



CONOCIMIENTO ESTADÍSTICO ESPECIALIZADO EN PROFESORES DE EDUCACIÓN BÁSICA, BASADO EN LA TAXONOMÍA SOLO

SPECIALIZED STATISTICAL KNOWLEDGE IN PRIMARY EDUCATION TEACHERS, BASED ON THE SOLO TAXONOMY

Pedro Vidal-Szabó
pedro.vidal@pucv.cl
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,
Valparaíso, Chile

Soledad Estrella
soledad.estrella@pucv.cl
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,
Valparaíso, Chile

RESUMEN

El conocimiento especializado de los profesores que enseñan estadística en educación básica requiere de un modelo específico en educación estadística. Esta investigación explora en los conocimientos y niveles de comprensión que manifiestan 192 docentes sobre los conceptos de variable estadística, dato, información estadística y contexto de los datos como temas del eje curricular *datos y probabilidades* de la asignatura Matemática, lo que permite precisar una propuesta de extensión del modelo de Conocimiento Especializado del Profesor de Matemática (MTSK) a la Estadística, rotulado como modelo STSK (*i. e., Statistics Teacher's Specialised Knowledge*). Por medio de la taxonomía SOLO se clasificaron 768 respuestas escritas dadas a cuatro ítems de un cuestionario en línea, instrumento que fue validado a través de juicio experto por 15 especialistas. Este estudio permite aportar teóricamente al conocimiento sobre la formación docente, pues se caracterizaron ciertos conocimientos estadísticos especializados del profesorado, a través de categorías y descripciones, siendo todavía un desafío la comprensión de variable estadística, dato, información estadística y contexto de los datos como conceptos estadísticos fundamentales para el desarrollo profesional docente.

PALABRAS CLAVE:

Estadística Temprana, Modelo STSK, Conocimiento Profesional Docente, Sentido del Dato.

ABSTRACT

The specialized knowledge of teachers who teach statistics in primary education requires a specific model in statistics education. This research explores the knowledge and levels of understanding declared by 192 teachers about the concepts of statistical variable, data, statistical information and context of data as topics of the curricular axis Data and Probabilities of the mathematics subject, which allows specifying an extension proposal of the Mathematics Teacher's Specialized Knowledge (MTSK) model to Statistics, labeled as STSK model (*i.e., Statistics Teacher's Specialized Knowledge*). The SOLO taxonomy was used to classify 768 written responses to four items of an online questionnaire, an instrument that was validated through expert judgment by 15 specialists. This study allows a theoretical contribution to the knowledge on teacher education, since certain specialized statistical knowledge of teachers was characterized through categories and descriptions, being still a challenge to understand the concepts of statistical variable, data, statistical information and context of data as fundamental statistical concepts for the professional development of teachers.

KEYWORDS:

Early Statistics, STSK Model, Professional Teaching Knowledge, Data Sense.

Recibido: 30 de Mayo de 2021, Aceptado: 6 de Agosto de 2021

1. Introducción

La estadística escolar necesita que los profesores comprendan que existe una manera diferente de razonar con datos reales, pues estos son números con un contexto que provee significado e integra la incertidumbre (Cobb y Moore, 1997; Estrella, 2018). La disciplina estadística es autónoma y no es una rama de la disciplina matemática (Wild et al., 2018), aunque los contenidos estadísticos a nivel curricular en Chile se ubiquen en un eje temático dentro de la asignatura matemática (Ministerio de Educación de Chile, 2012). Hace más de dos décadas, se conoce un marco para caracterizar el pensamiento estadístico que una persona activa durante una investigación empírica, cuya repercusión perdura en la comunidad de estadísticos educativos, pues distingue que el pensar estadístico tiene una naturaleza distinta al pensar matemático (Wild y Pfannkuch, 1999). Algunos estudios indican que el trabajo estadístico involucra a la matemática y la computación como herramientas auxiliares durante la modelación estadística (Pfannkuch, 2011; Wild et al., 2018).

Para promover el desarrollo del pensamiento estadístico en la etapa escolar, es preciso satisfacer algunos desafíos en la enseñanza. Por ejemplo, crear conciencia de las características del pensamiento estadístico activado en una variedad de contextos para, posteriormente, desarrollar estrategias de enseñanza que fomenten y promuevan este pensar en los estudiantes, dándoles acceso a convertir datos en visiones del mundo real (Wild et al., 2018). Para ello, la integración de la estadística con el contexto es fundamental porque ayuda a los estudiantes a comprender que la estadística no se desarrolla lejos de los problemas reales (Del Pino y Estrella, 2012). En consecuencia, el contexto en estadística implica al menos dos perspectivas: en lo epistemológico, el contexto remite a la situación del mundo real de la que emergen los datos; y en lo cognitivo, el contexto del aprendizaje y la experiencia dan cuenta de los conocimientos contextuales de la persona en un rol estadístico frente a hechos de interés (Vidal-Szabó et al., 2020).

En la sociedad de la información, es esperable que las personas lleguen a desarrollar cierto sentido del dato para el buen ejercicio de su ciudadanía. Estrella (2018) releva los datos y propone una caracterización sobre el sentido de los datos en relación con el desarrollo del aprendizaje de la estadística escolar, implicando dar solución a un problema estadístico con un cierto sentido numérico en contexto (Estrella et al., 2020). El sentido del dato involucra conocimientos, intuiciones y habilidades que una persona desarrolla acerca de los datos, especialmente en su escolaridad, permitiéndole flexibilidad y creatividad al resolver problemas estadísticos, utilizando argumentos y estrategias estadísticas propias (Estrella et al., en prensa). En particular, el sentido del dato involucra que un sujeto desarrolle un conjunto de conocimientos (e. g., representar datos de múltiples maneras según

el contexto), intuiciones (e. g., expresarse respecto a los datos sin realizar ningún cálculo) y habilidades (e. g., hacer comparaciones entre diferentes representaciones de datos).

Algunos estudios han precisado algunas ideas fundamentales como datos, distribución, variabilidad, representación, asociación y modelación de relaciones entre variables, modelos de probabilidad, muestreo e inferencia (Burrill y Biehler, 2011; Garfield y Ben-Zvi, 2008). Dichas ideas requieren ser comprendidas a un nivel conceptual profundo por el profesorado encargado de su enseñanza de modo que, al menos, permita alfabetizar estadísticamente a la ciudadanía (Estrella, 2017).

En la etapa escolar, los docentes pueden desarrollar un sentido del dato que integra de modo funcional tanto los conceptos como los procedimientos estadísticos, por ejemplo, instando a sus estudiantes a visualizar las representaciones de datos como un todo imbricado que permite tomar conciencia del comportamiento de los datos, transitando desde la observación individual de datos puntuales al conjunto de los datos como agregados (Estrella, 2018; Estrella et al., 2020; Konold et al., 2015). Dado que los profesores de educación básica inician la alfabetización estadística a través de actividades que permiten desarrollar el sentido del dato, es necesario que la formación docente promueva el trabajo estadístico con datos reales de variables cualitativas y cuantitativas en contextos motivadores y de interés que favorezcan el aprendizaje estadístico. La presente investigación busca responder: ¿qué conocimientos y niveles de comprensión expresan profesores chilenos que enseñan estadística en educación básica sobre los conceptos de variable estadística, dato, información estadística y contexto de los datos? Para ello, se analiza un subconjunto de respuestas que dieron 192 docentes a un cuestionario en línea, desde los niveles de comprensión conceptual, bajo taxonomía SOLO, para caracterizar y ejemplificar el conocimiento de los temas estadísticos en juego por parte del profesorado participante.

