

Alfabetización y Pensamiento Estadístico en Futuros Docentes de Matemática

Francisco Rodríguez-Alveal¹
Maitere Aguerrea²

¹Universidad del Bío-Bío, Chillán – Chile

²Universidad Católica del Maule, Talca – Chile

RESUMEN – Alfabetización y Pensamiento Estadístico en Futuros Docentes de Matemática. El objetivo de esta investigación fue evaluar la alfabetización y pensamiento estadístico alcanzado por profesores de matemática en formación. Mediante un estudio cualitativo, sustentado en un diseño de estudio de caso. Participaron 36 futuros profesores, quienes realizaron un proyecto estadístico. Entre los hallazgos se destacan errores conceptuales relacionados con seleccionar representaciones gráficas pertinentes al tipo de dato, como así también al proporcionar argumentaciones, evidenciando debilidades en el desarrollo de habilidades afines a la alfabetización y pensamiento estadístico. Lo que permite concluir que no han desarrollado una alfabetización ni pensamiento estadístico para conducir aprendizajes en estadística escolar. Palabras-clave: **Alfabetización Estadística. Pensamiento Estadístico. Proyecto Estadístico. Profesores de Matemática.**

ABSTRACT – Statistical Literacy and Thinking in Future Mathematics Teachers. The objective of this research was to evaluate the literacy and statistical thinking achieved by mathematics teachers in training. Through a qualitative study, based on a case study design. 36 future teachers participated, who carried out a statistical project. Among the findings, conceptual errors related to selecting graphic representations relevant to the type of data stand out, as well as when providing arguments, evidencing weaknesses in the development of skills related to literacy and statistical thinking. Which allows us to conclude that they have not developed statistical literacy or thinking to conduct learning in school statistics. Keywords: **Statistical Literacy. Statistical Thinking. Statistical Project. Mathematics Teachers.**

Introducción

El acceso a las tecnologías de la información y la comunicación (TICs) que actualmente posee casi toda población, mediante el uso de celulares y computadoras, ha permitido monitorear y estar actualizado respecto al comportamiento de datos sociales, económicos, y sanitarios, entre otros. Por ejemplo, los datos comunicados en forma numérica y gráfica sobre la pandemia por COVID-19, tanto a nivel mundial como en Chile, respecto al número casos activos, recuperados y fallecidos, tasa de exámenes PCR (prueba de proteína C reactiva) y tasa de contagios, evolución de contagios, e impacto económico, entre otras; estadísticas que según Best (2008, p. 127) “están destinadas, no solo a informar a las personas, sino también a moldear sus actitudes y comportamientos”. Asimismo, la práctica de la estadística permitiría a los ciudadanos una mejor comprensión de un mundo cada vez más cuantitativo (Jolly, 2012), donde los datos contribuyen a tomar decisiones objetivas (Wild; Utts; Horton, 2017). En este contexto, es de interés que los ciudadanos no solo sean capaces de leer un informe o una noticia dada por los medios de comunicación, sino que también, la comprendan, interpreten, evalúen y analicen críticamente en base a los datos estadísticos que se presentan, tanto escritos como visuales. Es decir, se busca desarrollar en los ciudadanos habilidades tendientes al desarrollo de una alfabetización estadística (Gal, 2002; Garfield, 2002) desde la educación primaria, como en la secundaria y superior.

Al respecto, en el contexto chileno, la enseñanza de la estadística y la probabilidad, a nivel universitario, se ha orientado esencialmente de manera algorítmica, implicando en las y los profesores en formación, una débil adquisición de conocimientos conceptuales y desarrollo de habilidades argumentativas para la construcción de conocimiento, evaluarlo y comunicarlo (Estrella, 2017; Rodríguez-Alveal; Díaz-Levicoy, 2021).

Asimismo, en relación con la interpretación de resúmenes estadísticos donde intervienen medidas de tendencia central y variabilidad, que realizan futuros profesores de matemática, estos muestran conflictos sobre el significado, interpretación y la elección del promedio como medida representativa de un conjunto de datos, así como también, para interpretar la desviación típica en el contexto del problema (Gea et al., 2016). Más aún, estudios evidencian que éstos suelen presentar una tendencia más a la interpretación que a la descripción o evaluación de fenómenos o datos observados (Shin, 2021), implicando tener pocos recursos para enseñar a razonar estadísticamente a sus futuros estudiantes.

En síntesis, hay un escenario desafiante en la formación de profesores de matemática, para abordar uno de los principales propósitos de la educación estadística, que el estudiantado adquiera un pensamiento y alfabetización estadística, como herramienta para la vida. Según Watson (2006, p. 271) “los profesores son la próxima gran frontera en llevar la alfabetización estadística a todos los estudiantes para pre-

pararlos para salir de la escuela y entrar en la sociedad". En este sentido, en esta investigación se plantea el interés por evaluar las habilidades afines a la alfabetización y al pensamiento estadístico adquiridos por futuros profesores de matemática durante su formación inicial.

Marco Teórico

Alfabetización y pensamiento estadístico

La incorporación de la estadística y la probabilidad en el currículo escolar a nivel mundial es reciente (Alsina et al., 2020), siendo la *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM) los pioneros al incluir "Datos y Azar" como área temática en *Curriculum and Evaluation Standard for School Mathematics* (NCTM, 1989); esto como consecuencia de que los ciudadanos interactúan diariamente con una gran cantidad de datos y a la necesidad de interpretarlos, analizarlos y procesarlos computacionalmente, decidiendo sobre los métodos estadísticos más apropiados; lo que, a nivel de educación estadística, se asocia a conceptos como alfabetización y pensamiento estadístico.

Al respecto, a nivel internacional existen diferentes posturas sobre lo que se entiende por alfabetización estadística (Rodríguez-Alveal, 2017). En particular, según Gal (2002) es la capacidad de interpretar y evaluar críticamente la información estadística, abarcando también capacidades disposicionales tales como actitudes, creencia y postura crítica, entre otras. Por su parte, para Ben-Zvi y Garfield (2004), la alfabetización estadística incluye habilidades básicas y fundamentales, las que pueden ser utilizadas para comprender la información estadística o los resultados de una investigación. Estas habilidades incluyen la capacidad de organizar datos, crear y explicar tablas asociadas y trabajar con diversas representaciones de datos. La alfabetización estadística también incluye la comprensión de los conceptos, la adquisición de vocabulario y los símbolos utilizados en las estadísticas. En cambio, para Forbes et al. (2011), la alfabetización estadística es comunicar de manera verbal los mensajes que entregan los resúmenes numéricos y gráficos. En suma, como menciona Yuniawatika (2018, p. 170) la alfabetización estadística es:

[...] la capacidad de comprender, interpretar, evaluar y comunicar datos estadísticos a través de diversos medios de forma crítica. La capacidad de entender la comprensión de símbolos, términos, lenguaje estadístico, presentación de datos en un gráfico o tabla, y ser capaz de hacer la conexión entre datos estadísticos. La capacidad de interpretar y evaluar puede entenderse como la capacidad de una persona para leer datos y analizar con base en el conocimiento estadístico que ya tiene. Además, es capaz de predecir tendencias de un gráfico y extraer conclusiones basadas en datos existentes.

