

EVALUACIONES EN ESTADÍSTICA EN LA FORMACIÓN DE PROFESORES DE MATEMÁTICA: UN ACERCAMIENTO A LA ALFABETIZACIÓN Y AL PENSAMIENTO ESTADÍSTICO

Francisco Rodríguez-Alveal y Danilo Díaz-Levicoy

RESUMEN

El presente estudio tiene como objetivo analizar si las preguntas de los instrumentos de evaluación formuladas a los profesores de matemáticas en formación, en las asignaturas de estadística, promueven la adquisición de una alfabetización y un pensamiento estadístico. Para tal efecto, se analizaron, mediante un análisis de contenido, los instrumentos de evaluación aplicados a los profesores en formación de cinco instituciones de educación superior en Chile. Entre los hallazgos, se pueden

señalar que en la mayoría de los instrumentos de evaluación analizados se utilizan pronombres interrogativos como cuál o cuáles. En estos casos, las interrogantes se asocian a interpelaciones del tipo procedimental destinadas a calcular estadígrafos o la probabilidad de algún evento. De manera similar, la mayoría de las preguntas se clasifica en la categoría de aplicación y en una menor frecuencia de evaluación. Asimismo, son escasas las actividades en las cuales se interactúa con datos reales.

Introducción

A nivel internacional, así como en Chile, en la última década, las investigaciones realizadas en los diferentes niveles educativos sobre Educación Estadística han puesto de relieve que el profesorado en formación no ha adquirido las habilidades y conocimientos relacionados con la alfabetización y pensamiento estadístico, como, por ejemplo, la lectura e interpretación de representaciones gráficas (Rodríguez-Alveal y Díaz-Levicoy, 2019) y de las medidas numéricas (Batanero, 2000; Rodríguez-Alveal *et al.*, 2016).

Escenario que podría explicarse por la orientación, objetivos, resultados de aprendizajes y, fundamentalmente, por las preguntas que se plantean a los futuros profesores de matemática en los instrumentos de

evaluación en las asignaturas de estadística que cursan durante su formación. Debido a que las preguntas que realiza el formador de formadores, en sus instrumentos de evaluación, son una forma de monitorear las habilidades y los conocimientos adquiridos, así como transmitir su mirada paradigmática de la estadística (Sthol, 2005).

Asimismo, la literatura internacional sugiere que tanto los profesores, en formación y en activo, como los estudiantes deben interactuar con tareas contextualizadas, que permitan leer, interpretar y evaluar críticamente la información con la cual interactúan diariamente, considerando la naturaleza de los datos para seleccionar modelos y procedimientos apropiados para su análisis estadístico. Estas habilidades y conocimientos son parte de la alfabetización y el pensamiento

estadístico (Garfield y Ben-Zvi, 2008).

El desarrollo de estas habilidades permite romper con el enfoque tradicional de la enseñanza de la estadística, centrado esencialmente en aspectos procedimentales. El enfoque tradicional, según Goodwin y Kosnik (2013), ha permitido que el profesorado en formación adquiera conocimientos y habilidades frágiles en los cuales no puede confiar, influyendo directamente en su desempeño profesional en el aula. Una explicación plausible al respecto es que los profesores de estadística ven esta disciplina como parte de la matemática (Hannigan *et al.*, 2013), obviando que estas tienen distintos objetos de estudio (Sthol, 2005).

Desde nuestra mirada, los instrumentos de evaluación de estadística, utilizados en la formación de profesores de

matemática, han tensionado la adquisición de habilidades y conocimientos. Esta situación está en concordancia con lo mencionado por Garfield (1994), al explicitar que las evaluaciones del conocimiento estadístico se utilizan para determinar las calificaciones y no para saber qué entienden los estudiantes y si pueden razonar con ideas estadísticas.

En este contexto, más que los instrumentos de evaluación (por ejemplo, pruebas, quiz, talleres y proyectos), son las preguntas que realizan los docentes de las asignaturas de estadística a los profesores de matemática en formación las que permitirían la adquisición de una alfabetización y pensamiento estadístico, dado que, como mencionan Pérez y Hernández (2017), una pregunta bien diseñada es una poderosa herramienta para monitorear y

PALABRAS CLAVE / Alfabetización Estadística / Evaluación / Formación De Profesores / Pensamiento Estadístico / Preguntas /

Recibido: 15/07/2024. Modificado: 05/03/2025. Aceptado: 06/03/2025.

Francisco Rodríguez-Alveal (Autor de correspondencia). Profesor de Estado en Matemática, Universidad del Bío-Bío, Chile. Magister en Bioestadística, Universidad de Chile, Chile. Doctor en Educación, Universidad del

Bío-Bío, Chile. Académico del Departamento Ciencias de la Educación, Facultad de Educación y Humanidades, Universidad del Bío-Bío, Chile. Dirección: Universidad del Bío-Bío, campus La Castilla, Avda. Brasil 1180, Chillán, Región del Ñuble, Chile.

e-mail: frodriguez@ubiobio.cl. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2169-0541>.

