodológicas, pues es importante que los estudiantes tengan la experiencia de la obtención o creación de datos, y que no se considere únicamente información ya disponible y que pudiera parecer inamovible. El papel que tiene la transnumeración es buscar la mejor manera de representar los datos, pero no como un simple proceso de cambio de imagen de los datos. Va más allá, pues es en esencia un proceso de reflexión y análisis sobre la naturaleza y alcance de los datos estadísticos disponibles, siendo un proceso clave que integra todos los demás del análisis estadístico, desde la definición de un plan de obtención de datos, el proceso de medición, la creación de bases de datos, la clasificación y agrupación de valores para crear diferentes variables, hacer cálculos estadísticos para obtener medidas de resumen (frecuencias, frecuencias relativas, tendencia central, dispersión, etc.). Vista de manera amplia, la transnumeración es la piedra de toque del análisis estadístico, pues permite la *transformación de datos brutos en estadísticas y de estas en información* (Cazorla et al., 2021).

Hay una interacción entre los tres momentos en la transnumeración señalados por Chick, Pfannkuch y Watson (2005): la obtención de datos (medición y elaboración de una base de datos), la agrupación y reagrupación de datos y el uso de múltiples representaciones para lograr un mayor significado, y la comunicación de los resultados (para expresar a una audiencia lo más significativo de los datos, para explicar “lo que dicen o cuentan”). La transnumeración, por tanto, es el proceso que permite una vinculación entre las diferentes etapas del proceso de investigación. La transnumeración puede ir más allá de los límites del análisis estadístico, ya que también es necesario identificar el contexto que da sentido a los datos que se analizan (Wild y Pfannkuch, 1999). Este contexto comprende las situaciones particulares que pretende representar o modelar el conjunto de datos a analizar (el objeto de estudio que ha sido medido), pero en una investigación también puede involucrar las diferentes teorías que explican dichos fenómenos, lo mismo que la metodología que da cuerpo y fundamento al estudio en cuestión (Eudave, 2007).

En esta investigación nos centramos en los estudiantes de posgrado y la manera como abordan el análisis estadístico correspondiente a su trabajo recepcional o tesis. De manera especial nos interesa identificar el sentido que dan al proceso de análisis y los procesos de transnumeración utilizados, en el cual la construcción y reconstrucción de los datos es un proceso permanente que lleva a su vez a diferentes cambios o matices en sus significados. Las preguntas de investigación son: ¿Cuáles son los procedimientos de análisis de datos estadísticos seguidos por los estudiantes de posgrado en la realización de sus investigaciones-tesis?, ¿qué sentido dan a dicho proceso?, ¿cuáles son los procedimientos de transnumeración que utilizan los estudiantes de posgrado para dar sentido a sus datos y para lograr una mejor comunicación de sus resultados?

Los objetivos de estudio, en correspondencia con las preguntas anteriores, son: a) describir los procedimientos de análisis de datos estadísticos de los estudiantes de posgrado en la realización de sus investigaciones-tesis, así como el sentido que dan a dicho proceso; b) describir los procedimientos de transnumeración que utilizan los estudiantes de posgrado para dar sentido a sus datos y para lograr una mejor comunicación de sus resultados, así como sus eventuales limitaciones y dificultades.

## METODOLOGÍA

El estudio es de tipo cualitativo y naturaleza descriptiva y se centra en las conceptualizaciones, procedimientos y posibles dificultades, de una muestra de estudiantes de posgrado, al momento de enfrentar tareas de procesamiento y análisis de datos estadísticos y de dar sentido y coherencia a los mismos, tanto desde un punto de vista estadístico como metodológico y teórico. El estudio se realizó a partir de entrevistas centradas en tareas (Goldin, 2000; Maher y Sigley, 2014), que es un tipo de entrevista en la que los entrevistados interactúan no solo con el entrevistador, sino también con un entorno de tareas específico, en este caso, los avances de tesis y su análisis. Las entrevistas permitieron identificar las comprensiones de los estudiantes y los procesos que siguen al enfrentar una tarea determinada. Este tipo de entrevistas, por su naturaleza, son semiestructuradas, pues tienen que dejar un margen de acción a los sujetos, para que se puedan expresar las diferentes concepciones puestas en práctica y los diferentes procesos asociados a las mismas. En estas entrevistas también es importante recuperar, como material que complementa el análisis, los diferentes productos generados por los estudiantes, como pueden ser las evidencias de los procedimientos llevados a cabo, los resultados de sus análisis (mediciones, gráficas, tablas, etc.), reportes parciales (los avances de sus tesis), entre otros.