Por su parte, para Martadiputra (2010) la alfabetización estadística incluye: (1) razonamiento de datos; (2) comprensión de conceptos y términos básicos utilizados en estadística; (3) recolección y procesamiento de datos en estadísticas descriptivas; (4) capacidad básica para

traducir datos; y (5) capacidad básica para comunicar datos y resultados de investigación; propuestas que se conjugan con las ideas entregadas por Garfield (2002), DelMas (2002) y Chance (2002). Asimismo, en la síntesis realizada por Yuniawatika (2018) y Martadiputra (2010), un marco conceptual fundamental para la decodificación de gráficas es la taxonomía de Curcio (1989), la que define cuatro categorías o niveles relacionados con la lectura, la interpretación, la predicción y la mirada crítica de tablas y/o gráficos (Estrella; Olfos, 2012).

Por otro lado, el pensamiento estadístico involucra la adquisición de habilidades de orden superior, como la comprensión de las teorías y los supuestos que hay detrás de los métodos estadísticos, los procesos de simulación de fenómenos aleatorios y la aplicación a problemas reales y contextualizados (Garfield; Ben-Zvi, 2007). En este sentido, los lineamientos para la evaluación y enseñanza en educación estadística (Gaise, 2016) se orientan a las competencias que se deben desarrollar en el estudiantado, tales como, pensar críticamente sobre cuestiones estadísticas y reconocer la necesidad de los datos y la omnipresencia de la variabilidad de los mismos; lo que implica trabajar en la formación del profesorado con proyectos que permitan desarrollar estas habilidades yendo más allá de la aplicación de cálculos numéricos (Green; Blankenship, 2013).

Las TIC en la alfabetización y el pensamiento estadístico

Para el desarrollo de competencias en el procesamiento y manejo de datos, hoy en día las TIC tienen un rol fundamental. Según Perdomo y Rojas (2019) la introducción de estas ha sido una de las grandes revoluciones de la enseñanza y la pedagogía, aun cuando han surgido fuera de un contexto educativo (Cabero-Almenara, 2005), y ayudan a reducir la carga cognitiva (Baglin, 2013). En la misma línea, en el informe Gaise (2016, p. 19) se señala que “la tecnología ha cambiado la práctica de las estadísticas, y, por lo tanto, debería cambiar qué y cómo enseñar”. En particular, en la enseñanza de la estadística el uso de las TIC potencia el aprendizaje y motiva al estudiantado dado que facilita la comprensión de conceptos complejos o abstractos (Fernández-Morales, 2017), así como también, permiten resumir de manera gráfica y numérica los datos facilitando y potenciando la interpretación y la toma de decisiones (Capilla, 2014), como también la argumentación estadística (Berndt et al., 2021).

En síntesis, la automatización de los procesos estadísticos asociados a los cambios de representación (transnumeración) favorece que estudiantes y profesores se centren en conceptos de niveles superiores y en la resolución de problemas estadísticos (Ben-Zvi, 2000); permitiendo alcanzar una alfabetización y pensamiento estadístico (Garfield, 2002; Garfield; Ben-Zvi, 2008). En esta línea, en la Tabla 1 se da un marco para identificar acciones computacionales en el trabajo estadístico del estudiantado (Woodard, 2016).

Tabla 1 – Marco de acciones de computación estadística en el trabajo del estudiante

Acción de cálculo estadístico	El estudiante es capaz de realizar las siguientes acciones
Automatización de procedimientos computacionales	a) Usa la tecnología para crear gráficos o resúmenes estadísticos de manera eficiente para dar sentido a los datos, sin sobrecargar los procesos cognitivos. b) Utiliza la tecnología para realizar cálculos estadísticos y utilice los resultados para tomar decisiones adecuadas sin sobrecargar los procesos cognitivos.
Reconocimiento de patrones y toma de decisiones.	c) Reconoce patrones en el resultado de un análisis estadístico y utilizar esa información para determinar el siguiente paso del proceso. d) Reconoce patrones en la forma en que se codifican las cosas y usar ese patrón para ayudar a resolver el problema.

Fuente: Elaboración de los autores.

Entornos de aprendizaje activos

Para alfabetizar estadísticamente y desarrollar el pensamiento probabilístico en el estudiantado y profesorado en formación, autores como Azcárate y Cardeñoso (2011, p. 792) indican la necesidad de promover “entornos de aprendizaje activos” en los cuales el estudiantado sea consumidor o generador de datos, interactuando con situaciones problemas reales que permitan sumergirse en actividades auténticas de investigación y discusión, relacionadas con la estadística; teniendo en cuenta que el conocimiento estadístico no puede ser comprendido independiente a su realidad (Cobb; Moore, 1997). En este contexto, el trabajo con proyectos permite que los estudiantes contextualicen los conceptos y técnicas estadísticas en base a datos reales (Macgillivray; Pereira-Mendoza, 2011), permitiendo analizar, interpretar y comunicar la información que transmiten los datos disponibles (Azcárate; Cardeñoso, 2011).

En este sentido, Guven et al. (2021) proponen incorporar el ciclo de investigación de Wild y Pfannkuch (1999) en el proceso formativo, como una herramienta para el desarrollo de la alfabetización estadística y probabilística. En la Tabla 2 se describe este ciclo que consta de cinco fases de trabajo.

Tabla 2 – Fases del ciclo de investigación de Wild y Pfannkuch

Fases del Ciclo	Descripción
1	Planteamiento de un problema;
2	Identificación de las variables, especificando cómo serán medidas y qué tipo de diseño de muestreo utilizarán (plan);
3	Recolección de los datos y elección del <i>software</i> que los procesará (datos);
4	Resumen y análisis de los datos por medio de representaciones gráficas y numéricas (análisis);
5	Interpretación y conclusiones.

Fuente: Elaboración de los autores.

Al respecto, investigadores como Özmen y Baki (2017) y Watson et al. (2017) han documentado que incorporar el ciclo investigativo de Wild y Pfannkuch (1999) favorece la alfabetización estadística, como así también, su estructura permite desarrollar el pensamiento estadístico; además, de favorecer la interacción entre el estudiantado, cuando los proyectos son desarrollados en forma grupal.

Metodología

Para desarrollar la presente investigación se utilizó un enfoque metodológico cualitativo, basado en el diseño de estudio de casos (Pérez-Serrano, 1994).

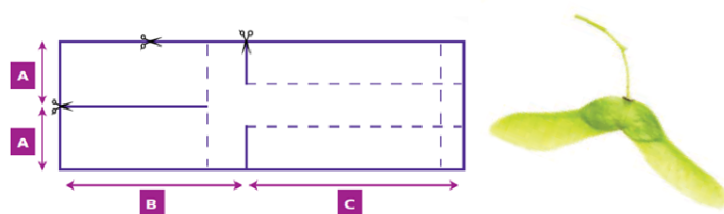
Contexto y participantes

Los participantes del estudio corresponden a 36 estudiantes de Pedagogía en Matemática que aprobaron las asignaturas relacionadas con estadística y probabilidad de su itinerario formativo y, en el momento del estudio, cursaban la asignatura de Didáctica de la Estadística, mediante docencia a distancia, haciendo uso de la plataforma Zoom, acorde a las políticas institucionales de confinamiento por el COVID-19. La selección de los participantes se realizó mediante un muestreo no probabilístico del tipo intencionado (McMillan; Schumacher, 2011), congregados en 11 grupos de trabajo para dar respuesta a las actividades planteadas. Para efectos de resguardar el anonimato de los participantes, los grupos se identificaron mediante un código alfanumérico: [Grupo N°] y [Profesores en Formación]. A modo de ejemplo [GPF1], es el grupo N°1 de profesores en formación.