Danilo Díaz-Levicoy. Profesor de Educación Media en Matemática y Computación, Universidad de Los Lagos, Chile. Máster en Didáctica de la Matemática y

Doctor en Ciencias, Universidad de Granada, España. Académico, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Católica del Maule, Chile. e-mail: dddiaz01@hotmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8371-7899>.

EVALUATIONS IN STATISTICS IN THE TRAINING OF MATHEMATICS TEACHERS: AN APPROACH TO LITERACY AND STATISTICAL THINKING

Francisco Rodríguez-Alveal and Danilo Díaz-Levicoy

SUMMARY

The aim of this study is to analyze whether the questions in the assessment instruments formulated for mathematics student-teachers in the subjects of statistics promote the acquisition of statistical literacy and thinking. To this end, the assessment instruments applied to student-teachers from five higher education institutions in Chile were analyzed through content analysis. Among the findings, it can be noted that most of the

assessment instruments analyzed use the interrogative pronoun "which". In these cases, the questions are associated with procedural inquiries aimed at calculating statistical measures or the probability of an event. Similarly, most of the questions are classified under the application category, with less frequent instances of evaluation. Furthermore, there are few activities in which students interact with real data.

AVALIAÇÕES EM ESTATÍSTICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA: UMA ABORDAGEM PARA ALFABETIZAÇÃO E PENSAMENTO ESTATÍSTICO

Francisco Rodríguez-Alveal e Danilo Díaz-Levicoy

RESUMO

O objetivo deste estudo é analisar se as questões dos instrumentos de avaliação propostas aos professores de matemática em formação, nas disciplinas de estatística, podem promover a aquisição do letramento e pensamento estatístico. Para tanto, foram analisados através da análise de conteúdo os instrumentos de avaliação aplicados a professores em formação em cinco instituições de ensino superior do Chile. Dentre os resultados, pode-se notar que na maioria dos ins-

trumentos de avaliação analisados são utilizados pronomes interrogativos como qual ou quais. Nestes casos, as perguntas estão associadas às questões processuais destinadas ao cálculo estatístico ou à probabilidade de ocorrência de um evento aleatório. Da mesma forma, a maioria das questões são classificadas na categoria aplicação e com menor frequência de avaliação. De igual maneira, existem poucas atividades nas quais há interação com dados reais.

retroalimentar los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

En coherencia con lo mencionado, esta investigación tiene como propósito analizar si las preguntas de los instrumentos de evaluación formuladas a los profesores de matemática en formación, en las asignaturas de estadística, promueven la adquisición de una alfabetización y un pensamiento estadístico. Para responder este objetivo general se plantean los siguientes objetivos específicos: 1) Analizar la formulación de las preguntas en los instrumentos de evaluación de las asignaturas de estadística; 2) Tipificar las preguntas propuestas en los instrumentos de evaluación de acuerdo con el nivel de demanda cognitiva; y 3) Determinar la relación de las preguntas con la alfabetización y el pensamiento estadístico.

Marco Teórico

Evaluación en el aprendizaje de la estadística

Los profesores que enseñan estadística están invitados a desarrollar en sus estudiantes habilidades afines a la alfabetización y al pensamiento estadístico (Garfield, 1994). En este sentido, las evaluaciones tradicionales no están en consonancia con este planteamiento, dado que se centran en el cálculo y la aplicación de fórmulas y hacen uso de situaciones descontextualizadas. En este contexto, es recomendable, dentro de las propuestas mencionadas en la literatura, el uso de portafolios, evaluación auténtica y evaluación de desempeño (Garfield, 1994). En particular, los trabajos con proyectos estadísticos se encuentran en sintonía con el desarrollo de contenidos y el desarrollo de

habilidades de alfabetización y pensamiento estadístico (Batanero *et al.*, 2013). Al respecto, en el caso chileno, Rodríguez-Alveal y Maldonado-Fuentes (2022) mencionan que los profesores de matemática se enfrentaron, escasamente, al uso de proyectos estadísticos como instancias de evaluación. Asimismo, el estudio da cuenta de que los futuros profesores, en las asignaturas de estadística, interactuaron con instrumentos de evaluación de corte técnico-aplicacionista, lo que dificultaría formar profesores estadísticamente alfabetizados.

Preguntas estadísticas: alfabetización y pensamiento estadístico

Atendiendo a la naturaleza de la estadística (Moore, 2004), la formulación de preguntas, en la formación de

profesores, plantea desafíos importantes. Principalmente, porque la estadística son números con contexto (Cobb y Moore, 1997). Esto conlleva a que los profesores en formación, en sus asignaturas de estadística, deberían adquirir habilidades relacionadas con la alfabetización estadística, como la capacidad de interpretar y evaluar información contextualizada, adquirir un léxico y la comprensión de símbolos estadísticos (Rodríguez-Alveal *et al.*, 2024), así como desarrollar el pensamiento estadístico, es decir, seleccionar y justificar modelos, procedimientos estadísticos acorde con los datos, control de la variabilidad e interpretación de los resultados según el contexto (Garfield y Ben-Zvi, 2008).