Para la selección de los participantes se consideró a estudiantes de posgrado que se encontraban en la fase de procesamiento y análisis de datos en sus proyectos de investigación-tesis. Se consideró a estudiantes de posgrados del área de las Ciencias Sociales, Humanidades y Administrativas de una universidad pública mexicana. En este artículo se muestran los avances del proyecto y se analiza el caso de *Susana* (nom-

bre ficticio), una joven que estudiaba una maestría en educación. La entrevista se realizó de manera virtual, mediante Microsoft Teams, considerando las restricciones impuestas por la pandemia de COVID-19. La entrevista fue videograbada, para su posterior análisis.

Para conducir la entrevista se diseñó una guía conformada por dos apartados, correspondiendo cada uno a los objetivos de la investigación: a) el primer apartado tiene un carácter diagnóstico y tiene por objetivo identificar el plan de análisis establecido para el desarrollo de la investigación-tesis, las concepciones sobre el análisis de datos y los principales argumentos ofrecidos para justificar el tipo de análisis y los resultados esperados; b) en el segundo apartado se exploraron las posibilidades de transnumeración reconocidas por la estudiante con respecto al corpus de datos disponible, así como algunas posibles formas de transnumeración sugeridas por el entrevistador. A la guía de entrevista se le realizó un análisis de validez de contenido (Kerlinger y Lee, 2022), confrontando las diferentes preguntas y su secuencia con los elementos del plan de estudio de los posgrados involucrados, en particular con las secuencias formativas esperadas para el desarrollo de los métodos cuantitativos y para la obtención, procesamiento y análisis de datos estadísticos. También la guía de entrevista se alineó al ciclo investigativo descrito por Wild y Pfannkuch (1999), por ser el contexto más inmediato para dar sentido al conjunto de datos obtenido por los estudiantes, y además coincidir en lo general con las rutas formativas establecidas en los planes de estudio.

Se realizaron dos entrevistas, de hora y media aproximadamente, para cada una de las secciones de la entrevista. Las entrevistas se transcribieron para su análisis, el cual se realizó mediante un análisis de protocolos verbales (Alonso-Arroyo et al., 2016), consistentes en identificar los patrones de respuesta dados a lo largo de las entrevistas, así como lo reflejado en las evidencias obtenidas durante las entrevistas. La transcripción se revisó por dos de los investigadores participantes, lo mismo que las categorías de análisis definidas y el proceso de clasificación.

## RESULTADOS

### El caso de Susana

Susana era estudiante de un posgrado en Educación y estaba cursando el cuarto y último semestre, por lo que ya tenía todos los datos de su investigación y prácticamente había concluido los análisis. La investigación realizada por Susana consistió en un estudio de las actitudes de los profesores universitarios y funcionarios de primer nivel hacia la inclusión de estudiantes con algún tipo de discapacidad. En el momento de la entrevista estaba trabajando en la redacción final de su tesis. Previo a la entrevista, el investigador encargado de hacer la entrevista revisó los avances de la tesis, en particular los análisis estadísticos, sus propósitos y los tipos de representación utilizados. La guía de entrevista se adecuó a los resultados mostrados en los avances de su tesis,

enfocándose a aquellos aspectos que potencialmente pudieran ser objeto de algún proceso de transnumeración. Los resultados de este caso se analizan con base en los siguientes aspectos: plan de análisis de la investigación de Susana y su sentido, procesos de transnumeración utilizados, y alternativas propuestas por el entrevistador.

### Plan de análisis

Susana consideró en su plan de análisis dos aspectos básicos: a) una descripción detallada de cada una de sus variables, con base en las frecuencias absolutas y relativas y medidas de tendencia central, en el caso de variables cuantitativas; b) un análisis de correlación entre las dimensiones de la escala de actitudes diseñada y entre las actitudes y algunos datos sociodemográficos. El sentido que tenía este plan de análisis era, por un lado, hacer un listado de los rasgos de la muestra de su estudio (variables sociodemográficas y laborales), así como una descripción de las actitudes de los docentes y autoridades universitarias hacia la inclusión, con base en las respuestas a la escala de actitudes.