2. Marco conceptual

El modelo de Conocimiento Especializado del Profesor de Matemática –MTSK, *Mathematics Teacher's Specialized Knowledge*– surge en coherencia y consistencia tanto teórica como práctica para examinar analíticamente las especificidades del conocimiento que manifiesta el profesorado que enseña matemática (Carrillo et al., 2013; Carrillo et al., 2018; Flores et al., 2013). Este modelo distingue el dominio de conocimiento matemático (MK, *Mathematical Knowledge*) y el dominio de conocimiento didáctico del contenido (PCK, *Pedagogical Content Knowledge*), además de las creencias sobre dichos dominios en entornos educativos diversos.

El modelo MTSK se basó en Shulman (1986, 1987) al considerar dos dominios de conocimiento profesional docente –i. e., el PCK y el SMK, *Subject Matter Knowledge*

(Conocimiento de la Materia)–. A diferencia del modelo MKT (Ball et al., 2008) –*Mathematical Knowledge for Teaching*– el modelo MTSK conceptualiza la noción de especialización, reconfigurando el conocimiento matemático y reinterpretando el conocimiento didáctico del contenido. En ese sentido, Scheiner et al. (2019) precisan que la *especialización* no puede explicarse de manera exhaustiva abordando lo que sabe el profesorado, sino también el cómo se produce el conocimiento en dicho profesorado, lo cual requiere no solo un trabajo investigativo de campo, en donde el conocimiento se manifiesta, sino que también un trabajo que indague en la formación que supone una producción de conocimientos especializados de los docentes.

El dominio MK que manifiesta un profesor de Matemática es considerado por el modelo MTSK como uno disciplinar propio de la matemática científica enmarcada en un contexto educativo, extendiendo el SMK. Mientras que el PCK es el que contempla los contenidos matemáticos en función de los procesos de enseñanza, aprendizaje y evaluación que se interrelacionan y determinan durante el quehacer docente al momento de educar matemáticamente a sus estudiantes.

En lo concerniente al modelo MTSK, la estadística no podrá ser concebida como una rama de la matemática, ya que la estadística es una ciencia independiente. En palabras de Cobb y Moore (1997), “al igual que la economía y la física, la estadística hace un uso intensivo y esencial de las matemáticas, sin embargo, tiene un territorio propio que explorar y conceptos centrales propios para guiar la exploración” (p. 814). Asimismo, Zieffler et al. (2018) afirman que la educación estadística ha desarrollado autonomía e independencia respecto de la educación matemática. En consecuencia, es oportuno precisar un modelo que extienda el modelo MTSK a la estadística, surgiendo así el Modelo de Conocimiento Especializado del Profesor de Estadística –STSK, *Statistics Teacher’s Specialised Knowledge*– propuesto por Vidal-Szabó y Estrella (2020).

El modelo STSK en ciernes reconoce, como hipótesis de trabajo, la existencia de un doble rol del profesorado que enseña matemática, pues también enseña estadística; por ello, se entenderá por “profesor de Estadística” al profesor de Matemática que enseña estadística, siendo habitual en los sistemas escolares (e. g., Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority, 2013; Common Core State Standards Initiative, 2017; New Zealand Ministry of Education, 2007). Asimismo, el término *conocimiento especializado* en el propuesto modelo STSK aplica a todo conocimiento que el profesorado requiera en su labor educativa profesional de enseñar Estadística, quedando excluidos los conocimientos referidos a la pedagogía general o los conocimientos de otros profesionales que emplean la estadística en sus campos laborales (no educativos).

El KoT-estadístico (*Knowledge of Topics*) es un tipo de conocimiento que refiere al qué y de qué forma el profesor de Estadística comprende los temas que enseña, en particular, involucra un conocimiento profundo de los conceptos como contenido estadístico, incluyendo intraconexiones en el tema (Vidal-Szabó y Estrella, 2020). A continuación, la Tabla 1 presenta una propuesta de categorías y descripciones del KoT-estadístico, en base al modelo MTSK y la literatura disponible en educación estadística (e. g., Pfannkuch, 2011; Vidal-Szabó et al., 2020; Wild y Pfannkuch, 1999; Wild et al., 2018).

Tabla 1. Categorías y descripciones en relación al KoT-estadístico del profesorado. Nota. Elaboración propia.

Categoría	Descripción
A. Procedimientos: Características del resultado estadístico	Responde a cómo, cuándo y por qué hacer estadística. Por ejemplo, involucra saber procedimientos estadísticos convencionales y alternativos, también conocer características del resultado estadístico subyacente.
B. Definiciones, propiedades y fundamentos estadísticos	Para cualquier trabajo estadístico, el conocimiento de propiedades y principios estadísticos subyacentes es fundamental para entender el comportamiento de los datos.
C. Fenomenología y aplicaciones	Existe una gama de fenómenos o situaciones vinculada a ciertos temas estadísticos. Por ejemplo, el conocimiento del profesor de los diferentes contextos asociados con el concepto de moda y sus significados estadísticos. El conocimiento fenomenológico del profesor sobre el tema estadístico incluye los usos y aplicaciones de dicho tema.

2.1 Conceptos estadísticos elementales

En el KoT, la idea tras el término *Tema* es la especificidad del conocimiento que contempla la parte del currículo de Matemática que comprende contenidos estadísticos a tratar en la formación escolar. Específicamente, esta investigación aborda los conocimientos que expresan profesores en Chile que enseñan estadística en educación básica relacionados con los conceptos variable estadística, dato, información estadística y contexto de los datos; conceptos necesarios para el desarrollo de los modos de usar y pensar los datos con sentido. A continuación, se proponen descripciones para cada concepto.

Variable estadística. Es una característica medible (u observable) que adopta diferentes valores en un conjunto de individuos de una determinada población y que permite estudiar algún fenómeno de interés en un contexto específico. En un sentido amplio, se distinguen dos tipos de variables: cualitativas (nominal u ordinal) y cuantitativas (discreta o continua).

Dato. Es cualquier valor (numérico o categórico) que puede tomar una variable estadística al ser medida –por observación o mediante algún instrumento– en algún individuo de una determinada población. La palabra dato, del latín *datum*, significa algo dado, pues el dato corresponde a un individuo –unidad estadística relativo a una población–, el cual porta una información en un contexto determinado.

Información estadística. Es un conocimiento que se adquiere producto del análisis estadístico, extrayéndose durante y después de la recogida de datos. La información es producto de las interpretaciones plausibles sobre el comportamiento de los datos que provienen de una población o parte de ella.

Contexto de los datos. Tiene relación con la procedencia de los datos, la cual puede ser un entorno físico o una situación de tipo político, histórico, temporal, cultural o de otra índole. En estadística, los datos y su contexto están indisolublemente asociados al concebir los datos como números en un contexto específico.

Para efectos de este artículo, el foco está en el conocimiento estadístico y, en particular, en el subdominio del conocimiento de los temas (KoT-estadístico).

3. Metodología

3.1 Participantes y contexto

Esta investigación es de carácter cualitativo y pretende dar evidencias de la caracterización de un conocimiento especializado de temas estadísticos en profesores de Estadística en educación básica (tipificación otorgada al profesorado participante). La muestra no-probabilística por conveniencia y heterogénea abarcó 192 profesores que realizan clases en educación básica (1° a 6° año básico) en escuelas chilenas, contestando un cuestionario en línea el año 2020 y que, según orden cronológico, fueron rotulados desde P001 hasta P192. Estos docentes dieron su autorización sobre el uso de sus respuestas, cuidando una circulación reservada para fines de investigación y garantizando anonimato.