En este sentido, según Arnold y Franklin (2021), las preguntas en estadística se pueden clasificar en: 1)

interrogativas, las que consultan acerca de los procesos de obtención de datos y métodos estadísticos descriptivos e inferenciales utilizados, permitiendo conocer las habilidades y conocimientos adquiridos; 2) de análisis, aquellas que se relacionan con lectura e interpretación de estadígrafos, gráficos y tablas estadísticas para describir los datos y juzgar cuáles son las inferencias apropiadas que se deben realizar.

Preguntas estadísticas y las fases del ciclo investigativo

Wild y Pfannkuch (1999) proponen, dentro de su modelo de pensamiento estadístico, un ciclo de investigación compuesto por las siguientes fases: problema, plan, datos, análisis, conclusión (PPDAC). Estas fases se encuentran en estrecha relación con el estudio de problemas reales y con el trabajo por proyectos. En este contexto, se invita a los futuros profesores a formular preguntas relacionadas con el problema de investigación; las posibles propuestas de análisis estadísticos que se pueden realizar; la recolección de datos (tamaños de muestra, proceso de muestreo y representatividad). Asimismo, en el análisis de los datos, las interpelaciones deben articularse con los métodos descriptivos e inferenciales, que puedan dar respuestas a las preguntas de investigación y, finalmente, las interpretaciones y conclusiones extraídas a partir de los resúmenes estadísticos.

En síntesis, es necesario proponer a los profesores en formación preguntas que movilicen la reflexión y discusión sobre situaciones en las cuales participen esencialmente datos reales o extraídos de entidades gubernamentales. Así también, interrogar acerca de los supuestos que fundamentan los métodos estadísticos inferenciales, para dar robustez a la solución de los problemas investigados. Al respecto, en cada etapa del ciclo es primordial elaborar preguntas cuyo propósito sea entregar información acerca del aprendizaje de las

habilidades y los contenidos estadísticos, como una forma de incorporar ideas afines a la lectura, interpretación y toma de decisiones, habilidades propias de la alfabetización y del pensamiento estadístico, así como monitorear los conocimientos y habilidades adquiridos durante el proceso de formación profesional. Asimismo, dichas fases pueden interactuar de manera conjunta en actividades evaluativas como los proyectos estadísticos o de manera independiente en los instrumentos de evaluación como pruebas, talleres y controles.

Por otro lado, el informe GAISE (2005) explicita tres niveles de complejidad jerárquica de las preguntas que se pueden formular frente a situaciones estadísticas. En el Nivel A, las preguntas permiten interiorizar los conceptos estadísticos, en el B interviene la variabilidad, analizada mediante estadísticas descriptivas, y, en el C, interviene la búsqueda de generalización (la aleatoriedad). Al respecto, González y Chamoso (2015) entregan evidencias de que futuros profesores presentan dificultades en la generación de preguntas al trabajar en la resolución de proyectos estadísticos. Asimismo, Rivas *et al.* (2018) proponen un proyecto a futuros maestros de primaria para caracterizar su conocimiento estadístico, observando, por ejemplo, que los participantes saben calcular la media, pero no son capaces de pensar estadísticamente, dado que no interpretan este estadígrafo, y tienen dificultades para seleccionar la representación gráfica más pertinente según la naturaleza de los datos.

Metodología

Para responder al objetivo planteado, se realizó una investigación de tipo cualitativa, de nivel exploratorio-descriptivo. La muestra fue no probabilística de tipo intencional (McMillan y Schumacher, 2011), analizando los instrumentos de evaluación de 6 docentes universitarios de 5 instituciones de Educación Superior

de la zona centro-sur de Chile. Para efectos del análisis, se utilizó el siguiente código: [Ux.I.P], donde Ux corresponde al número asignado a la institución, I al tipo de evaluación, y P es la posición de la pregunta dentro del total del corpus. Por ejemplo, [U1. Test.160], corresponde a un instrumento de la universidad 1, de tipo test, y la pregunta está ubicada en la fila 160 de la base de datos.

Para el análisis de contenido de los instrumentos de evaluación se hizo uso de la propuesta de Mayring (2000). En primer lugar, se seleccionaron y categorizaron los instrumentos que serían analizados. En segundo lugar, se escogieron las preguntas. Finalmente, en tercer lugar, se analizó la redacción de las preguntas, el pronombre interrogativo y los verbos con los cuales comienzan, asimismo, se estratificaron según los niveles cognitivos de acuerdo con la taxonomía de Anderson y Krathwohl (2001) y sus alcances con las habilidades y conocimientos relacionados con la alfabetización y el pensamiento estadístico (Garfield y Ben-Zvi, 2008), en contraste con los lineamientos del informe GAISE (2016).

Resultados y Discusión

En general, los formadores de profesores, independientemente de la institución considerada en el estudio, hacen uso de

instrumentos de evaluación mencionados por Garfield (1994), entre ellos: 1) de monitoreo (controles, talleres computacionales, test, trabajos grupales); y 2) de producto (pruebas). En las siguientes secciones se analiza el propósito de la pregunta de acuerdo con los pronombres interrogativos y se caracterizan según el verbo utilizado. Además, se analiza su relación con la alfabetización y el pensamiento estadístico.