En su plan de análisis, Susana puso un énfasis especial en identificar la asociación entre las dimensiones de las actitudes (dimensión cognitiva, afectiva y de tendencia a la acción), en parte por un interés en corroborar la confiabilidad y validez del instrumento y en parte para identificar las coincidencias o disonancias en las actitudes. Su preocupación por la confiabilidad en la escala la llevó a hacer un ajuste en su plan de análisis original, agregando como estrategia previa al análisis de sus resultados el cálculo del alfa de Cronbach y un análisis factorial para la validación de la escala que diseñó. En estos análisis, Susana básicamente se centró en comprobar un nivel alto de confiabilidad y redefinir los diferentes grupos de ítems según su afinidad, conforme al análisis factorial. Hay que señalar que durante todo este proceso Susana utilizó el software SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), por lo que la definición y redefinición de variables, lo mismo que todos los análisis, estuvieron mediados por este recurso. La versatilidad de este *software* y el nivel de dominio de parte de Susana condicionan en parte los procedimientos y análisis realizados.

### Procesos de transnumeración

En la Tabla 1 se hace un resumen de los procesos transnumerativos implementados por Susana en su proyecto de tesis, considerando las diferentes etapas del ciclo investigativo propuestas por Wild y Pfannkuch (1999). Para esta clasificación se consideran las tipologías de Chick (2004) y Cazorla et al. (2021). Tres aspectos son de resaltar en cuanto a los procesos de transnumeración utilizados por Susana: el primero tiene que ver con la creación y transformación de las variables, en especial la variable “actitudes hacia la inclusión”; en segundo lugar, los tipos de análisis realizados para dar respuesta a los propósitos de su investigación, y finalmente, los criterios tomados para la realización de tablas, con miras a lograr una comunicación más efectiva de sus resultados.

**Tabla 1**

*Pasos del ciclo investigativo y técnicas transnumerativas utilizadas*

Ciclo investigativo	Técnicas de transnumeración
<b>Plan inicial:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Selección y definición de variables</li> <li>Análisis de asociación entre variables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Definición y operacionalización de variables</li> </ul>
<b>Plan ajustado:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Técnicas de validez y confiabilidad para las escalas de actitudes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Agrupación y reagrupación de variables</li> <li>Medidas de resumen</li> <li>Uso de modelo factorial</li> </ul>
<b>Datos:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Medición de variables mediante cuestionario y escala de actitudes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Clasificación y organización de datos</li> <li>Creación de nuevas variables, por reagrupación y sumatorias</li> </ul>
<b>Análisis 1:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de validez y confiabilidad de la escala de actitudes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Descripción de cada ítem (frecuencias, tendencia central y dispersión)</li> <li>Análisis de normalidad</li> <li>Análisis de confiabilidad (Alfa de Cronbach)</li> <li>Análisis factorial</li> </ul>
<b>Análisis 2:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Descripción de todas las variables</li> <li>Medidas de correlación entre la variable actitudes y otras variables demográficas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Elaboración de tablas de frecuencias absolutas y relativas</li> <li>Medidas de resumen (tendencia central y dispersión)</li> <li>Elaboración de tablas bivariadas</li> <li>Cálculo de coeficientes de correlación</li> </ul>
<b>Conclusiones:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Demostrar cumplimiento de objetivos</li> <li>Complementar análisis con elementos teóricos, legales y contextuales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Recuperar de información mediante medidas de resumen, de las variables más relevantes y de las correlaciones más significativas</li> </ul>
<b>Comunicación:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Depuración de resultados, dejando los más relevantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconstrucción de tablas, integrando información de diferentes tablas, en tablas más sintéticas</li> <li>Eliminación de tablas con información redundante</li> </ul>

Fuente: Construcción personal.

Con respecto al primer aspecto, la creación y transformación de variables, la mayoría de las variables demográficas y laborales tenían predefinidas sus categorías de respuesta desde el diseño del cuestionario, por lo que no fue necesario hacer algún procedimiento adicional. En el caso de la variable “actitudes hacia la inclusión”, la escala final se componía de 30 ítems, con cinco valores cada uno, a los que se les asignaron los valores -2, -1, 0, 1, 2, correspondientes a las valoraciones “totalmente en desacuerdo”, “en desacuerdo”, “neutro”, “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo”. En su mayoría, los resultados de los profesores que respondieron el instrumento mostraron actitudes favorables, con pocos casos de actitudes neutras y bajas. Con estos resultados Susana hizo unos análisis descriptivos de cada uno de los ítems que componían la escala. Previo a los análisis de correlación, Susana hizo una sumatoria de los valores correspondiente a cada dimensión (cognitiva, afectiva y de tendencia a la acción) y reagrupó los valores de cada dimensión en tres categorías, considerando tres niveles de aceptación: una categoría baja, otra media y otra alta. Si bien esta decisión permitió agrupar los valores en tres grupos proporcionales de informantes, tenía el inconveniente de ocultar los valores neutros y negativos, dejándolo simplemente como una actitud menos positiva. Esta clasificación también tenía el propósito de hacer análisis de correlación entre las dos categorías extremas.