Respecto al perfil profesional, un 88% son profesores de educación básica y el resto de educación diferencial. La distribución de los docentes, según establecimiento educativo de tipo municipal, particular subvencionado y privado es de 133, 50 y 9 docentes, respectivamente. Asimismo, la zona de Chile donde más ha trabajado el

profesorado participante corresponde a 41 docentes en la zona norte (desde la región de Arica y Parinacota hasta la región de Coquimbo), 126 docentes en la zona centro (desde la región de Valparaíso hasta la región del Maule) y 25 docentes en la zona sur (desde la región de Ñuble hasta la región de Magallanes y de la Antártica chilena).

3.2 Proceso de validación del instrumento de recogida de datos

El instrumento inicial fue sometido a un proceso de validación que permitió refinarlo por medio del método por juicio experto. Este método consiste en solicitar a personas un juicio hacia un instrumento y su opinión respecto a un aspecto específico, resultando útil en la valoración de aspectos netamente cualitativos; además, como técnica, su adecuada realización metodológica es un indicador de validez de contenido del instrumento de recogida de datos (Escobar y Cuervo, 2008).

El método por juicio experto permitió dar cuenta de la fiabilidad del instrumento, al establecer una opinión informada de personas expertas en el tema, quienes son reconocidas por otros como expertos y que pueden dar juicios y valoraciones. La selección de los 15 expertos consideró una semblanza breve de cada uno a partir de su trayectoria (experiencia y formación situadas en educación básica), infiriéndose su adecuada y pertinente participación en el rol de juez experto (ver anexo 1).

El cuestionario en línea, a través de Google Forms, permitió que los expertos realizaran sus juicios respecto al instrumento. El propósito de ello consistió en validar el contenido y la construcción de los ítems. En cada uno de los ítems, los jueces cumplieron con dos acciones:

(i) Evaluar en una escala discreta desde 0 hasta 5 el grado de comprensión referido a qué tan comprensibles eran los elementos contenidos en el ítem para un docente; el grado de precisión referido a qué tan precisos eran los conceptos utilizados en el ítem, sin ambigüedad, y el grado de pertinencia referido a qué tan pertinente era el objetivo del ítem y las eventuales respuestas al mismo.

(ii) Mejorar el ítem, según estimaran más comprensible, preciso y/o pertinente, en la sección "Observaciones o sugerencias".

Una vez realizado el método de validación y examinado el grado de acuerdo de todos los jueces participantes, en base a las acciones (i) y (ii), el cuestionario se formuló vía Google Forms en su versión final. Esta herramienta en línea permitió aplicar 24 ítems con formatos de respuesta tales como varias opciones (42,3% ítems de selección única), casillas (11,5% ítems de selección múltiple), párrafo (30,8% ítems

de respuesta escrita) y escala lineal (15,4% ítems de valoración). El cuestionario consta de secciones agrupadas: (a) consentimiento informado (sección 1); (b) información sobre su perfil profesional (sección 2 a la 10); (c) la estadística y su enseñanza (sección 11 a la 23); (d) interpretación gráfica (sección 24 a la 28); (e) representaciones de datos en educación básica (sección 29 a la 33), y (f) reflexiones finales y contacto (sección 34 a la 37).

Para efectos de este artículo, el análisis de las respuestas se enfoca en los ítems 5, 11, 6 y 14 cuyo formato es de respuesta escrita y referidos respectivamente a variable estadística, dato, información estadística y contexto de los datos. Estos ítems tuvieron un grado de acuerdo sobre 3 en la acción (i) y no hubo modificaciones mayores a estos en la acción (ii).

3.3 Procedimiento de análisis de las respuestas al cuestionario

La taxonomía SOLO (*Structure of Observed Learning Outcome*) de Biggs y Collis (1989) describe el incremento de la complejidad en el desempeño de tareas de aprendizaje, lo que brinda un enfoque para categorizar el rendimiento cognitivo teniendo en cuenta la estructura del resultado de aprendizaje observado, de modo que una respuesta viene a ser un resultado de aprendizaje que puede observarse, la cual es provocada por una pregunta. En ese sentido, la taxonomía SOLO postula cinco niveles ascendentes: (1) Preestructural (PE), el nivel más bajo, la respuesta que no ha captado la pregunta; (2) Uniestructural (UE), la respuesta dada al ítem capta solo una parte de la tarea; (3) Multiestructural (ME), la respuesta es solo una descripción cualitativa de la situación; (4) Relacional (R), la respuesta da cuenta que integra la descripción cualitativa con un aspecto cuantitativo; (5) Abstracto ampliado (A+) la respuesta integra lo cualitativo (Estrella et al., 2019). Nótese que el grado de complejidad en la respuesta depende tanto de la capacidad cognitiva del individuo como de la dificultad de la pregunta. El anexo 2 describe más detalladamente los niveles jerarquizados PE, UE, ME, R y A+.

Las respuestas a los ítems considerados fueron sometidas a un proceso de clasificación por medio de la taxonomía SOLO, puesto que permite examinar las respuestas por nivel para describirlas y caracterizarlas de acuerdo con la manifestación de algún conocimiento especializado referido a variable estadística, dato, información estadística y contexto de los datos. Dicho proceso consideró dos fases, en la primera, uno de los autores de la presente investigación hizo las clasificaciones de las 768 respuestas totales provenientes de los ítems 5, 6, 11 y 14 con la taxonomía SOLO. Luego, en la fase 2, conjuntamente los dos autores revisaron cada una de las respuestas clasificadas, según los niveles jerarquizados, ratificándose la mayoría y

consensuando las discrepancias.

4. Análisis y resultados

A continuación, se presentan las clasificaciones de las respuestas entregadas por ítem por medio de la taxonomía SOLO y, posteriormente, se analizan algunas evidencias de acuerdo con la manifestación del KoT-estadístico en el profesorado participante.

4.1 Clasificación de las respuestas, según taxonomía SOLO

4.1.1 Análisis del ítem 5: Variable Estadística

Para la consigna: *En síntesis, dé un ejemplo para explicar lo que para usted es la "variable estadística"*, las 192 respuestas al ítem 5 se clasificaron según la descripción propuesta para este concepto pertinente al ítem y concordante a la taxonomía SOLO (Tabla 2).

Tabla 2. Clasificación de las respuestas al ítem 5, según taxonomía SOLO. Nota. Elaboración propia.

Nivel y descripción	Frec.	Algunas respuestas
PE. Explicación incorrecta sin ejemplos, o bien, explicación con ejemplo(s) incorrecto(s) sobre variable estadística.	45 (23,44%)	P009. Es un dato que depende de otros. P062. Información sobre una característica de la población a estudiar. P071. Medir matemáticas distintas situaciones. P100. Es una rama de la matemática. P122. En el día a día en cada momento de nuestras vidas se enseña la variable estadística ya que se toma en cuenta cada una de las variables para profundizar las etapas de nuestras vidas. P172. Recoger información y transmitirla como datos, gráficos y comparar dicha información.
UE. Explicación parcialmente correcta sin ejemplo(s), o bien, solo ejemplo(s) sin explicación sobre variable estadística.	111 (57,81%)	P010. Que adoptan valores numéricos, edad, peso. P119. ¿Cuál es tu etnia? Mapuche, Rapa-Nui, Aymara. P143. Color de las bebidas gaseosas: rojo, amarillo, negro, naranja. P170. Número de hermanos (cuantitativa), estado civil (cualitativa). P189. Personas contagiadas con COVID. P191. Es una variable de la cual se quiere entender su tendencia. Ej.: las evaluaciones de los alumnos.
ME. Explicación mayormente correcta sin ejemplo(s), o bien, explicación con ejemplo(s) parcialmente correcta sobre variable estadística.	33 (17,19%)	P005. Una variable estadística es cada una de las características o cualidades que poseen individuos en una población, como por ejemplo color de pelo en el 4° básico del colegio de Talca. P034. Lo que se estudia de un fenómeno y que tiene distintas opciones. Por ejemplo, color de ojos. P050. Característica cualitativa o cuantitativa que puede ser medible u observable.
R. Explicación correcta sobre la variable estadística con o sin ejemplo(s).	3 (1,60%)	P093. Es una característica cambiante que puede medirse... Por ejemplo, la estatura, el color de pelo. P115. [...] que puede cambiar, se puede observar y se puede medir. Las variables del cambio de ánimo en tiempos de pandemia son: miedo, encierro, falta de recursos, pérdida de fuente laboral. P187. [...] puede ser numérica (cuantitativa) o no numérica (cualitativa), que, al obtenerse de la muestra, permite saber información sobre ella. Por ejemplo, si yo quiero saber cuál es el color favorito de una persona para hacer el logo de una marca, la variable sería el color favorito (que sería cualitativa) y le preguntaría a una cierta cantidad de personas su color favorito y el que tenga mayor cantidad de votos iría dentro del logo.
A+. Explicación correcta con o sin ejemplo(s) y que incluye conceptos que amplían el significado de variable estadística.	0 (0%)	.