Propósito de las preguntas presentes en los instrumentos de evaluación

Del total de 313 preguntas analizadas, 51 (16,2%) de ellas utilizan pronombres interrogativos, predominando cuál o cuáles, como se muestra en la Figura 1. Al respecto, el pronombre qué (n= 15) es utilizado, por ejemplo, para solicitar a los profesores en formación que interpreten o decidan acerca de la relación entre variables cuantitativas mediante el coeficiente de correlación de Pearson, la lectura del comportamiento distribucional de una variable mediante el gráfico de cajas y el cálculo de tamaños de muestra.

Asimismo, se hace alusión al pronombre interrogativo cuál o cuáles (n= 30), desde una mirada esencialmente procedimental, por ejemplo, cuál es la probabilidad de eventos, aplicando la probabilidad clásica o condicional. Por otro

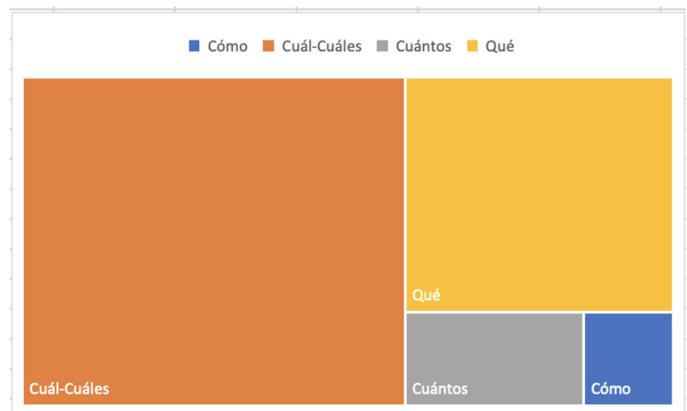


Figura 1. Pronombres interrogativos presentes en las preguntas los instrumentos de evaluación.

lado, con menor frecuencia, se mencionan los pronombres interrogativos cómo (n= 2) y cuántos (n= 4).

Al realizar el análisis según institución, el pronombre interrogativo cuál es utilizado preferentemente por los académicos de la institución U1 y en menor frecuencia por los de la U4 y la U2. Lo que evidencia, desde la perspectiva de Arnold y Franklin (2021), que solo un 16,3% de las preguntas que deben responder los profesores en formación tienen como propósito interrogar y monitorear la adquisición de habilidades y conocimientos estadísticos. Algunos ejemplos al respecto son:

¿Cuál es la probabilidad de que la muestra tenga un valor medio entre 90 y 110? [U2.Taller.184]

Se inspeccionan 10 productos, ¿cuál es la probabilidad de encontrar al menos uno defectuoso? [U4. Taller. 240]

Por otro lado, el pronombre interrogativo qué es utilizado primordialmente en los instrumentos de evaluación elaborados por los académicos de las instituciones U1 (n= 5) y U5 (n= 6). Al respecto, se presentan preguntas relacionadas con el cálculo porcentual en tablas de contingencia y el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de algún evento. Por ejemplo,

¿Qué proporción de las observaciones de resistencia son al menos de 85? ¿y menores de 95? [U2. Certamen. 207]

Del total de estudiantes hombres ¿qué porcentaje prefiere ver en el cine películas de violencia? [U5. Prueba.154]

En cambio, hay interrogantes que se orientan al análisis, en las cuales se solicita tomar decisiones acerca de la relación numérica que existe entre dos variables cuantitativas mediante el coeficiente de correlación de Pearson, así como sobre el efecto del error estándar en el

tamaño muestral, como se observa en las siguientes citas.

¿Qué tamaño de muestra se necesita, si queremos trabajar con un error estándar de 5%, 3% y 1% y un nivel de confianza de 95%? Justifique. [U1. Prueba. 86].

¿Qué quiere decir que el coeficiente de correlación de Pearson entre el tiempo promedio en traslado y el rendimiento académico de los 29 alumnos sea igual a 0,35?[U1. Control.17].

Clasificación de las preguntas presentes en los instrumentos de evaluación

Asimismo, los enunciados de las preguntas planteadas a los futuros profesores se pueden clasificar de acuerdo con la taxonomía de Bloom (1956), según el verbo que utilizan. Así, como se observa en la Figura 2, hay una alta presencia de preguntas que movilizan una demanda cognitiva relacionada con la aplicación (n= 174) y la comprensión (n= 43), y en menor grado las relacionadas con conocimiento (n= 3), análisis (n= 10), síntesis (n= 5) y evaluación (n= 4).

A modo de ejemplo, se presentan algunas preguntas, planteadas a los futuros profesores de matemática en las evaluaciones de las asignaturas de estadística, relacionadas con la demanda cognitiva de aplicación, asociadas a los verbos calcular y construir.

Construya una tabla de frecuencias de intervalos de igual amplitud. [U1. Control. 5]

Calcula la probabilidad de que sea mujer, sabiendo que está en un curso con orientación humanista. [U5. Prueba. 134]

Las actividades anteriores requieren, esencialmente, que los profesores en formación reconstruyan un hecho o procedimiento realizado en el aula. Estas interrogantes, según Stein et al. (2007), no promueven una comprensión del contenido, debido a que invitan a la aplicación repetitiva de procedimientos. Desde la mirada de Mesa y Lande (2014), este tipo de preguntas se clasifican como rutinarias, debido a que se espera que sean conocidas por el estudiantado. Esto se debe a que son temáticas presentes en el currículo de estadística, tanto en el sistema escolar como universitario, en el caso chileno.