Instrumento de recolección de datos y procedimiento de análisis

Para efectos del estudio se aplicó, previa traducción y adaptación al contexto chileno, una situación problema extraída de la página web *STEM Learning* (<https://www.stem.org.uk>). En la situación se simula la dispersión de semillas del árbol Sicómoro (*Ficus sycomorus*), originario de África Central. Para estudiar la dispersión de las semillas, producto del viento, se propone modelarlas como se describe en la Figura 1, donde A representa el ancho del ala de la semilla, B la longitud del ala de la semilla, y C el largo de la cola de la semilla (método denominado “helicóptero”).

Figura 1 – Figura de helicópteros de semillas



Fuente: Elaboración de los autores.

Los participantes realizaron tres actividades. En la primera, se solicitó dejar caer diez veces el “Helicóptero” de semillas desde la altura estándar de un metro, marcando el punto de impacto con el suelo y registrando las distancias desde el centro al punto de impacto. Con ello, los estudiantes se involucran activamente en la recopilación de los datos. Luego, con base en los datos obtenidos se solicitó realizar un análisis estadístico gráfico y numérico de las distancias, para describir el comportamiento de las semillas. Posteriormente, en la segunda actividad, se solicitó perturbar los parámetros (A), (B) y (C) del “Helicóptero” de semillas, realizar nuevamente el experimento (indicando qué parámetros perturbaron) y analizar los nuevos datos obtenidos. Finalmente, en la última actividad, se pidió comparar los resultados estadísticos de control y del diseño experimental, observando la relación entre las medidas numéricas y gráficas en ambos experimentos. Estas actividades fueron guiadas por las siguientes preguntas:

1. ¿Qué información entregan las medidas numéricas y gráficas en los experimentos con relación a las actividades planteadas?
2. ¿Qué parámetros del “Helicóptero” de semillas permiten que caiga más lejos del punto central (árbol)?
3. ¿Qué relación hay entre la altura de la cual se dejan caer los “Helicópteros” de semillas y la distancia al punto central (árbol)?

Para el procedimiento de análisis se elaboró una matriz de datos en Excel con las preguntas de las actividades y las respuestas entregadas por las y los participantes. La información se analizó teniendo como base las categorías asociadas a las fases del ciclo investigativo de Wild y Pfannkuch (1999) dado en la Tabla 2, desde una mirada de la alfabetización y pensamiento estadístico; en conjunto con el marco para identificar acciones de computación estadística expuesto en la Tabla 1. Además, siguiendo los pasos propuestos por Mayring (2000), se hizo análisis de contenido seleccionando segmentos de las transcripciones de las respuestas entregadas por las y los participantes acorde a las categorías mencionadas. Lo cual permitió identificar códigos emergentes, afines a los objetivos de la investigación, develando las convergencias y divergencias de las preguntas que orientaron las actividades.

Análisis y Resultados

A continuación, se muestran los resultados de las actividades correspondientes a las categorías descritas en las Tablas 1 y 2, y a los objetivos de esta investigación.

Resultados actividad 1: Análisis estadístico gráfico y numérico de la primera actividad

En general, los grupos de estudiantes acorde a la fase generación de datos del ciclo investigativo de Wild y Pfannkuch (1999), desarrollaron el experimento indicando el ancho del ala (A) o longitud del ala (B) o la masa de la cola del ala (C) del helicóptero, según el modelo descrito en la figura 1. En coherencia con lo anterior, en la Figura 2, se muestran

algunas imágenes que dan cuenta de la obtención de los datos al simular la caída del helicóptero, una vez construido.

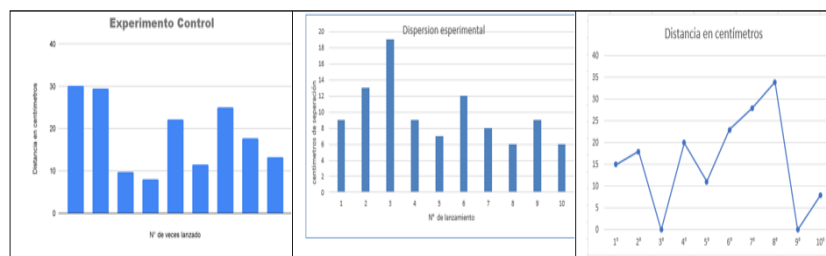
Figura 2 – Imágenes de la realización del experimento 1 por los profesores en formación



Fuente: Elaboración de los autores.

A continuación, teniendo presente la fase análisis de los datos del ciclo de investigación de Wild y Pfannkuch (1999) y acorde al pensamiento estadístico, considerando la naturaleza de los datos, el profesorado en formación debe seleccionar modelos y procedimientos adecuados para el análisis (Garfield; Ben-Zvi, 2008). Al respecto, los participantes de 4 de los 11 grupos resumen el comportamiento de la variable en estudio, distancia en centímetros a la cual caen los helicópteros de semillas (Figura 3), mediante gráficos de barras simples, y solamente 3 grupos hacen uso de gráficos de líneas.

Figura 3 – Ejemplos de representaciones gráficas realizadas por los participantes



Fuente: Elaboración de los autores.

En estas respuestas se aprecia un uso inadecuado de representaciones gráficas, las que no permiten resumir ni visualizar la variabilidad de los datos de la variable de interés, teniendo en cuenta su naturaleza cuantitativa. Debido a que los gráficos realizados por los grupos de profesores en formación no manifiestan un diálogo entre la naturaleza del dato y el modelo propuesto; habilidad propia de la adquisición de un pensamiento estadístico (Garfield; Ben-Zvi, 2008). Estos hallazgos son similares a los reportados por Rivas, Godino y Arteaga (2018), en el cual los profesores en formación presentan dificultades para elegir el gráfico adecuado para representar sus datos. Además, se observa que el gráfico de líneas presenta errores en su construcción, dado que no hace referencia a las variables representadas en los ejes, como así

también las unidades de medida utilizadas; similar a lo reportado por Arteaga et al. (2016).

Asimismo, todas las representaciones gráficas han sido construidas haciendo uso de Excel, donde, al igual que en el estudio de Arteaga et al. (2016, p.27), los profesores en formación hacen “una elección incorrecta de los datos a representar, tratando los valores de la variable (que debieran ser etiquetas en Excel) en la misma forma que las frecuencias”.

En relación con la fase de transnumeración, en la que se transmite o comunica el sentido de los datos (Pfannkuch; Rubick, 2002), los integrantes de uno de los grupos, comentan que:

En el gráfico los datos numéricos de los lanzamientos de los helicópteros de semilla varían aun si estos son lanzados desde una misma altura (GPF1).