La mayoría de las respuestas al ítem 5 pertenecen al nivel UE, cuya principal característica es tener como respuesta sobre variable estadística una explicación parcialmente correcta sin ejemplo(s), como lo hacen P010 y P191, entre otros; o bien, solo un(os) ejemplo(s) sin explicación, como lo hacen P119 y P170, entre otros. Mientras que, en la segunda mayoría, un poco menos del cuarto de las respuestas pertenecen al nivel PE (23,44%; 45 docentes), siendo estas incorrectas respecto a la consigna del ítem 5.

Además, un poco menos del 2% de las respuestas están en el nivel R (solo 3 docentes). Dichas respuestas van más allá del tipo multiestructural, pues la explicación sobre la variable estadística está operacionalizada con

o sin ejemplo(s) y es correcta. P093 ilustra lo anterior, pues dice que “es una característica cambiante que puede medirse [...]”, vinculando la variable estadística al cambio que puede ser medido. En cambio, P187 da un ejemplo específico para explicar variable estadística como sigue: “[...] si yo quiero saber cuál es el color favorito de una persona para hacer el logo de una marca, la variable sería el color favorito (que sería cualitativa) y le preguntaría a una cierta cantidad de personas su color favorito y el que tenga mayor cantidad de votos iría dentro del logo”, situando la variable estadística para una toma de decisión, a través del sondeo que señala. Nótese que no hay respuestas categorizadas como A+.

4.1.2 Análisis del ítem 11: Dato

Para la consigna: *En síntesis, dé un ejemplo para explicar lo que para usted es un dato en estadística*, las 192 respuestas al ítem 11 se clasificaron según la descripción propuesta para este concepto pertinente al ítem y concordante a la taxonomía SOLO (Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación de las respuestas al ítem 11, según taxonomía SOLO

Nota. Elaboración propia.

Nivel y descripción	Frec.	Algunas respuestas
PE. Explicación incorrecta sin ejemplos, o bien, explicación con ejemplo(s) incorrecto(s) sobre dato estadístico.	119 (61,98%)	P023. Es recoger información sobre una realidad del mundo y sus intereses. P049. Un número. P056. Por ejemplo, poder realizar la variación de la matrícula en la escuela... O separar por género la matrícula. P070. Cantidad de estudiantes ausentes los días viernes en cuarto básico. P134. Color de pelo, estatura, cantidad de basura que aporta cada región, tipos de basura que existen, etc. P172. Recoger información en un contexto.
UE. Explicación parcialmente correcta sin ejemplo(s), o bien, solo ejemplo(s) sin explicación sobre dato estadístico.	24 (12,5%)	P040. Un dato en estadística es un valor. P046. La edad de uno de mis alumnos. P068. Edades: Juan 8 años, Amanda 7 años, Alicia 7 años, Moisés 9 años. (Cada edad de los niños es un dato estadístico). P072. Al tirar un dado 8 veces obtengo 8 dados. P166. Pelo liso pelo liso pelo liso pelo ondulado pelo liso pelo ondulado.
ME. Explicación mayormente correcta sin ejemplo(s), o bien, explicación con ejemplo(s) parcialmente correcta sobre dato estadístico.	46 (23,96%)	P007. Son los valores obtenidos al realizar un estudio. P009. Una cantidad en un contexto. P014. Son los valores, cuántos autos rojos y azules hay en el estacionamiento. P029. Es una cifra o un elemento de la medición obtenida de las estadísticas. P075. Es cada uno de los valores que se ha obtenido al realizar un estudio estadístico. Por ejemplo, el 1 es mujer y el 2 es varón. P085. Es el valor obtenido al hacer un estudio estadístico, por ejemplo, si lanzamos un dado 3 veces los datos serían que una vez salió 5, otra 3 y otra 1. P148. Un dato es una característica cuantificable y medible.
R. Explicación correcta sobre el dato estadístico con o sin ejemplo(s).	1 (0,52%)	P045. Por ejemplo, si juego 8 veces Cachipún con una persona, puedo obtener 8 datos (papel, tijera, papel, papel, piedra, papel, piedra y papel). Con esto puedo ver que el tiro más utilizado por mi contrincante es el papel.
A+. Explicación correcta con o sin ejemplo(s) y que incluye conceptos que amplían el significado de dato estadístico.	2 (1,04%)	P034. Un resultado de una variable, por ejemplo, variable notas en la prueba, dato 6.5. P115. Son cada una de las posibles respuestas que se puede obtener en un estudio, ejemplo: si pateo 3 penales obtengo datos: gol-gol-fuera.

La mayoría de las respuestas al ítem 11 están en el nivel PE (61,98%; 119 docentes), esto es, un poco más de los tres quintos de las respuestas son incorrectas, pues están vinculadas a las ideas de número sin contexto, como en P049; están relacionadas a la información indistinguiéndola del dato, como en P023 y P172; toman el concepto de variable estadística pero no la precisan de acuerdo con el dato, como en P056 y P070. Mientras que, en la segunda mayoría, un poco menos

de una cuarta parte de las respuestas pertenecen al nivel ME (23,96%; 46 docentes), siendo mayormente correctas. Entre ellas, se rescata principalmente la idea sobre el valor que toma la variable, como en P007, P014 y P085, entre otras respuestas.

Muy pocas respuestas están en las categorías R o A+. Por ejemplo, en la categoría R, P045 separa el concepto de variable del concepto de dato, pues indica que "[...]

si juego 8 veces Cachipún con una persona, puedo obtener 8 datos (papel, tijera, papel, papel, piedra, papel, piedra y papel)". Mientras que en las respuestas tipo A+, P115 en el contexto del fútbol otorga una respuesta situada en un estudio que contiene tanto la incertidumbre ("posibles respuestas") como la variable estadística con los valores que toma ("gol-gol-fuera"). En cambio, PO34 en el contexto educativo de las notas (calificaciones) da una respuesta precisa con ejemplo correcto, ya que señala: "Un resultado de una variable" y da de ejemplo para una variable como las notas en una prueba el dato "6.5", que corresponde a la calificación de un estudiante en dicho contexto.

4.1.3 Análisis del ítem 6: Información estadística

Para la consigna: *En síntesis, dé un ejemplo para explicar lo que para usted es la "información estadística",* las 192 respuestas al ítem 6 se clasificaron según la descripción propuesta para este concepto pertinente al ítem y concordante a la taxonomía SOLO (Tabla 4).