Por otro lado, en la jerarquía de comprensión se presentan 43 preguntas cuyos verbos son, esencialmente: argumentar, concluir, confirmar, comparar, definir, demostrar, describir, expresar, generalizar, indicar, inferir e interpretar. Un ejemplo de ello son las tareas que se presentan a continuación.

Defina con sus propias palabras población objetivo y muestra aleatoria. Apóyese en ejemplos. [U1. Control. 1]

Interprete el coeficiente de asimetría de Fisher y coeficiente de curtosis [U1. Control. 15]
Generalizar el problema (expresando $p(x)$). [U4. Taller. 257]

En estos casos, los profesores en formación, además de definir conceptos estadísticos, también deben calcular e interpretar algunos estadígrafos en el contexto de la situación problema, es decir, deben realizar un proceso de transnumeración. Asimismo, la comprensión de símbolos usuales en estadística, habilidades que eventualmente favorecerían la adquisición de una alfabetización estadística (Garfield y Ben-Zvi, 2008).

Preguntas y su relación con la alfabetización y el pensamiento estadístico

En la Tabla I, se muestran las habilidades y conocimientos presentes en los instrumentos de evaluación que deben responder los profesores de matemática en formación, y su relación con la alfabetización y el pensamiento estadístico, acorde a las definiciones entregadas por Garfield y Ben-Zvi (2008) y el informe GAISE (2016).

En esta línea, los instrumentos de evaluación analizados hacen referencia a elementos ostensivos (Batanero, 2000), relacionados con objetos abstractos, por ejemplo, $E(X)$, $E(g(x))$, $f(x)$, $F(x)$, α y $P(A \cap B)$. En concreto, a continuación se



Figura 2. Nivel de complejidad de las preguntas presentes en los instrumentos de evaluación.

TABLA I
HABILIDADES Y CONOCIMIENTOS ACERCA DE LA ALFABETIZACIÓN Y PENSAMIENTO ESTADÍSTICO EN LOS INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN ANALIZADOS

Habilidades / Conocimientos	U1	U2	U3	U4	U5
Alfabetización	x	x	x	x	x
Comprensión de símbolos	x	x	x	x	x
Conceptos estadísticos	x	x	x	x	x
Vocabulario	x				
Probabilidad como una medida de incertidumbre	x	x	x	x	x
Pensamiento estadístico	x				x
Lectura de tablas y gráficos	x				x
Interpretación de información	x				
Omnipresencia de la variabilidad	x			x	
Selección de modelos					
Procedimientos de análisis adecuados					
Evaluación crítica de los resultados					

Fuente: GAISE (2016), Garfield y Ben-Zvi (2008).

presentan dos ejemplos de actividades en que intervienen estos elementos.

Determine $F(x)$ y calcule $P(1,5 < x < 2,5)$. [U3. Certamen. 225]
Se dice que los eventos A y B son independientes si $P(A|B) = P(A)$ o, equivalentemente, que $P(A \cap B) = P(A)P(B)$. Pruebe que los eventos A^c y B^c son independientes. [U4. Taller. 262]

La comprensión de estos elementos se encuentra en estrecha relación con el conocimiento de símbolos, una de las habilidades de la alfabetización estadística (Ben-Zvi y Garfield, 2004). Cabe mencionar que dichos objetos se encuentran, mayoritariamente, en los instrumentos de los docentes de las instituciones U1 y U4. Por otro lado, en las tareas se hacen referencia a conceptos estadísticos que, eventualmente, podrían generar ambigüedad semiótica, como la desviación poblacional y el error estándar muestral ($\sigma_{\bar{x}}$), que es el cociente entre la desviación estándar poblacional σ y la raíz del tamaño de muestra \sqrt{n} (Kim *et al.*, 2016). Esta situación invita a los docentes universitarios a hacer las comparaciones pertinentes mediante actividades teóricas y prácticas, teniendo

presente la diferencia entre parámetros y estadísticos, que requieren de la adición de un adjetivo (población o muestra) para distinguir la definición estadística de su uso cotidiano (Lavy y Mashlach-Eizemberg, 2009). En coherencia, a continuación, se presentan las siguientes interrogantes.

¿Cuál el error estándar de la muestra? [U2. Certamen.183]
Comparar la desviación estándar muestral con la desviación estándar poblacional estimada. [U2. Certamen.190]

En relación con el vocabulario utilizado en los instrumentos de evaluación, se observan términos que podrían generar ambigüedades léxicas en los profesores en formación. Por ejemplo, asociar el concepto de segmentación con el de estratificación. Así también, el de modelo de regresión lineal con el de ecuación de la línea de tendencia.