El gráfico nos muestra los valores de las distancias de cada observación de la muestra con respecto al punto central (GPF6).

Relato que evidencia una lectura literal de los datos resumidos en el gráfico, acorde a la taxonomía de Curcio (1987), antecedente coherente con el estudio realizado por Rodríguez-Alveal y Díaz-Levicoy. (2019, p.100), en el cual se menciona que “en general, los profesores en formación y en activo tienen dificultades para la lectura e interpretación de representaciones gráficas y no siempre son capaces de discernir las cuestiones importantes resumidas en ellas”. Asimismo, Salcedo et al. (2021), señalan que los profesores en formación se ubican en el nivel de lectura básica de acuerdo con la taxonomía de Aoyama (2007).

Por otro lado, el análisis numérico realizado por los participantes consideró el cálculo de medidas de tendencia central, como la media aritmética y de variabilidad: la varianza, desviación estándar y el rango. Al respecto, se presentan algunas citas entregadas por los profesores en formación para interpretar estos estadígrafos en el contexto del problema:

Se puede observar que, la distancia desde el punto hasta donde cae el helicóptero va de cero a 34 centímetros y aunque la altura es siempre la misma y también el punto de partida, los helicópteros caen a distintas distancias, en donde el promedio es 15.7 centímetros (GPF4).

Se observa que, la menor observación de distancia con respecto al punto central fue de 4.4 cm y la mayor fue de 16.9 evidenciando un rango considerable de 12.5 cm. La media muestra corresponde a 10.31 cm, en este mismo sentido se observa que desviación estándar muestral no es exageradamente grande debido a que es menor que la media muestral, recordar que este estadístico es significativo porque se mide en las mismas unidades de medidas que las observaciones de la muestra. (GPF6).

En las cuales, los integrantes del GPF4 hacen referencia de manera literal a la dispersión de los datos y de manera implícita al rango como una medida de ubicación de los datos (un intervalo). Por su parte, los profesores en formación del GPF6, hacen alusión al estadígrafo rango para cuantificar la variabilidad de la distancia a la cual caen las semillas (Helicópteros). Además, ambos grupos hacen mención del promedio, sin interpretarlo en el contexto de la situación problema, es decir, su comprensión está orientada al cálculo aritmético.

Además, los integrantes del GPF11 entregan el valor del promedio y al rango, desviación estándar y varianza para cuantificar la variabilidad y dar cuenta del comportamiento numérico de los datos, comentando al respecto que:

Media: 9.5, Varianza: 24.8, Desviación estándar: 4.9 aprox. Rango: 17.5. Bajo estos resultados podemos inferir que las semillas tienen un índice de dispersión alto, ya que los resultados de cada lanzamiento no son uniformes, permitiendo así alcanzar un mayor esparcimiento de las semillas, beneficiando la agricultura (GPF11).

En el relato del GPF11 los participantes utilizan y relacionan conceptos de dispersión, uniformidad y esparcimiento, para referirse al concepto variabilidad presente en las observaciones, es decir, los profesores en formación de este grupo no tienen asociados en su vocablo palabras como dispersión y homogéneo, al referirse al concepto variabilidad, habilidades propias de la alfabetización estadística (Garfield, 2002; DelMas, 2002).

En cambio, GPF6 comenta acerca de la existencia de múltiples factores que incidirían en la respuesta, haciendo notar que intuitivamente el experimento tiene asociado un error experimental “bastante significativo”. Dando cuenta de un lenguaje estadístico no adecuado considerando que el concepto significativo es más propio de la inferencia estadística. Además, en el relato los participantes de este grupo hacen notar que existen factores que podrían influir en el control de la variabilidad de los datos (Wild; Pfannkuch, 1999).

En síntesis, los participantes calculan esencialmente el promedio aritmético, el rango, y la desviación estándar haciendo uso del software Excel, evidenciando habilidades tecnológicas, pero solo realizan una interpretación literal de estos estadísticos, sin hacer una conexión en el contexto de la situación problema, de tal forma que sean capaces de analizar y explicar el comportamiento de las variables involucradas desde la información obtenida por el estadígrafo. Además, se evidencia que los profesores en formación presentan, en general, un escaso conocimiento conceptual de conceptos estadísticos como significativo y de las medidas de variabilidad, al entender, erróneamente, la desviación estándar como un estadístico significativo porque tiene la misma unidad de la variable de interés; lo que eventualmente incidirá en la adquisición de un pensamiento estadístico acorde a lo mencionado por Garfield y Ben-Zvi (2007), ya que no transmiten o comunican el comportamiento de los datos en el contexto del experimento realizado.

Resultados actividad 2: análisis estadístico gráfico y numérico de la segunda actividad

En la segunda actividad se solicitó volver a simular el experimento, perturbando los parámetros asociados al “helicóptero” situando a los participantes en una actividad de variabilidad inducida. Al respecto, la Tabla 3 muestra los datos sobre el número de simulaciones realizada por los grupos de profesores en formación fluctúo, en general, entre cinco y seis.

Tabla 3 – Ejemplos de simulaciones realizadas por los participantes con parámetros perturbados

Grupo	Distancia en centímetros										Valor de los parámetros		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	A	B	C
GPF1	19.5	25.7	7.4	20.0	26.2	26.9	11.3	3.1	29.9	1.4	3.5	6.8	8.2
	5.2	13.9	28.3	2.6	3.0	8.0	29.1	4.7	6.6	18.8	5.0	8.0	7.0
	25.8	5.4	8.1	29.6	11.2	29.2	29.7	12.5	18.0	30.1	4.8	7.0	6.5
	7.0	17.6	3.8	9.8	3.9	3.1	8.2	29.1	17.8	7.6	4.7	5.0	4.0
	1.9	10.5	9.4	18.6	6.5	3.0	4.0	25.5	23.7	23.2	3.9	4.4	5.8
GPF2	9.0	13.0	19.0	9.0	7.0	12.0	8.0	6.0	9.0	6.0	10.0	8.0	8.0
	15.0	25.0	38.0	36.0	9.0	13.0	22.0	5.0	17.0	13.0	4.0	8.0	8.0
	25.0	27.0	25.0	28.0	19.0	17.0	7.0	5.0	12.0	14.0	6.0	8.0	8.0
	4.0	2.5	2.0	1.5	3.0	5.0	4.0	2.0	1.5	9.0	4.0	6.0	8.0
	33.0	8.0	27.0	13.0	6.0	6.0	7.0	7.0	3.0	18.0	4.0	8.0	6.0
GPF5	19.0	6.0	12.0	21.0	13.0	7.0	21.0	16.0	22.0	11.0	3.0	3.0	3.5
	15.0	21.0	18.0	14.0	11.0	8.0	16.0	11.0	7.0	8.0	6.0	4.0	3.0
	22.0	21.0	13.0	7.0	18.0	19.0	15.0	9.0	13.0	9.0	5.0	4.5	3.5
	10.0	20.0	12.0	5.0	12.0	5.0	12.0	6.0	12.0	4.0	4.5	4.0	2.5
	14.0	11.0	7.0	16.0	14.0	9.0	6.0	3.0	7.0	16.0	8.0	6.0	4.0

Fuente: Elaboración de los autores.