Tabla 4. Clasificación de las respuestas al ítem 6, según taxonomía SOLO. Nota. Elaboración propia.

Nivel y descripción	Frec.	Algunas respuestas
PE. Explicación incorrecta sin ejemplos, o bien, explicación con ejemplo(s) incorrecto(s) sobre información estadística.	154 (80,21%)	P004. Color de las bebidas gaseosas: amarillo, negro, naranja, contenidos de las bebidas; 0,5 litros; 1,5 litros; 2,5 litros. P006. Son los datos obtenidos de un estudio realizado, los que se ocupan para tomar decisiones. P017. Grupo de datos de una población. P038. Son todos los datos que se buscan recoger para luego ser analizados. P139. Rama de las matemáticas que estudia las variables. P159. Es una especialidad de la matemática para reflejar cuantitativamente un fenómeno. P165. Pienso que es la realidad medible y entendible en base a una mirada lógica. P182. Por ejemplo, si lanzamos una moneda al aire 5 veces obtenemos 5 datos. Eso es una información estadística.
UE. Explicación parcialmente correcta sin ejemplo(s), o bien, solo ejemplo(s) sin explicación sobre información estadística.	21 (10,94%)	P057. En una encuesta de 100 personas 34% son casados, 25% separados, 27% solteros y 14% viudos. P068. En 4to básico, 20 de 35 estudiantes tienen un perro de mascota. P110. El 80% de los estudiantes de primero básico consume dos tipos de frutas (peras y manzanas) durante el 2019. P166. 20 tienen pelo liso y 10 tienen ondulado.
ME. Explicación mayormente correcta sin ejemplo(s), o bien, explicación con ejemplo(s) parcialmente correcta sobre información estadística.	11 (5,73%)	P009. Corresponde a la interpretación que se les da a los datos. P080. Son los resultados que entrega una investigación.
R. Explicación correcta sobre información estadística con o sin ejemplo(s).	3 (1,56%)	P094. Corresponde a la información entregada a través de datos cuantitativos ordenados, lo que permite el análisis, la reflexión y la toma de decisiones. Esta información puede ser manipulada. P109. Está constituida por un grupo de datos ya supervisados y ordenados, que sirven para construir un mensaje basado en un cierto fenómeno o ente. La información permite resolver problemas y tomar decisiones, ya que su aprovechamiento racional es la base del conocimiento. P125. La información estadística es la que resume, organiza e intenta simplificar un conjunto de datos de estilo numeroso o muy complicado.

A+. Explicación correcta con o sin ejemplo(s) y que incluye conceptos que amplían el significado de información estadística.	3 (1,56%)	P092. Es el análisis que se le puede dar al resultado del estudio de una variable estadística. P131. Corresponde al análisis y conclusiones extraídos de los datos relevantes de un estudio estadístico. P192. Es el mensaje que entrega el trabajo estadístico realizado, tomando en cuenta las variables aplicadas en un contexto determinado.
--	--------------	--

En el ítem 6, la gran mayoría de las respuestas están en el nivel PE (80,21%; 154 docentes), cuya principal característica es definir el concepto información estadística de manera inadecuada y/o dar un ejemplo errado. Por ejemplo, P004 (“color de las bebidas gaseosas: amarillo, negro, naranja, contenidos de las bebidas; 0,5 litros; 1,5 litros; 2,5 litros”) confunde información estadística con el concepto de variable estadística y los valores que puede tomar. Asimismo, P159 indica que la información estadística “es una especialidad de la matemática para reflejar cuantitativamente un fenómeno”, lo cual evidencia la indistinción entre matemática y estadística.

Un poco menos del 20% de las respuestas (38 docentes) están en los niveles sobre PE. Las respuestas que pertenecen al nivel UE son pocas (10,94%; 21 docentes) y dan cuenta de un ejemplo específico para información estadística. Por ejemplo, P068 señala: “en 4to básico, 20 de 35 estudiantes tienen un perro de mascota”, P110 es aún más específico de acuerdo con el contexto, “el 80% de los estudiantes de primero básico consume dos tipos de frutas (peras y manzanas)

durante el 2019”. En cambio, las respuestas que están en el nivel ME esbozan definiciones más generales, por ejemplo, P009 responde que la información estadística: “corresponde a la interpretación que se les da a los datos”. Hay tres respuestas por nivel en R y en A+, que dan cuenta de una comprensión más acabada sobre información estadística. Por ejemplo, en el nivel R, P094 indica que “corresponde a la información entregada a través de datos cuantitativos ordenados, lo que permite el análisis, la reflexión y la toma de decisiones. Esta información puede ser manipulada”; y en el nivel A+, P192 indica que la información estadística “es el mensaje que entrega el trabajo estadístico realizado, tomando en cuenta las variables aplicadas en un contexto determinado”.

4.1.4 Análisis del ítem 14: Contexto de los datos

Para la consigna: *En síntesis, dé un ejemplo para explicar lo que para usted es el contexto de los datos*, las 192 respuestas al ítem 14 se clasificaron según la descripción propuesta para este concepto pertinente al ítem y concordante a la taxonomía SOLO (Tabla 5).

Tabla 5. Clasificación de las respuestas al ítem 6, según taxonomía

SOLO. Nota. Elaboración propia.

Nivel y descripción	Frec.	Algunas respuestas
PE. Explicación incorrecta sin ejemplos, o bien, explicación con ejemplo(s) incorrecto(s) sobre el contexto de los datos.	94 (48,96%)	P001. Es el mínimo de información recolectada. P006. Es la información que se obtiene y que nos permite cuantificar un dato que se quiere averiguar, por ejemplo, terneros nacidos vivos en una parcela en el mes de junio. P010. Datos, comparados, analizados e interpretados.
UE. Explicación parcialmente correcta sin ejemplo(s), o bien, solo ejemplo(s) sin explicación sobre el contexto de los datos.	53 (27,60%)	P031. Por ejemplo, la pandemia que estamos viviendo hoy en día, los datos estadísticos son verídicos. P046. Trabajar con los números de calzado dados por mis alumnos para trabajar cuánto calzan en promedio. P060. Obtener datos del entorno del barrio y familia de los estudiantes. Datos verdaderos que los niños puedan obtener y verificar. P069. A nivel regional por ejemplo cuál es el ingreso per cápita por persona en las diferentes regiones de Chile. P081. Cantidad de personas con oficios y profesionales en las diferentes clases sociales. P088. A quién va dirigida la entrevista... Ej.: abuelos. P123. Lo que se desea saber de los estudiantes, ej.: qué alimento es el que más gusta. P131. La diferencia entre un curso a otro, los datos pueden ser distintos. P189. A quiénes se aplicó el examen, en qué momento, hubo contactos...