Realice un estudio segmentado según la variable sexo. [U1. Taller. 83]
Encontrar, a mano, la ecuación de la línea de tendencia. [U2. Certamen. 204]

Por otro lado, acorde con la taxonomía sobre pensamiento estadístico de Wild y Pfannkuch (1999) (Tabla II),

la mayoría de los profesores en formación de las instituciones participantes del estudio son consultados acerca del cambio de representación de los datos brutos (sistema real) a resúmenes gráficos o numéricos (sistema estadístico), proceso denominado transnumeración (Wild y Pfannkuch, 1999). Algunas de las preguntas formuladas son las siguientes:

Calcular medidas de centralidad e interprete adecuadamente. [U1. Control. 8]
Calcular los cuartiles y graficarlos en diagrama de caja y bigotes. [U2. Certamen. 212]

Cabe destacar que los instrumentos de la institución U1 hacen referencia a medidas de centralidad (media, mediana y moda), más allá del cálculo, al exigir su interpretación. En esta misma línea, los profesores en formación de dos de las cinco instituciones deben tomar decisiones acerca de la representación gráfica más pertinente a la naturaleza del dato (pensamiento estadístico). Las siguientes preguntas son ejemplos de esta situación:

Construya un gráfico adecuado para la variable X_5 [U1. Control. 13]

Trace un diagrama de caja de los datos y comente sus propiedades. [U2. Taller. 177]
Grafica el modelo obtenido en c) sobre el diagrama de dispersión pertinente e indica las principales conclusiones que observas. [U5. Prueba. 162]

Este tipo de actividades permite, eventualmente, dar sentido a la naturaleza del dato y, por consiguiente, a la comprensión de la realidad y a una correcta toma de decisiones (Salcedo *et al.*, 2021). En relación con el tipo de pensamiento sobre la percepción de la variación (Tabla II), se solicita al profesorado en formación tomar decisiones acerca de la variabilidad de conjuntos de datos, así como modelarlos. Un ejemplo de ello son las siguientes actividades.

¿Cuál de los dos grupos tiene calificaciones más homogéneas? [U1. Prueba. 63]
Sean A_i : la máquina i está funcionando, $i = 1, 2$ y B : por lo menos una máquina está operando. Expresar mediante una ecuación, la relación entre estos eventos. [U4. Prueba. 253]

En estas actividades se consulta de manera explícita acerca de la variabilidad mediante

TABLA II
DIMENSIONES DEL PENSAMIENTO ESTADÍSTICO EN LAS PREGUNTAS DE LOS INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Dimensión	Habilidades / Conocimientos	U1	U2	U3	U4	U5
Tipos de pensamiento	Reconocimiento y necesidad de los datos	x				x
	Transnumeración	x	x		x	x
	Razonamiento con modelos estadísticos	x	x		x	x
	Integrar la estadística con el contexto	x	x			x
	Percepción de la variación	x	x		x	x
Ciclo interrogativo	Generar					
	Buscar	x	x			x
	Argumentar	x	x			x
	Interpretar	x				x
Ciclo investigativo (PPDAC)	Valorar					
	Problema					
	Plan	x				
	Datos					
	Análisis	x				
Conclusiones		x				

Fuente: elaboración propia.

el concepto de homogeneidad, en la que se debe recordar qué estadígrafos permitirían cuantificarla, sin exigir su interpretación. Por su parte, las otras preguntas son de carácter más abierto, es decir, invitan a tomar decisiones acerca de qué estadígrafos permiten dar respuesta a ellas. En síntesis, inquietan sobre habilidades relacionadas con el pensamiento estadístico.

Por otro lado, en los instrumentos de evaluación de tres de las cinco instituciones formadoras se encuentran presentes, mayoritariamente, las habilidades de buscar, argumentar e interpretar. A modo de ejemplo:

Encontrar, a mano, la ecuación de la línea de tendencia. [U2. Certamen. 204]

De ser pertinente utiliza el modelo obtenido en c) para estimar la cantidad de gramos de alcohol por litro de sangre, sabiendo que con el método 2 se obtuvieron 0,1 gramos. ¿Dirías que esa estimación es confiable?, justifica tu respuesta. [U5. Prueba.165]

¿Están fundadas las sospechas del propietario?

Concluya con un 5% de significancia. [U1. Examen. 122]

Finalmente, llama la atención que solamente los profesores en formación de UI realicen trabajos grupales, modalidad que, según Batanero y Arteaga (2018), permite discutir sobre los conceptos y técnicas que se presentan en las diferentes fases de una investigación estadística, favoreciendo las habilidades de comunicación y argumentación. Al respecto, cabe destacar que los datos entregados por el docente de la asignatura, donde mayoritariamente las actividades se relacionan con la fase de análisis del ciclo de investigación son los siguientes:

Realice un estudio dirigido sólo a los empleados que tuvieron un incremento de sueldo superior a 20 mil dólares. Realice nuevamente el gráfico del ítem anterior y comente. [U1. Taller Computacional-Fase Análisis.75]

Interpretar adecuadamente los gráficos y tablas del estudio. [U1. Taller computacional-Fase Conclusiones. 78]

En síntesis, de acuerdo con la taxonomía de pensamiento estadístico (Wild y Pfannkuch, 1999), los instrumentos de evaluación aplicados a profesores de matemática en formación no abordan situaciones problema relacionadas con proyectos estadísticos, lo que impide que interactúen con las fases del ciclo investigativo.