En cuanto a los análisis realizados y su representación, para las variables demográficas y laborales Susana privilegió el uso de gráficas de sectores (o de pastel) y de barras, lo cual no presentó mayor problema, considerando que en su mayoría se trataba de variables categóricas. En cuanto a la variable “actitudes hacia la inclusión”, elaboró tablas para mostrar los porcentajes de respuesta de cada uno de los reactivos, pero solo de los valores positivos (1 y 2, correspondientes a “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo”). Esta información también la presentó a partir del cálculo de medias aritméticas, para los valores de cada reactivo, generando valores entre 0 y 2. Al cuestionarle el entrevistador la ausencia de los valores negativos (-2, -1), Susana argumentó su interés por comunicar los valores positivos, en un afán simplificador que intentaba aligerar las tablas de tantos datos. Si bien esta preocupación por facilitar la comunicación pudiera justificarse, y aun considerando que existía una tendencia favorable en la mayoría de los participantes en la encuesta, el hecho de recortar algunos valores pudo tener un efecto desfavorable en el análisis de la variación del conjunto de los datos. De hecho, esta decisión refleja en parte una limitada comprensión de la noción de distribución y su importancia para el análisis de las diferencias entre las actitudes de distintos grupos, que potencialmente pudieran definirse a partir de las variables sociodemográficas, como sexo, edad, área académica de pertenencia, etc.

Para el análisis de correlación entre las dimensiones de las actitudes hacia la inclusión, Susana hizo el cálculo de un coeficiente de correlación (coeficiente de rho de Spearman). También utilizó este coeficiente para medir la correlación entre las actitudes y algunas variables demográficas y laborales. Los primeros análisis de correlación señalados tenían principalmente la intención de validar la escala de medición de actitudes, mientras que los segundos respondían a los propósitos descriptivos de la tesis de la estudiante.

La preocupación por simplificar la presentación de los resultados a los lectores potenciales de la investigación llevó a Susana a reducir algunas tablas e incluso a considerar la posibilidad de eliminar algunas de las ya elaboradas. Sin embargo, aunque la decisión de simplificar la información tiene algunas ventajas, también presenta el inconveniente de omitir algunos datos relevantes, como por ejemplo ocultar la variación real de los valores de las actitudes, con el potencial riesgo de afectar el resultado de los coeficientes de correlación.

Otro factor a considerar en los procesos de transnumeración identificados es el interés de Susana por ofrecer resultados que pudieran servir para la toma de decisiones y establecimiento de políticas de inclusión en la institución a la que pertenecían los informantes. Este interés utilitario por la información derivada del estudio está presente en Susana desde el inicio de su investigación, lo que nos muestra que la fase de comunicación del ciclo investigativo, aunque se le considere la fase final, puede estar presente en un proyecto de investigación, de manera explícita o implícita, desde el planteamiento del problema. Esto también nos muestra que el ciclo investigativo no es necesariamente un proceso lineal.



## DISCUSIÓN

Una manera simplista de comprender la transnumeración es considerarla solamente como cambios en la forma de representar los resultados de una investigación, lo que pudiera parecer un aspecto más bien estético. Sin embargo, el pensamiento transnumeroso permea todo el ciclo investigativo, ya que considera, siguiendo la tipología de Chick (2004), procesos tales como: clasificación y reclasificación de variables; agrupamiento de datos; selección de un subconjunto de los datos para generar nuevas variables; cambiar el tipo de variables (como transformar una variable cuantitativa a una cualitativa); realizar diferentes cálculos con las variables (frecuencias absolutas y relativas, tendencia central, dispersión, etc.); representaciones tabulares y gráficas, y otras transformaciones más que sean estadísticamente válidas. Incluso, considerando los criterios para definir la transnumeración ofrecidos por Cazorla et al. (2021), podemos incluir además los procesos de definición de variables (constitutiva y operativa) y de transformación de variables.