<p>ME. Explicación mayormente correcta sin ejemplo(s), o bien, explicación con ejemplo(s) parcialmente correcta sobre el contexto de los datos.</p>	<p>36 (18,75%)</p>	<p>P002. De donde se obtienen. P020. Es el lugar donde se originan o de donde provienen los datos. P035. Es muy diferente consultar sobre alimentación en la sociedad chilena actual, sin tomar en cuenta el contexto donde hago dicha encuesta. P040. Escenario de donde proceden. P092. El lugar en donde se recogen los datos, por ejemplo: el curso en el que se aplica una encuesta. P095. La realidad de donde se obtienen. P113. Es el medio del cual se recogen. P155. El contexto es fundamental para que el dato sea útil y valioso. Por ejemplo: Cantidad de cajas de mercadería entregadas por comunas de la Región Metropolitana en los meses de emergencia sanitaria por COVID-19.</p>
<p>R. Explicación correcta sobre el contexto de los datos con o sin ejemplo(s).</p>	<p>6 (3,13%)</p>	<p>P026. Tiene que ver con el ambiente en que se toman los datos, por ejemplo, los datos que se obtienen en el logro de los objetivos en una escuela particular versus una municipal o particular subvencionado. P102. La realidad que rodea un dato numérico o no numérico P115. Tiene que ver con el momento y lugar donde se recogen los datos. Ej., si yo recojo datos sobre agrado de las matemáticas en un alumno después de sacarse una nota 7,0. sería diferente su respuesta si le pregunto después de haberse sacado una nota 2,0. P170. Si realizo un estudio sobre horas de estudio que dedica un estudiante para lo anterior debo considerar el contexto en el que viven o se desenvuelven mis sujetos de estudio, ya que distintos datos obtendré si este estudio lo realizo en un sector acomodado a un sector de mucha vulnerabilidad social (por lo tanto, es importante el contexto en el cual obtuve mis datos y si son de utilidad para el objetivo de mi estudio) P174. En qué periodo de tiempo y cómo se obtuvieron los datos. La descripción de los encuestados. Por ejemplo: Se realizó una encuesta telefónica a personas entre 15 y 25 de la Región Metropolitana.</p>
<p>A+. Explicación correcta con o sin ejemplo(s) y que incluye conceptos que amplían el significado del contexto de los datos.</p>	<p>3 (1,56%)</p>	<p>P048. Entorno que condiciona los datos. P051. Es lo que rodea al dato. Por ejemplo, el periodo de obtención de los datos a estudiar o a qué persona corresponden estos datos.</p>

En el ítem 14, un poco menos de la mitad de las respuestas están en el nivel PE (48,96%; 94 docentes). Por ejemplo, P006 indica que el contexto de los datos “es la información que se obtiene [...]”, lo cual es impreciso, pues no corresponde al contexto de los datos; en tanto, P010 indica que son “datos, comparados, analizados e interpretados”, respuesta que no diferencia el contexto de los datos con el proceso estadístico propio en una investigación empírica. En el nivel UE, las respuestas corresponden mayormente a ejemplos específicos, como “la diferencia entre un curso a otro, los datos pueden ser distintos” (P131). Y en el nivel ME existen explicaciones que contemplan una definición, por ejemplo: “Es el lugar donde se originan o de donde provienen los datos” (P020); “El lugar en donde se recogen los datos, por ejemplo: el curso en el que se aplica una encuesta” (P092). Dichas respuestas van más allá de un ejemplo específico, tienen incorporada la idea del contexto en relación con la procedencia de los datos, pudiendo ser un entorno físico o una situación de tipo político, histórico, temporal, cultural o de cualquier otra índole.

Pocas respuestas están en el nivel R, o bien A+, alcanzando un 4,7% de las respuestas aproximadamente. En el caso de las respuestas en el nivel R, contemplan una explicación que contienen una definición más precisa y, a veces, la operacionalizan con un ejemplo correctamente como lo ilustra P026, quien indica: “Tiene que ver con el ambiente en que se toman los datos, por ejemplo, los datos que se obtienen en el logro de los objetivos en una escuela particular versus una municipal o particular subvencionado”; en cambio, P174 señala: “En qué periodo de tiempo y cómo se obtuvieron los datos. La descripción de los encuestados. Por ejemplo: Se realizó una encuesta telefónica a personas entre 15 y 25 de la Región Metropolitana”. En el caso de las respuestas en el nivel A+ existe una ampliación conceptual sobre el contexto de los datos, por ejemplo, P051 señala que el contexto de los datos “es lo que rodea al dato. Por ejemplo, el periodo de obtención de los datos a estudiar o a qué persona corresponden estos datos”; P048 enuncia que el contexto es el “entorno que condiciona los datos”. Este último da cuenta de cómo el contexto provee en los datos un criterio por el cual validarlos, en tanto están condicionados los datos al contexto.

4.1.5 Análisis de los conceptos estadísticos clasificados, según taxonomía SOLO

El gráfico de la Figura 1 muestra el comportamiento de las respuestas para cada uno de los conceptos estadísticos, considerando la clasificación dada por los niveles de la taxonomía SOLO.

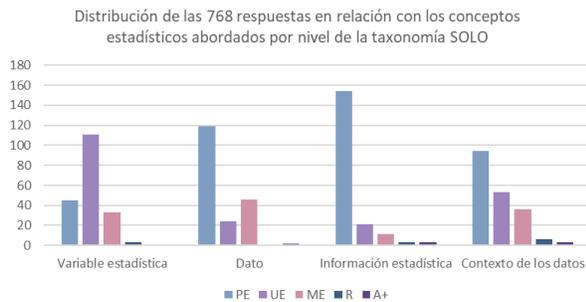


Figura 1. Gráfico de la distribución de respuestas referidas a los conceptos estadísticos abordados, según taxonomía SOLO

Nota. Elaboración propia.

Notar que son escasas las respuestas que están categorizadas en los niveles ME, R o A+, en comparación a los niveles PE y UE que son los que predominan. Además, el concepto de información estadística es el más descendido respecto a su comprensión, posiblemente porque es confundido por variable estadística o por dato u otro concepto.

4.2 Evidencias de la manifestación del KoT-estadístico

A continuación, se presentan algunas evidencias de la manifestación del KoT-estadístico en profesores de Estadística que enseñan en educación básica, tomando en cuenta la clasificación de las respuestas a los ítems 5, 6, 11 y 14, según los niveles ME, R y A+ de la taxonomía SOLO.

(A) *Procedimientos: característica del resultado estadístico.* P187, al explicar el concepto de variable estadística, señala: “[...] si yo quiero saber cuál es el color favorito de una persona para hacer el logo de una marca, la variable sería el color favorito (que sería cualitativa) y le preguntaría a una cierta cantidad de personas su color favorito y el que tenga mayor cantidad de votos iría dentro del logo”, ello indica que identifica el tipo de variable y establece una manera de proceder para determinar el color favorito de una persona para la elaboración del logo de una marca. En cambio, P170, para el concepto del contexto de los datos enuncia que: “[...] debo considerar el contexto en el que viven o se desenvuelven mis sujetos de estudio, ya que distintos datos obtendré si este estudio lo realizo en un sector acomodado a un sector de mucha vulnerabilidad social [...]”, con lo que sitúa

el contexto de los datos como un factor relevante en la recolección de datos, siendo además una fuente de variabilidad. Estos docentes dan evidencias de un KoT-estadístico porque están involucrando en sus explicaciones ciertos procedimientos convencionales propios de un trabajo estadístico, los cuales pueden estar relacionados con sus conocimientos sobre la práctica de los estadísticos (o usuarios de la estadística) en una investigación empírica.

(B) *Definiciones, propiedades y fundamentos estadísticos.* P093 señala una definición para variable estadística como “[...] una característica cambiante que puede medirse [...]”; también P005 enuncia que “una variable estadística es cada una de las características o cualidades que poseen individuos en una población [...]”, estos docentes articulan en su explicación una definición adecuada. Para el caso del dato, P009 indica que es “una cantidad en un contexto”, P034 señala que el dato es “un resultado de una variable, por ejemplo, variable notas en la prueba, dato 6.5”; estos docentes definen dato considerando su procedencia y su relación con alguna variable. Por su parte, para el caso de información estadística, P192 explica que es el “[...] mensaje que entrega el trabajo estadístico realizado, tomando en cuenta las variables aplicadas en un contexto determinado”, distinguiendo información respecto de datos y de variable. Mientras que, para el caso del contexto de los datos, P102 lo define como “la realidad que rodea un dato numérico o no numérico”, lo cual está próximo al conocimiento contextual relacionado a la variable estadística expresada en los datos. Estos docentes muestran evidencias de un KoT-estadístico, ya que explican los conceptos por medio de definiciones adecuadas que construyen coherentemente en base a las ideas estadísticas fundamentales.