Como ejemplo, en la Figura 4 se muestran algunas representaciones gráficas entregadas por las y los participantes para comunicar el comportamiento de los datos obtenidos.

Figura 4 – Ejemplos de representaciones gráficas realizadas por los participantes con parámetros perturbados



Fuente: Elaboración de los autores.

En la cual se observa que, se hace uso del gráfico de barras agrupadas para presentar la variación de los datos de cada una de las simulaciones realizadas, evidenciando poca comprensión acerca de la representación gráfica más pertinente para mostrar la variabilidad de datos cuantitativos; teniendo en cuenta que el gráfico de barras agrupadas es propio para resumir datos asociados a variables cualitativas, dando cuenta de una falta de conocimientos conceptuales en el proceso de transnumeración (Wild; Pfannkuch, 1999). Asimismo, los gráficos de líneas muestran la tendencia de los resultados al perturbar los parámetros del “helicóptero” de semillas; representaciones que no son adecuadas para modelar la variabilidad de los conjuntos de datos. Lo que refleja que las y los participantes no han desarrollado habilidades al respecto, las que son propias del pensamiento estadístico.

A continuación, se presentan algunas citas de los participantes afín de comentar lo observado en las representaciones gráficas dadas en la Figura 4:

Al perturbar los parámetros del helicóptero de semilla se puede concluir que las variables de distancia cambian según si los valores de los parámetros son altos o bajos (GPF1).

Vemos en el gráfico que la serie que más se aleja del centro es la 2 que fue lanzada a más altura y la más cercana es la serie 4 que tiene las medidas de B más pequeñas (GPF2).

El que presenta mayor diferencia es el parámetro 3, el parámetro más constante es el 5 y los parámetros parecidos son el 1 y 4, al cambiar los parámetros modifica mucho la realización del experimento en la parte 1 (GPF6).

En estas respuestas, aun cuando las representaciones gráficas realizadas no son las adecuadas para mostrar visualmente el comportamiento de los datos cuantitativos, manifiestan un escaso pensamiento estadístico (Garfield; Ben-Zvi, 2007). Se aprecia en sus relatos que se pretende explicar el comportamiento de los datos con información que no se destaca a simple vista, como es la perturbación de los parámetros del “Helicóptero” de semillas (GPF2) y la altura a la cual fueron arrojados (GPF6), es decir, de acuerdo con la taxonomía de Curcio (1989) “leen dentro de los datos”. Además, no investigan en cuestiones acerca de la distribución de los datos como, por ejemplo, comentar la forma (asimetría) acorde la variación de los parámetros del “Helicóptero” de semillas.

Por otra parte, en relación con el análisis numérico (Tabla 4), solamente tres de los once grupos sintetizan en una tabla las medidas numéricas de tendencia central y variabilidad, calculadas en el contexto de los datos obtenidos, y producto de las simulaciones realizadas.

Tabla 4 – Ejemplos de representaciones numéricas realizadas por los participantes

GPF6	Análisis Estadístico		Análisis Estadístico		Análisis Estadístico	
	Mínimo	4.3	Mínimo	1.0	Mínimo	3.6
Máximo	13.0	Máximo	8.6	Máximo	11.3	
Rango	8.7	Rango	7.6	Rango	7.7	
Media	8.76	Media	5.13	Media	7.09	
D. Estándar	2.87	D. Estándar	3.07	D. Estándar	2.28	
Varianza	8.25	Varianza	9.40	Varianza	5.21	

GPF5	Parámetros	Simulación 3	Simulación 4	Simulación 5	Simulación 6	Simulación 7
	A	3.0	6.0	5.0	4.5	8.0
B	3.0	4.0	4.5	4.0	6.0	
C	3.5	3.0	3.5	2.5	4.0	
Promedio	3.1	4.3	4.3	3.6	6.0	
Promedio distancias	14.8	12.9	14.6	9.8	10.3	

GP11	Cola Alterada		Ancho Alterado		Alas Alteradas	
	Media	5.75	Media	6.6	Media	6.9
Varianza	7.76	Varianza	9.99	Varianza	3.39	
D. Estándar	2.78	D. Estándar	1.84	D. Estándar	1.84	
Rango	9.0	Rango	6.0	Rango	6.0	

Fuente: Elaboración de los autores.

En la cual se puede apreciar que los tres grupos determinan el promedio de las distancias a las cuales cayeron los “Helicópteros” de semillas, dándole a este estadígrafo un rol importante para describir el comportamiento de los datos. Sin embargo, los GPF6 y GPF11 hacen referencias a medidas de variabilidad como el rango, la desviación estándar y la varianza, escenario que les permite ahondar en la interpretación del comportamiento de datos cuantitativos, dado que distribuciones con igual promedio pueden tener diferente variabilidad; lo que evidencia un conocimiento estadístico procedimental elemental (Garfield; Ben-Zvi, 2008). Además, se observa que el GPF5, calculó también los promedios de los parámetros de los “Helicópteros” de semillas correspondientes, evidenciando falta de comprensión de la situación problema porque obtiene un dato sin sentido ni utilidad para la resolución. Al respecto, algunos de los comentarios realizados por las y los participantes son:

Al comparar los resultados estadísticos con las medidas de los parámetros de los diseños experimentales podemos observar que las medidas en el caso de los parámetros van en un promedio desde 3 a 7 centímetros; y en el caso de las distancias van en un promedio de 9.8 a 14.8 centímetros. Lo cual nos indica que si las medidas de los parámetros son cada vez mayores las distancias con el centro son menores, y, por el contrario, cuando las medidas de los parámetros son menores, las distancias con el árbol son mayores (GPF5).

En cuanto al análisis estadístico, se observa que la menor observación de distancia con respecto al punto central fue de 4.3 cm y la mayor fue de 13 evidenciando un rango de 8.7 cm que es bastante menor que el rango del experimento control. La media muestral corresponde a 8.76 cm, en este mismo sentido se observa que desviación estándar muestral no es grande debido a que es mucho menor que la media muestral (GPF6).

En estos relatos se observa también que el GPF5 y GPF6 analizan el comportamiento de los datos desde el rango de las distancias obtenidas, para explicar el efecto de las perturbaciones de los parámetros del “Helicóptero” de semillas, sin utilizar la variabilidad de los datos obtenidos para describir la dispersión de las semillas.

En síntesis, a pesar de que los profesores en formación calculan los estadígrafos necesarios para el estudio del comportamiento de los datos, no logran decodificar el mensaje que estos transmiten en el contexto de la situación problema; lo que evidencia un débil desarrollo de alfabetización y pensamiento estadístico (Garfield, 2002; Garfield; Ben-Zvi, 2007).