Conclusión

Acorde con lo mencionado en la literatura especializada, los propósitos de la enseñanza de la estadística son desarrollar ciudadanos con habilidades de alfabetización y pensamiento estadístico (Benzvi *et al.*, 2018), en particular para el profesorado en formación matemática. En este contexto, resulta de interés indagar cómo las preguntas presentes en los instrumentos de evaluación utilizados por los docentes universitarios de estadística en carreras de pedagogías permiten activar estos aprendizajes.

Tal como se puede desprender de los resultados exhibidos, las preguntas de los instrumentos de evaluación aplicados a

los profesores en formación matemática en las asignaturas de estadística, por lo general, usan el pronombre interrogativo "cuál" (o "cuáles"). Esto es coherente con lo mencionado por Arnold y Franklin (2021), al indicar que en todas las fases del ciclo investigativo las preguntas tienen que ser del tipo interrogativa. No obstante, las preguntas tienen como propósito usual realizar cálculos aritméticos, por encima del de monitorear la adquisición de conocimientos estadísticos y tomar decisiones. Además, las preguntas de las evaluaciones presentan, mayoritariamente, verbos relacionados con la aplicación de fórmulas, lo que requiere de una baja demanda cognitiva del profesorado en formación. Llama la atención que no se encuentren preguntas de análisis o relacionadas con errores algorítmicos o de interpretación de representaciones gráficas, dado que esta última se encuentra presente en los libros de texto (Rodríguez-Alveal y Maldonado-Fuentes, 2023). Estos hallazgos ratifican lo mencionado por Ruíz-Reyes *et al.* (2017), quienes

mencionan que el currículo escolar chileno es esencialmente algorítmico.

Otro elemento clave reportado en el presente estudio es que las preguntas de todas las instituciones formadoras se relacionan con habilidades propias de la alfabetización estadística, como la comprensión de símbolos, conceptos estadísticos y el cálculo de la probabilidad como una medida de incertidumbre. En cambio, habilidades relacionadas con el pensamiento estadístico, como la lectura de tablas y gráficos, interpretación de información y la omnipresencia de la variabilidad, solamente se presentan en los instrumentos de una de las instituciones formadoras, lo que influiría directamente en el desempeño profesional de los profesores en formación.

En esta misma línea, en tres de las cinco instituciones formadoras, los instrumentos plantean interrogantes relacionadas con el reconocimiento y necesidad de los datos, el proceso de transnumeración, la integración de la estadística con el contexto y la percepción de la variabilidad. Llama la atención el escaso uso de los proyectos estadísticos como metodología de enseñanza (Tabla II), pese a la relevancia mencionada por autores como Garfield (1994) y Pinto (2022).

Finalmente, la presente investigación invita a los docentes de estadística de las carreras de formación de profesores a repensar la orientación de preguntas en los instrumentos de evaluación, como una forma de favorecer el desarrollo de una alfabetización y pensamiento estadístico, condición necesaria y suficiente, para que estos puedan trabajar con sus estudiantes del sistema escolar, lo que debería verse reflejado en las interrogantes planteadas en los instrumentos de evaluación.

Una proyección del presente estudio es ampliar la muestra de instituciones formadoras, así como también realizar entrevistas a los profesores y estudiantes para potenciar el análisis y las conclusiones acerca de la pertinencia de los

instrumentos de evaluación para adquirir habilidades relacionadas con la alfabetización y pensamiento estadístico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Proyecto Fondecyt de Iniciación N° 11220295 de la Agencia Nacional de Investigación (ANID).

REFERENCIAS

Anderson L, Krathwohl D (2001) *A taxonomy for learning, teaching and assessing: a revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Longman. Londres, Reino Unido. 336 pp.

Arnold P, Franklin C (2021) ¿What makes a good statistical question? *Journal of Statistics and Data Science Education* 29: 122-130.

Batanero C (2000) Significado y comprensión de las medidas de posición central. *Revista UNO* 25: 41-58.

Batanero C, Arteaga P (2018) Enseñanza de la estadística con proyectos y comprensión gráfica. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* 31: 1410-1417.

Batanero C, Díaz C, Contreras JM, Roa R (2013) El sentido estadístico y su desarrollo. *Números* 83: 7-18.

Ben-Zvi D, Garfield J (2004) Statistical literacy, reasoning and thinking: goals, definitions and challenges. En: D Ben-Zvi, J Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*. Springer. Dordrecht, Países Bajos. pp. 3-15.

Ben-Zvi D, Gravemeijer K, Ainley J (2018) Design of statistics learning environments. En: D Ben-Zvi, K Makar, J Garfield (Eds.), *International handbook of research in statistics education*. Springer. Dordrecht, Países Bajos. pp. 473-502.

Bloom BS (1956) *Taxonomy of educational objectives, handbook: The cognitive domain*. David McKay Inc. EE.UU. 207 pp.

Cobb G, Moore D (1997) Mathematics, statistics, and teaching. *American Mathematical Monthly* 104: 801-823.

GAISE (2005) *Guidelines for assessment and instruction in statistics education (GAISE) report: A curriculum framework for PreK-12 statistics education*.