(C) *Fenomenología y aplicaciones.* P045, al explicar dato, ejemplifica: “[...] si juego 8 veces Cachipún con una persona, puedo obtener 8 datos (papel, tijera, papel, papel, piedra, papel, piedra y papel). Con esto puedo ver que el tiro más utilizado por mi contrincante es el papel”. En este ejemplo, P045 reconoce los datos en una situación lúdica e incluye el concepto de moda, que puede ser útil como una estrategia en el juego. También, P115 para el caso del contexto de los datos da un ejemplo: “[...] si yo recojo datos sobre el agrado de las matemáticas en un alumno después de sacarse una nota 7,0 sería diferente a su respuesta si le pregunto después de haberse sacado una nota 2,0”, lo que da cuenta de cómo el contexto incide en la variabilidad de los datos. Estos docentes dan evidencias de un KoT-estadístico, pues están vinculando ciertos temas a fenómenos o situaciones susceptibles de ser abordados con estadística.

5. Conclusiones

El propósito de la investigación fue indagar sobre los conocimientos y niveles de comprensión que expresaron profesores que enseñan estadística en educación básica sobre los conceptos de variable

estadística, dato, información estadística y contexto de los datos. La idea del término *Tema* remite a los contenidos estadísticos que están considerados en el currículo, en el que dichos conceptos son temas fundamentales en la estadística escolar, por tanto, es relevante caracterizar estos temas en virtud de los conocimientos de los profesores de Estadística.

Los ejemplos revisados y previamente clasificados según la taxonomía SOLO –esto es, explicaciones que dan cuenta de los temas en cuestión y que fueron abordados por los docentes en los cuatro ítems del cuestionario en línea– respaldan la manifestación del KoT-estadístico en profesores que enseñan estadística en educación básica y es un conocimiento especializado, en tanto constituye un conjunto de subconocimientos que puede ser llevado a su actuar profesional docente en la educación estadística. De acuerdo con la clasificación realizada y el KoT-estadístico, fueron ejemplificadas las tres categorías en el modelo STSK, pudiendo servir como referencia para la formación de profesores de Estadística, pues permiten precisar y profundizar los conocimientos estadísticos especializados en el contexto educativo.

Los conceptos sobre variable estadística, dato, información estadística y contexto de los datos son necesarios para el desarrollo del sentido del dato y del razonamiento estadístico. Por tanto, dichos conceptos son fundamentales en la formación del profesor que enseña estadística en la escuela. Dada la importancia de generar oportunidades de aprendizaje desde los primeros años escolares, es necesario que el profesorado pueda comprender el sentido del dato que permite resolver problemas estadísticos a través de datos reales en contextos motivadores o de interés, comprender cómo se generan esos datos, elaborar juicios e inferencias a partir de la variabilidad de los datos y mostrar una postura crítica frente a la ingente información estadística.

La clasificación presentada de las respuestas a los cuatro ítems de los profesores que enseñan estadística en educación básica, da cuenta que todavía es un desafío la comprensión de los conceptos estadísticos abordados (ver Figura 1), pese a que se asume una comprensión de los términos estadísticos de uso común. Al respecto, en la línea de Watson y Fitzallen (2021), es posible que el profesorado no esté distinguiendo suficientemente a los datos como una expresión de la variable en el contexto de las investigaciones estadísticas, ni tenga en cuenta su carácter numérico o categórico de naturaleza medible u observable.

En Chile, el eje temático *Datos y Probabilidades* solo abarca aproximadamente un 12,6% promedio del tiempo escolar dedicado a la asignatura Matemática; sumado a lo anterior, unánimemente los objetivos de aprendizajes asociados a los contenidos estadísticos se encuentran en la última unidad propuesta en los programas de estudio de 1° a 6° año básico. Asimismo, en período de pandemia es preocupante que la

priorización curricular haya afectado negativamente al currículo propio de la estadística en la asignatura Matemática, disminuyéndolo aún más. Por lo tanto, es necesario potenciar las experiencias de enseñar estadística en educación básica, lo cual podría permitir más oportunidades de desarrollo profesional en relación con los conocimientos especializados de los profesores de Estadística.

Se proyecta profundizar en los dominios de conocimiento del modelo STSK, ampliando tanto el conocimiento estadístico como el conocimiento didáctico del contenido de los profesores de Estadística, para contribuir al estudio del sentido del dato como precursor del aprendizaje estadístico y necesario en la desafiante formación del profesor de Estadística en el siglo XXI.

Agradecimientos

Esta investigación ha sido financiada parcialmente por ANID a través del Proyecto FONDECYT N° 1200346 y CONICYT-PCHA / Doctorado Nacional: 2016-21161569. También ha sido patrocinada por el Grupo de Investigación en Estadística Temprana (GIET, <https://estadisticatemprana.cl/>) y el proyecto *Sumo Primero en Terreno* impulsado por la División de Educación General del MINEDUC en convenio con la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

Referencias

- Australian Curriculum, Assessment and Reporting Authority. (2013). *The Australian curriculum*. Author. <https://www.australiancurriculum.edu.au/about-the-australian-curriculum/>
- Ball, D. L., Thames, M. H., y Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Biggs, J., y Collis, K. F. (1989). Hacia un modelo de desarrollo y evaluación curricular basado en la escuela utilizando la taxonomía SOLO. *Australian Journal of Education*, 33, 151-163. <https://doi.org/10.1177/168781408903300205>
- 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* (pp. 57-69). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_10
- Carrillo, J., Climent, N., Contreras, L. C., y Muñoz-Catalán, M. C. (2013). Determining specialised knowledge for mathematics teaching. En B. Ubuz, Ç. Haser y M. A. Mariotti (Eds.), *Proceedings of the Eighth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 2985-2994). Middle East Technical University. http://www.mathematik.uni-dortmund.de/~erme/doc/CERME8/CERME8_2013_Proceedings.pdf#page2985
- Carrillo, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Rojas, N., Flores, P., Aguilar-González, A., Ribeiro, M., y Muñoz-Catalán, M. C. (2018). The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 1-18. <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>
- Cobb, G. W., y Moore, D. S. (1997). Mathematics, statistics, and teaching. *The American Mathematical Monthly*, 104(9), 801-823. <https://doi.org/10.1080/00029890.1997.11990723>
- Common Core State Standards Initiative. (2017). *Mathematics standards*. <http://www.corestandards.org/Math/>
- Del Pino, G., y Estrella, S. (2012). Educación Estadística: relaciones con la matemática. *Revista de Investigación Educativa Latinoamericana, Pensamiento Educativo*, 49(1), 53-64. <https://doi.org/10.7764/PEL.49.1.2012.5>
- Escobar, J., y Cuervo, A. (2008). Validez de contenido y juicio de expertos: una aproximación a su utilización. *Avances en Medición*, 6, 27-36. https://www.researchgate.net/publication/302438451_Validez_de_contenido_y_juicio_de_expertos_Una_aproximacion_a_su_utilizacion
- Estrella, S. (2017). Enseñar estadística para alfabetizar estadísticamente y desarrollar el razonamiento estadístico. En A. Salcedo (Ed.), *Alternativas Pedagógicas para la Educación Matemática del Siglo XXI* (pp. 173-194). Centro de Investigaciones Educativas, Escuela de Educación. Universidad Central de Venezuela. <http://saber.ucv.ve/bitstream/123456789/15712/1/Alternativas%20Pedagogicas%20para%20la%20Educaci%C3%B3n%20Matemática%20S%20XXI.pdf>
- Estrella, S. (2018). Data representations in Early Statistics: data sense, meta-representational competence and transnumeration. En A. Leavy, M. Meletiou y E. Paparistodemou (Eds.), *Statistics in Early Childhood and Primary Education - Supporting early statistical and probabilistic thinking* (pp. 239-256). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-1044-7_14
- Estrella, S., Alvarado, H., Olfos, R., y Retamal, L. (2019). Desarrollo de la alfabetización probabilística: textos argumentativos de estudiantes (según niveles de razonamiento de la taxonomía SOLO). *Revista Paradigma*, 40(1), 280-304.
- Estrella, S., Vergara, A., y González, O. (en prensa). El desarrollo del sentido del dato: haciendo inferencias desde la variabilidad de los tsunamis en primaria. *Statistics Education Research Journal*.
- Estrella, S., Zakaryan, D., Olfos, R., y Espinoza, G. (2020). How teachers learn to maintain the cognitive demand of tasks through Lesson Study. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 23, 293-310. <https://doi.org/10.1007/s10857-018-09423-y>
- Flores, E., Escudero, D. I., y Carrillo, J. (2013). A theoretical review of specialized content knowledge. En B. Ubuz, C. Haser y M. A. Mariotti (Eds.), *Proceedings of CERME8* (pp. 3055-3064). Middle East Technical University, Ankara. https://www.researchgate.net/publication/260266162_A_theoretical_review_of_Specialized_Content_Knowledge
- Garfield, J., y Ben-Zvi, D. (2008). *Developing students' statistical reasoning: Connecting research and teaching practice*. Springer Science y Business Media. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-8383-9>
- Konold, C., Higgins, T., Russell, S., y Khalil, K. (2015). Datos vistos a través de diferentes lentes. *Estudios Educativos en Matemáticas*, 88, 305-325. <https://doi.org/10.1007/s10649-013-9529-8>
- Ministerio de Educación de Chile. (2012). *Matemática*. En *Bases Curriculares para la Educación Básica* (pp. 85-135). http://www.curriculumenlineamineduc.cl/605/articles-21321_programa.pdf
- New Zealand Ministry of Education. (2007). *The New Zealand curriculum*. Learning Media. <https://nzcurriculum.tki.org.nz/The-New-Zealand-Curriculum>