Resultados actividad 3: comparación de los resultados obtenidos en la primera y segunda actividad

Finalmente, en la actividad 3, los profesores y las profesoras en formación debían comparar los resultados de la primera simulación, lo que se ha denominado experimento control, con las perturbaciones realizadas a los parámetros del “Helicópteros” de semillas (diseño experimental). Al respecto el profesorado en formación entrega argumentos y razonamientos de distinta naturaleza. A manera de ejemplo se da la siguiente cita:

Se observa variaciones en los estadísticos en estudio en relación a los análisis numéricos obtenidos para el experimento control y los diseños experimentales. Lo anterior se debe a la perturbación de las condiciones que se realizaron a los “Helicópteros de semilla”. Se observa que la desviación estándar y varianza del experimento control es mayor que la de todos los otros diseños experimentales, lo anterior se debe a que el modelo control es más aerodinámico lo que generaría una mayor dispersión de las semillas. El análisis del rango nos demuestra que el experimento control es el más variable debido a que posee el mayor rango de observaciones de las muestras. En cuanto a las gráficas, también podemos concluir que el experimento control es que el que posee la mayor variabilidad en sus resultados, obteniendo un polígono de frecuencia más diverso con respecto a la media. (GPF6)

En la cual se justifica la variabilidad de los datos debido a las perturbaciones realizadas a los helicópteros de semillas, la cual se ve reflejada en la comparación de la desviación estándar del experimento control y del experimental, evidenciando un pensamiento estadístico. De manera similar los integrantes del GPF7 y GPF11, comentan que la dispersión de los datos se relaciona con la perturbación de los parámetros, sin hacer referencia al estadígrafo desviación estándar:

Se podría decir que las distancias al lanzar el helicóptero son más uniformes en el experimento 1, dado que en el experimento 2 los datos obtenidos son más dispersos lo cual depende de los parámetros modificados, aunque estos fueran realizados en las mismas condiciones de estudio (GPF7).

En términos generales, a base de los resultados obtenidos inferimos que las semillas sin alterar tienen una mayor dispersión que las semillas alteradas, los resultados de las semillas (GPF11).

Solamente uno de los once grupos, además de perturbar los parámetros del helicóptero de semillas, realizó lanzamientos desde una altura de 2 metros, producto del cual los helicópteros de semillas tienden a caer más lejos del centro, como mencionan en la siguiente cita las y los profesores en formación:

Al comparar los resultados estadísticos del control con el resultado de la perturbación B que se lanzó a 2 metros de altura, podemos observar que el helicóptero gira más más antes de caer, por esta razón tiende a alejarse más del punto central (GPF10).

En síntesis, los participantes mencionan estadígrafos relacionados con la cuantificación de la variabilidad, sin relacionarlos con el promedio de manera de tomar decisiones acerca del comportamiento de las semillas en el contexto de la situación problema.

Conclusiones

En este artículo, teórico empírico, se entregan antecedentes de la importancia que tienen los proyectos estadísticos como nuevas metodologías de enseñanza y evaluación de los conceptos y habilidades estadísticas adquiridas por profesores de matemática en formación, en las asignaturas de estadística y probabilidad de su itinerario formativo, afín de formar profesores alfabetizados y con un pensamiento estadístico adecuadamente desarrollado.

Al respecto, el resumen de datos mediante gráficos y los resúmenes numéricos, como la interpretación de resultados estadísticos, son

parte de los objetivos del aprendizaje de la estadística, donde su relevancia se enfatiza tanto en el informe Gaise (2005, 2016) como en las orientaciones curriculares chilenas. Sin embargo, llama la atención que, en general, las y los profesores en formación hacen uso de representaciones gráficas asociadas a variables cualitativas, como gráficos de barras simple y agrupadas, sin hacer uso de representaciones gráficas apropiadas que permitan mostrar el comportamiento de variables de naturaleza cuantitativa, lo cual es una de las instancias específicas de transnumeración (Pfannkuch; Rubick, 2002); antecedentes que entregan evidencias que los y las participantes del estudio no han desarrollado un pensamiento estadístico adecuado (Garfield; Ben-Zvi, 2008), así como también, habilidades propias de la alfabetización estadística (Garfield, 2002); obteniendo hallazgos similares a los mencionados por Rivas, Godino y Arteaga (2018). Por ejemplo, no hacen uso de histogramas o diagramas de caja para mostrar la distribución de los datos, el cual se encuentra presente en el currículo escolar chileno, y como menciona Estrella (2016, p. 20) su “inclusión [...], es una instancia fructífera para empezar a visualizar los valores extremos (muy comunes en la toma de datos reales)”.

Asimismo, el profesorado en formación se limita a realizar lecturas literales acerca de la información resumida en los gráficos, lo que restringe los alcances de sus comentarios en el contexto de la actividad planteada. Por otro lado, con el propósito de revelar numéricamente lo que ocultan los datos, las y los participantes calculan el promedio aritmético, el rango, la varianza y desviación estándar, proceso asociado a la transnumeración (Wild; Pfannkuch, 1999), sin hacer interpretaciones de dichos estadígrafos en el contexto de la situación planteada. Es decir, “Los estudiantes en Formación Inicial Docente de Pedagogía en Matemática tienen anclado cognitivamente los procesos de cálculo algorítmico que les impide ir más allá del número o resumir la información en contextos, para descodificar la naturaleza de lo representado estadísticamente” (Rodríguez et al., 2016, p. 948); lo cual es coherente a los estudios realizados por Batanero (2000).

De este modo, de acuerdo con Chick, Pfannkuch y Watson (2005), la transnumeración debe ser promovida y trabajada en el proceso de enseñanza y aprendizaje para la adquisición de una alfabetización y pensamiento estadístico, puesto que es necesario leer, interpretar y evaluar la información de los resultados de situaciones contextuales, como así también, incorporar problemas donde intervengan diferentes fuentes de variabilidad (Torok; Watson, 2000)¹.

Recibido en 24 de marzo de 2023
Aprobado en 27 de octubre de 2024

Nota

¹ Agradecimiento: Este trabajo se ha desarrollado en el marco del proyecto FONDECYT de INICIACIÓN 11220295 financiado por la Agencia de Nacional de Investigación y Desarrollo de Chile (ANID).

Referencias

ALSINA, Ángel et al. ¿Cómo promover la alfabetización estadística y probabilística en contexto? Estrategias y recursos a partir de la COVID-19 para Educación Primaria. **Épsilon-Revista de Educación Matemática**, n. 104, p. 99-128, 2020.

AOYAMA, Kazuhiro. Investigating a Hierarchy of Students' Interpretations of Graphs. **International Electronic Journal of Mathematics Education**, v. 2, n. 3, p. 298-318, 2007. Disponible en: <https://doi.org/10.29333/iejme/214>. Acceso en: 1 mar. 2023.

ARTEAGA, Pedro et al. Evaluación de errores en la construcción de gráficos estadísticos elementales por futuros profesores. **Revista Latinoamericana de Investigación En Matemática Educativa**, v. 19, n. 1, p. 15-40, 31 mar. 2016. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.12802/relime.13.1911>. Acceso en: 1 mar. 2023.

AZCÁRATE, Pilar; CARDEÑOSO, José María. A Enseñanza de la Estadística a través de Escenarios: implicação no desenvolvimento profissional. **Boletim de Educação Matemática**, v. 24, n. 40, p. 789-810, dic. 2011.