En el caso de Susana, como se aprecia en la Tabla 1, hay decisiones importantes a lo largo de todo el ciclo investigativo. Así, por ejemplo, el planteamiento del problema queda delimitado por la selección y definición de variables que son el sustento de sus objetivos de investigación. La definición del plan de investigación gira en torno a la medición de las variables seleccionadas. Un aspecto relevante en la investigación de Susana es el replanteamiento en su plan de análisis para lograr la confiabilidad de su instrumento de medición (la escala de actitudes), para el cual se apoyó en un modelo estadístico de análisis factorial. El análisis de datos es un reflejo de todas las decisiones anteriores y de algunas posibilidades extras detectadas a partir de los resultados obtenidos (las tendencias de sus variables, las limitaciones de su muestra, etc.). Finalmente, las conclusiones que presenta y sus intereses con respecto a la comunicación de resultados a usuarios concretos (como las autoridades universitarias) le permiten valorar la pertinencia de sus datos y de todo el proceso llevado a cabo en la realización de su investigación.

Como señalan Burrill y Biehler (2011), para formar el razonamiento estadístico no es suficiente conocer las fórmulas y los algoritmos de los conceptos estadísticos, es necesario desarrollar lo que llaman las “ideas estadísticas fundamentales”, que permiten una comprensión más amplia e integrada. De las ideas centrales señaladas por estos autores (reconocer naturaleza y relevancia de los datos, la variación, la distribución, la representación de los datos, la asociación entre variables, los modelos probabilísticos, el muestreo e inferencia), en el caso de Susana hay un tratamiento más amplio a la noción de dato y sus múltiples procedimientos y análisis, y un interés por identificar y probar la asociación entre variables. Sin embargo, se aprecia un desarrollo limitado de nociones como la variación y distribución (que se manifestó con la decisión de eliminar los valores neutros y bajos en la presentación de sus resultados de la escala de actitudes). Una exploración más detallada de las distribuciones de

sus variables tal vez le hubiera permitido recuperar las posibles implicaciones de los valores intermedios y bajos en algunas de las dimensiones de su escala, y sus posibles implicaciones en la futura toma de decisiones. Sin duda, un análisis más detallado de la variación y distribución de sus datos también le hubiera permitido explorar otros modelos de análisis. Es justo señalar que una de las limitaciones que tenía Susana era cumplir con la entrega de un informe final de su tesis en un tiempo relativamente corto, para efectos de acreditación y titulación de su posgrado.

Con los elementos anteriores podemos confirmar, como lo establecen varios autores (Garfield y Ben-Zvi 2007; Burrill y Biehler, 2011; Cazorla et al., 2021), que el pensamiento transnumerativo y en general el razonamiento estadístico son complejos, que se alimentan de diferentes fuentes, tanto estadísticas como extra-estadísticas (como los criterios teóricos, metodológicos y los intereses prácticos, como el de servir de sustento al planteamiento de políticas educativas). En su definición de razonamiento estadístico, Wild y Pfannkuch (1999) también incluyen al contexto como un componente fundamental, que, en este caso, puede ser considerado de diferentes formas: el ciclo investigativo; el objeto de estudio (las actitudes hacia la inclusión de estudiantes con algún tipo de discapacidad); la situación de elaboración de una tesis que debe cubrir con ciertos criterios establecidos por un posgrado y una institución. Todos estos elementos permiten comprender las diferentes facetas del razonamiento estadístico, así como también las exigencias educativas que se desprenden del mismo.

## CONCLUSIONES

El análisis de datos debe partir de un plan de análisis, el cual debe estar al menos esbozado desde que se realiza el plan general de la investigación. Pero el plan de análisis debe ser flexible y adaptarse a múltiples circunstancias: cambios o ajustes en el proceso de obtención de datos, variaciones en la muestra, problemas en el proceso de obtención de información. Reconocer los procesos de transnumeración y su importancia puede ayudar a los estudiantes a transitar por el proceso de análisis de datos con más seguridad y obtener finalmente una visión más rica de sus datos.

Por su parte, los procesos transnumerativos permiten resignificar los datos y su interpretación, jugando un rol dinámico en la etapa de análisis de datos y de la construcción de evidencias. El análisis de datos requiere de varios ajustes y en ocasiones retrocesos, que implican técnicas de transnumeración como: la reconfiguración de variables o la elaboración de variables nuevas a partir de las ya medidas (en este caso, por un procedimiento de sumatoria); agrupar conjuntos de variables para diferentes pruebas; probar más de una medida de resumen, así como diferentes coeficientes de correlación; buscar diferentes formatos de representación tabular.

En los posgrados orientados a la investigación, el fomento del razonamiento estadístico se encuentra en un campo propicio, por ser el espacio natural para el despliegue de todos los procesos y componentes de la estadística como disciplina.