Pfannkuch, M. (2011). The role of context in developing informal statistical inferential reasoning: A classroom study. *Mathematical Thinking and Learning*, 13(1 y 2), 27-46. <https://doi.org/10.1080/10986065.2011.538302>

Scheiner, T., Montes, M. A., Godino, J. D., Carrillo, J., y Pino-Fan, L. R. (2019). What makes mathematics teacher knowledge specialized? Offering alternative views. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(1), 153-172. <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9859-6>

Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>

Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57(1), 1-23. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>

Vidal-Szabó, P., y Estrella, S. (2020). Extensión del modelo MTSK al dominio estadístico. En Y. Morales-López y Á. Ruíz (Eds.), *Educación Matemática en las Américas 2019* (pp. 1036-1042). Comité Interamericano de Educación Matemática. <https://conferencia.ciaem-redumate.org/index.php/xvciaem/xv/paper/viewFile/692/327>

Vidal-Szabó, P., Kuzniak, A., Estrella, S., y Montoya, E. (2020). Análisis cualitativo de un aprendizaje estadístico temprano con la mirada de los espacios de trabajo matemático orientado por el ciclo investigativo. *Revista Educación Matemática*, 32(2), 217-246. <https://doi.org/10.24844/EM3202.09>

Watson, J., y Fitzallen, N. (2021). What sense do children make of "data" by Year 3? En Y. H. Leong, B. Kaur, B. H. Choy, J. B. W. Yeo y S. L. Chi (Eds.), *Proceedings of the 43rd Annual Conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (pp. 409-416). The Mathematics Education Research Group of Australasia.

Wild, C., y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.1999.tb00442.x>

Wild, C., Utts, J., y Horton, N. (2018). What Is Statistics? En D. Ben-Zvi, K. Makar y J. Garfield (Eds.), *International Handbook of Research in Statistics Education* (pp. 5-36). Switzerland: Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_2

Zieffler, A., Garfield, J., y Fry, E. (2018). What is Statistics Education? En D. Ben-Zvi, K. Makar y J. Garfield (Eds.), *International Handbook of Research in Statistics Education* (pp. 37-70). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_2

Anexo 1

Perfil de los 15 jueces expertos seleccionados.

Juez	Perfil
01	Prof. Gral. Básica con mención en Matemática y Mg. en Didáctica de la Matemática, mención ed. bás.
02	Profesora de Educación Básica y Magíster en Didáctica de la Matemática (DM).
03	Estudiante de 4° año de Ped. en Mat., mención en Estadística Educacional con destacada trayectoria.
04	Prof. de Educación Básica, Mg. en DM y candidata a Doctora en DM.
05	Profesor de Estadística y Candidato a Doctor en Didáctica de la Matemática.
06	Doctora en Didáctica de la Matemática.
07	Magíster en Evaluación y Currículo Educacional.
08	Profesora de Educación Básica y Magíster en Didáctica de la Matemática.
09	Profesor de Matemática y Computación. Experiencia en proyecto aRPa.
10	Doctor en Didáctica de la Matemática.
11	Profesora de Matemática y Magíster en Estadística.
12	Profesora de Matemática y Candidata a Magíster en Evaluación Educacional.
13	Magíster en Didáctica de la Matemática.
14	Doctora experimentada en Didáctica de la Matemática.
15	Magíster en Docencia de las Matemáticas y Lic. en Educación Básica con énfasis en Matemáticas.

Nota. Elaboración propia.**Anexo 2**

Niveles jerarquizados de la taxonomía SOLO.

Nivel	Descripción
(PE) Preestructural,	Es el nivel más bajo, la respuesta da cuenta que el individuo no ha captado la pregunta. En otras palabras, se utiliza un dato o proceso incorrecto de forma simplista que puede llevar a una conclusión irrelevante. El individuo puede incluso no comprometerse con el problema, por lo que no hay ningún tipo de cierre en la respuesta.
(UE) Uniestructural	Es el nivel en que la respuesta dada a la pregunta atiende a solo una parte de la tarea. Un único proceso o concepto se aplica al menos a un dato. Se extrae una conclusión, pero a menos que el proceso único junto con los datos seleccionados sean suficientes para la correcta solución del problema, la conclusión no será válida del todo.
(ME) Multiestructural	Es el nivel en que la respuesta tiene una descripción cualitativa de la situación. Se utiliza una serie de procesos o conceptos sobre uno o más datos, pero sin síntesis de la información ni conclusiones intermedias. Esta falta de síntesis puede ser aceptable en el caso de una de una pregunta sencilla, o puede indicar un rendimiento cognitivo inferior que se requiere para resolver el problema con éxito.
(R) Relacional	Es el nivel en que la respuesta integra la descripción cualitativa con un aspecto cuantitativo. Una respuesta relacional se caracteriza por la síntesis de información, procesos y resultados intermedios. Para llegar a la conclusión, se aplican conceptos a algunos de los datos, dando resultados intermedios que luego se relacionan con otros datos y/o procesos.
(A+) Abstracto ampliado	Es el nivel más alto en que las respuestas abstractas ampliadas son estructuralmente similares a las respuestas relacionales, pero en este caso los datos, conceptos y/o procesos (más habitualmente los dos últimos) se extraen de fuera del dominio de conocimiento y experiencia que se supone, hipotéticamente, en la pregunta.

Nota. Elaboración propia, a partir de Chick (1998).