BAGLIN, James. Applying a Theoretical Model for Explaining the Development of Technological Skills in Statistics Education. **Technology Innovations in Statistics Education**, v. 7, 2013.

BATANERO, Carmen. Significado y comprensión de las medidas de posición central. **Uno. Revista de Didáctica de las Matemáticas**, Barcelona, n. 25, p. 41-58, 2000.

BEN-ZVI, Dani. Toward Understanding the Role of Technological Tools in Statistical Learning. **Mathematical Thinking and Learning**, v. 2, p. 127-155, 2000.

BEN-ZVI, Dani; GARFIELD, Joan. Statistical Literacy, Reasoning, and Thinking: goals, definitions, and challenges. **The Challenge of Developing Statistical Literacy, Reasoning and Thinking**, Springer Netherlands, p. 3-25, 2004. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_1. Acceso en: 1 mar. 2023.

BERNDT, Markus et al. Investigating statistical literacy and scientific reasoning and argumentation in medical-, social sciences-, and economics students. **Learning and Individual Differences**, Elsevier BV, v. 86, p. 1-9, feb., 2021. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.lindif.2020.101963>. Acceso en: 1 mar. 2024.

BEST, Joel. Beyond calculation: Quantitative literacy and critical thinking about public issues. **Calculus. Context Quantitative Literacy Implications for Teaching Education**, p. 1-11, 2008. Disponible en: <https://www.maa.org/sites/default/files/pdf/QL/cvc/cvc-125-135.pdf>. Acceso en: 1 mar. 2024.

CABERO-ALMENARA, Julio. Las TIC y las universidades: retos, posibilidades y preocupaciones. **Revista de la Educación Superior**, v. XXXIV, n. 135, p. 77-100, set. 2005.

CAPILLA, Carmen. A case study of applied statistics education in an environmental science degree. **IATED2014 Proceedings**, p. 5469-5476, 2014.

CHANCE, Beth L. Components of statistical thinking and implications for instruction and assessment. **Journal of Statistics Education**, California, v. 10, n. 3, p. 1-12, 2002. Disponible en: <http://www.amstat.org/publications/jse/>. Acceso en: 1 mar. 2022.

CHICK, Helen; PFANNKUCH, Maxine; WATSON, Jane. Transnumerative thinking: finding and telling stories within data. **Curriculum Matters**, NZCER Press, New Zealand Council for Educational Research, v. 1, p. 87-108, 1 jun. 2005. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18296/cm.0063>. Acceso en: 1 mar. 2022.

COBB, George; MOORE, David. Mathematics, statistics, and teaching. **The American Mathematical Monthly**, JSTOR, v. 104, n. 9, p. 801-823, nov. 1997. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2307/2975286>. Acceso en: 1 mar. 2023.

CURCIO, Frances R. **Developing graph comprehension**. Reston: NCTM, 1989.

CURCIO, Frances. Comprehension of Mathematical Relationships Expressed in Graphs. **Journal for Research in Mathematics Education**, National Council of Teachers of Mathematics, v. 18, n. 5, p. 382-393, nov. 1987. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2307/749086>. Acceso en: 1 mar. 2023.

DELMAS, Robert C. Statistical Literacy, Reasoning, and Learning: a commentary. **Journal of Statistics Education**, v. 10, n. 3, p. 1-12, jan. 2002. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/10691898.2002.11910679>. Acceso en: 1 mar. 2023.

ESTRELLA, Soledad. Comprensión de la media por profesores de educación primaria en formación continua. **REDIE**, Ensenada, v. 18, n. 1, p. 13-22, 2016.

ESTRELLA, Soledad. Enseñar estadística para alfabetizar estadísticamente y desarrollar el razonamiento estadístico. In: SALCEDO, A. (Comp.). **Alternativas pedagógicas para la educación matemática del siglo XXI**. Caracas: Centro de Investigaciones Educativas de la Universidad Central de Venezuela, 2017. p. 173-194.

ESTRELLA, Soledad; OLFOS, Reimundo. La taxonomía de comprensión gráfica de Curcio a través del gráfico de Minard: una clase en séptimo grado. **Educación Matemática**, v. 24, n. 2, p. 123-133, 2012. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40525862002>. Acceso en: 1 mar. 2023.

FERNÁNDEZ-MORALES, Antonio. Enriqueciendo la experiencia del aprendizaje de Estadística con animaciones interactivas D3.js: Aplicaciones para seguros de las cadenas de Markov. **International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI)**, v. 7, p. 25-37, 2017.

FORBES, Sharleen et al. Official Statistics and statistical literacy: they need each other. **Statistical Journal of the IAOS**, IOS Press, v. 27, n. 34, p. 113-128, 2011. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.3233/SJI-2011-0729>. Acceso en: 1 mar. 2023.

GAISE. **Guidelines for assessment and instruction in statistics education**. PreK-12 and College report. Alexandria: American Statistical Association, 2005. Disponible en: www.amstat.org/asa/education/Guidelines-for-Assessment-and-Instructionin-Statistics-Education-Reports.aspx. Acceso en: 1 mar. 2022.

GAISE. **Guidelines for assessment and instruction in statistics education**. Alexandria: American Statistical Association, 2016. Disponible en: www.amstat.org/asa/files/pdfs/GAISE/GaiseCollege_Full.pdf. Acceso en: 1 mar. 2022.

GAL, Iddo. Adults' Statistical Literacy: meanings, components, responsibilities. **International Statistical Review**, Hoboken, Wiley, v. 70, n. 1, p. 1-25, abr. 2002. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1751-5823.2002.tb00336.x>. Acceso en: 1 mar. 2023.

GARFIELD, Joan. The Challenge of Developing Statistical Reasoning. **Journal of Statistics Education**, v. 10, n. 3, p. 1-13, jan. 2002. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/10691898.2002.11910676>. Acceso en: 1 mar. 2023.

GARFIELD, Joan; BEN-ZVI, Dani. **Developing students' statistical reasoning: Connecting research and teaching practice**. Dordrecht: Springer, 2008.

GARFIELD, Joan; BEN-ZVI, Dani. How Students Learn Statistics Revisited: a current review of research on teaching and learning statistics. **International Statistical Review**, Hoboken, Wiley, v. 75, n. 3, p. 372-396, 10 dic. 2007. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1751-5823.2007.00029.x>. Acceso en: 1 mar. 2023.

GEA, María et al. Interpretación de resúmenes estadísticos por futuros profesores de educación secundaria. **REDIMAT - Journal of Research in Mathematics Education**, v. 5, n. 2, p. 135-157, 2016.

GREEN, Jennifer L.; BLANKENSHIP, Erin E. Primarily Statistics: developing an introductory statistics course for pre-service elementary teachers. **Journal of Statistics Education**, v. 21, n. 3, p. 1-21, nov. 2013. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1080/10691898.2013.11889683>. Acceso en: 1 mar. 2023.

GUVEN, Bulent et al. Evaluating the Statistics Courses in Terms of the Statistical Literacy: didactic pathways of pre-service mathematics teachers. **International Electronic Journal of Mathematics Education**, UK, Modestum Publishing Ltd, v. 16, n. 2, p. 1-15, 7 mar. 2021. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.29333/iejme/9769>. Acceso en: 1 mar. 2023.