Pero los estudiantes requieren de una guía permanente en los procesos de transnumeración, por lo que esto rebasa lo que puede enseñarse y aprenderse en un curso de estadística o de metodología cuantitativa. Las implicaciones educativas son diversas, pues hay que considerar diferentes aspectos, desde el diseño del plan de estudios, la definición de asignaturas que presentarán los conceptos y procedimientos estadísticos básicos y el proceso de elaboración de la investigación-tesis en el que se tienen que recuperar e integrar saberes estadísticos, teóricos y metodológicos. Debe existir una coordinación entre los docentes de las diferentes asignaturas, pues lo ideal es que todos se enfoquen en una ruta formativa que tenga como eje el ciclo investigativo en el que cada quien aporta algo, apoyando a los estudiantes en el proceso del desarrollo de sus competencias investigativas y de su razonamiento estadístico. Sin duda esto es una tarea que puede ser difícil, si consideramos que en muchas instituciones aún prevalece en los cursos ofrecidos el enfoque centrado en las disciplinas, más que en procesos de largo plazo, como los requeridos para el fomento de un adecuado razonamiento estadístico.

## REFERENCIAS

- Alonso-Arroyo, A., Spotti Lopes Fujita, M., Gil-Leiva, I., y Pandiella, A. (2016). Protocolo verbal: análisis de la producción científica, 1941-2013. *Informação e Sociedade*, 26(2), 61-76.
- Burrill, G., y Biehler, R. (2011). Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers. En C. Batanero, G. Burril y C. Reading (eds.), *Teaching Statistics in school Mathematics-Challenges for teaching and teacher education: A joint ICMI/LASE study* (pp. 57-69). Springer.
- BA [British Academy for the Humanities and Social Sciences] (2015). *Count us in: Quantitative skills for a new generation*.
- Cazorla, I. M., Cardoso Utsumi, M., y Ferreira Monteiro, C. E. (2021). Dos dados brutos à informação: o papel das técnicas transnumerativas no ensino de Estatística. *Educação Matemática Pesquisa*, 23(4), 109-139.
- Chick, H. L. (2004). Tools for transnumeration: Early stages in the art of data representation. En I. Putt, R. Faragher y M. McLean (eds.), *Mathematics education for the third millennium: Towards 2010. Proceedings of the Twenty-seventh Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (pp. 167-174). MERGA.
- Chick, H. L., Pfannkuch, M., y Watson, J. M. (2005). Transnumerative thinking: Finding and telling stories within data. *Curriculum Matters*, (1), 86-108.
- Eudave Muñoz, D. (2007). El aprendizaje de la estadística en estudiantes universitarios de profesiones no matemáticas. *Educación Matemática*, 19(2), 41-66.
- Garfield, J., y Ben-Zvi, D. (2007). How students learn Statistics revisited: A current review of research on teaching and learning Statistics. *International Statistical Review*, 75(3), 372-396.
- Goldin, G. A. (2000). A scientific perspective on structured, task-based interviews in Mathematics educational research. En A. E. Kelly y R. A. Lesh, *Handbook of research design in Mathematics and Science education* (pp. 517-545). Lawrence Erlbaum Associates.
- Kerlinger, F. N., y Lee, H. B. (2002). *Investigación del comportamiento*. McGraw-Hill.
- Maher, C. A., y Sigley, R. (2014). Task-based interviews in Mathematics education. En S. Lerman (ed.), *Encyclopedia of Mathematics education*. Springer.

- Ramos, L. (2019). La educación estadística en el nivel universitario: retos y oportunidades. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 13(2), 67-82.
- Salcedo, A., González, J., y González, J. (2021). Lectura e interpretación de gráficos estadísticos, ¿cómo lo hace el ciudadano? *Revista Paradigma*, 42(ext.1), 61-88.
- Wild, C. J., y Pfannkuch, M. (1999). Statistics thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.

---

Cómo citar este artículo:

Eudave Muñoz, D., Alfonso Páez, D., y Carvajal Ciprés, M. (2022). Procesos transnumerativos y análisis de datos. Un estudio de caso. *RECIE. Revista Electrónica Científica de Investigación Educativa*, 6, e1737. <https://doi.org/10.33010/recie.v6i0.1737>



Todos los contenidos de RECIE. *Revista Electrónica Científica de Investigación Educativa* se publican bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional, y pueden ser usados gratuitamente para fines no comerciales, dando los créditos a los autores y a la revista, como lo establece la licencia.

---