American Statistical Association. EE.UU. 108 pp.

GAISE (2016) *College Report ASA Revision Committee, "Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education College Report 2016"*. American Statistical Association. 141 pp.

Garfield J (1994) Beyond testing and grading: using assessment to improve student learning. *Journal of Statistics Education* 2: 2-7.

Garfield J, Ben-Zvi D (2008) *Developing students' statistical reasoning: connecting research and teaching practice*. Springer. Países Bajos. 408 pp.

González MT, Chamoso JM (2015) Enseñanza por proyectos: Una propuesta para la formación de maestros en la educación estadística. En: Consejería de Educación de la Junta de Castilla y León (Ed.), *Congreso las nuevas metodologías en la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas*. Academia de Artillería de Segovia. España. pp. 71-87.

Goodwin AL, Kosnik C (2013) Quality teacher educator = quality teachers? Conceptualizing essential domains of knowledge for those who teach teachers. *Teacher Education* 8: 87-104.

Hannigan A, Gill O, Leavy AM (2013) An investigation of prospective secondary mathematics teachers' conceptual knowledge of and attitudes towards statistics. *Journal of Mathematics Teacher Education* 16: 427-449.

Kim H, Fukawa-Connelly T, Cook S (2016) Student understanding of symbols in introductory statistics courses. En Ben-Zvi D, Makar E (Eds.), *The Teaching and Learning of Statistics: International Perspectives*. Springer International Publishing Suiza. pp. 163-174.

Lavy I, Mashiach-Eizenberg M (2009) The interplay between spoken language and informal definitions of statistical concepts. *Journal of Statistics Education* 17: 1-10.

Mayring P (2000) Qualitative content analysis. *Forum Qualitative Social Research* 1: 20.

McMillan JH, Schumacher S (2011) *Investigación Educativa*. Pearson-Addison Wesley. EE.UU. 664 pp.

Mesa V, Lande E (2014) Methodological considerations in the analysis of classroom interaction in community college trigonometry. En: Li Y, Silver E, Li S (Eds.), *Transforming Mathematics*

Instruction. Advances in Mathematics Education. Springer. pp. 475-500.

Moore DS (2004) Foreword. En: Ben-Zvi D, Garfield J (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning, and thinking*. Kluwer Academic Publishers. pp. ix-x.

Pérez K, Hernández E (2017) La elaboración de preguntas en la enseñanza de la comprensión de problemas matemáticos. *Relime* 20: 223-248.

Pinto J (2022) Estadística con proyectos: una propuesta para la formación del profesorado. En: Salcedo A, Díaz-Levicoy D (Eds.), *Formación del profesorado para enseñar estadística: retos y oportunidades*. CIEMAE-UCM, Chile. pp. 47-75.

Rivas H, Godino JD, Arteaga P (2018) Desarrollo de conocimientos estadísticos en futuros profesores de educación primaria a través de un proyecto de análisis de datos: posibilidades y limitaciones. *Educación Matemática* 30: 83-100.

Rodríguez-Alveal F, Díaz-Levicoy D (2019) Avaliação da alfabetização gráfica de professores da Educação Básica em formação e em exercício. *Educar em Revista* 35: 85-103.

Rodríguez-Alveal F, Maldonado-Fuentes AC (2022) Alfabetización estadística y evaluación: puntos de encuentro en la formación inicial docente. En: Salcedo A y Díaz-Levicoy D (Eds.), *Formación del profesorado para enseñar estadística: retos y oportunidades*. CIEMAE-UCM Chile. pp. 239-263.

Rodríguez-Alveal F, Maldonado-Fuentes AC (2023) Typology of questions on variability in school textbooks and their relationship to statistical literacy and thinking. *Unciencia* 37: 1-19.

Rodríguez-Alveal F, Maldonado-Fuentes AC, Díaz-Levicoy D (2024) Lexical ambiguities in Statistics declared by in training and in-service teachers. *EJMSTE* 20: em2422.

Rodríguez-Alveal F, Maldonado-Fuentes AC, Sandoval P (2016) Comprensión de las medidas de tendencia central: un estudio comparativo en estudiantes de pedagogía en matemática en dos instituciones formadoras chilenas. *Avaliação* 21: 929-952.

Ruiz-Reyes K, Begué N, Batanero C, Contreras JM (2017) Un estudio comparado de los

- contenidos de muestreo en la Educación Secundaria Obligatoria en Chile. *Educação Matemática Pesquisa* 19: 67-83.
- Salcedo A, González J, González J (2021) Lectura e interpretación de gráficos estadísticos, ¿cómo lo hace el ciudadano? *Paradigma* 42: 61-88.
- Stein MK, Remillard J, Smith MS (2007) How curriculum influences student learning. En: FK Lester Jr (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*. Information Age Publishing. EE.UU. pp. 319-369.
- Sthol H (2005) Probability in teacher education and development. In GA Jones (Ed.), *Exploring Probability in School: challenges for teaching and learning*. Springer. pp. 345-366.
- Wild C, Pfannkuch M (1999) Statistical thinking in empirical enquiry (with discussion). *International Statistical Review*, 67: 223-248.