JOLLY, R. Myrdal and the Economic Commission for Europe. **UN Chronicle**, p. 16-70, jan. 2012.

MACGILLIVRAY, Helen; PEREIRA-MENDOZA, Lionel. Teaching Statistical Thinking Through Investigative Projects. **Teaching Statistics in School Mathematics - Challenges for Teaching and Teacher Education**, Springer Netherlands, p. 109-120, 2011. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_14. Acceso en: 1 mar. 2023.

MARTADIPUTRA, Bambang. Kajian Tentang Kemampuan Melek Statistis Statistical Literacy, Penalaran Statistis Statistical Reasoning, Dan Berpikir Statistis Statistical Thinking. **Guru SMP**, v. 640, n. 83, p. 1-12, 2010.

MAYRING, Philipp. Qualitative Content Analysis. **Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research**, v. 1, n. 2, p. 1-40, 30 jun. 2000. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17169/FQS-1.2.1089>. Acceso en: 1 mar. 2023.

MCMILLAN, James; SCHUMACHER, Sally. **Investigación educativa**. Madrid: Pearson-Addison Wesley, 2011.

NCTM. National Council Of Teachers Of Mathematics. **Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics**. Reston, Virginia: NCTM, 1989.

ÖZMEN, Zeynep Medine; BAKI, Adnan. Evaluating the Practices of Instructors Teaching Statistics Courses from Different Undergraduate Programs in Terms of Statistical Literacy. **Ted Eğitim ve Bilim**, Ankara, Turkish Education Association, v. 42, n. 191, p. 323-349, 20 ago. 2017. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.15390/eb.2017.6984>. Acceso en: 1 mar. 2023.

PERDOMO VARGAS, Iván Ricardo; ROJAS SILVA, Julie Alejandra. La ludificación como herramienta pedagógica: algunas reflexiones desde la psicología. **Revista**

de Estudios y Experiencias en Educación, Concepción, Universidad Católica de la Santísima Concepción, v. 18, n. 36, p. 161-175, 1 abr. 2019.

PÉREZ-SERRANO, Gloria. **Investigación cualitativa**. Retos, interrogantes y métodos. Madrid: La Muralla, 1994.

PFANNKUCH, Maxine; RUBICK, Amanda. An exploration of students' statistical thinking with given data. **Statistics Education Research Journal**, v. 1, n. 2, p. 4-21, jan. 2002.

RIVAS, Hernán; GODINO, Juan; ARTEAGA, Pedro. Desarrollo de conocimientos estadísticos en futuros profesores de educación primaria a través de un proyecto de análisis de datos: posibilidades y limitaciones. **Educación Matemática**, v. 30, n. 3, p. 83-100, 2018.

RODRÍGUEZ, Francisco; MALDONADO, Ana Carolina; SANDOVAL, Pedro. (2016). Comprensión de las medidas de tendencia central: un estudio comparativo en estudiantes de pedagogía en matemática en dos instituciones formadoras chilenas. **Avaliação, Campinas; Sorocaba, SP**. v.21, n.3. p. 929-952. <http://dx.doi.org/10.1590/S1414-40772016000300013>.

RODRÍGUEZ-ALVEAL, Francisco. (2017). Alfabetización Estadística en Profesores de Distintos Niveles Formativos. **Educação & Realidad**, v.42, n.4, p. 1459-1477. <https://doi.org/10.1590/2175-623662610>.

RODRÍGUEZ-ALVEAL, Francisco; DÍAZ-LEVICOY, Danilo. (2019) Evaluación de la alfabetización gráfica del profesorado de Educación Básica en formación y en activo. **Educación en Revista**. v.35, n.78. p.85-103. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-4060.68977>

RODRÍGUEZ-ALVEAL, Francisco; DÍAZ-LEVICOY, Danilo. (2021). Estratégias para promover la alfabetización gráfica a partir de información sobre la COVID-19 en Educación Secundaria. **Tangram Revista de Educacao Matemática**. v.4. n.1. p. 155-169. <http://dx.doi.org/10.30612/tangram.v4i1.12560>.

SALCEDO, Audy et al. Maestros en formación leen e interpretan gráficos estadísticos. **Jornal Internacional de Estudos em Educação Matemática**, v. 13, n. 4, p. 374-384, 11 feb. 2021. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.17921/2176-5634.2020v13n4p374-384>. Acceso en: 1 mar. 2023.

SHIN, Dongjo. Preservice Mathematics Teachers' Selective Attention and Professional Knowledge-Based Reasoning About Students' Statistical Thinking. **International Journal of Science and Mathematics Education**, v. 19, n. 5, p. 1037-1055, 2021.

TOROK, Rob; WATSON, Jane. Development of the concept of statistical variation: an exploratory study. **Mathematics Education Research Journal**, Springer Science and Business Media LLC, v. 12, n. 2, p. 147-169, sept. 2000. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/bf03217081>. Acceso en: 1 mar. 2023.

WATSON, Jane et al. The Practice of Statistics. **International Handbook of Research in Statistics Education**, Springer International Publishing, p. 105-137, 10 dic. 2017. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_4. Acceso en: 1 mar. 2023.

WATSON, Jane M. **Statistical literacy at school: Growth and goals**. Mahwah: Lawrence Erlbaum, 2006.

WILD, Chris; PFANNKUCH, Maxine. Statistical thinking in empirical enquiry. **International Statistical Review**, v. 67, n. 3, p. 223-265, jan. 1999.

WILD, Christopher; UTTS, Jessica; HORTON, Nicholas. What Is Statistics? **International Handbook of Research in Statistics Education**, Springer International Publishing, p. 5-36, 10 dic. 2017. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_1. Acceso en: 1 mar. 2023.

WOODARD, Robert. Emphasizing Critical Thinking in Introductory Statistics. **The Joint Statistical Meetings**, Chicago, 2016.

YUNIAWATIKA, Y. Statistical Literacy and its Urgency for Students. In: *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, Dordrecht, v. 269, p. 170-173, 2018. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2991/coema-18.2018.41>. Acceso en: 1 mar. 2023.

Francisco Rodríguez-Alveal es profesor de Educación En Matemática y Magister en Estadística y Doctor en Educación actualmente trabajo en el Departamento Ciencias de la Educación de la Universidad del Bío-Bío de Chillan y mis líneas de interés son Formación Inicial Docente, Didáctica de la Estadística y Teoría de Distribuciones.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2169-0541>

E-mail: frodriguez@ubiobio.cl

Maitere Aguerrea es profesora de Matemática, Magister y Doctora en Matemática actualmente trabajo en el Departamento de Matemática, Física y Estadística de la Facultad de Ciencias Básicas de la Universidad Católica del Maule Talca mis líneas de interés son Ecuaciones Diferenciales y Formación de profesores.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7513-982X>

E-mail: maguerrea@ucm.cl

Disponibilidad de datos de la investigación: el conjunto de datos que respaldan los resultados de este estudio se publica en el propio artículo.

Editora responsable: Luciana Vellinho Corso

