



CONOCIMIENTO SOBRE EL MUESTREO EN ESTUDIANTES CHILENOS AL TÉRMINO DE LA EDUCACIÓN ESCOLAR

CHILEAN STUDENTS' UNDERSTANDING OF SAMPLING AT THE END OF SCHOOL EDUCATION

Karen Ruiz-Reyes
kruiz@institutocomercialosorno.cl
Instituto Comercial de Osorno,
Osorno, Chile

Felipe Ruz
felipe.ruz.a@pucv.cl
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso,
Valparaíso, Chile

Elena Molina-Portillo
elemo@ugr.es
Universidad de Granada,
Granada, España

José M. Contreras
jmcontreras@ugr.es
Universidad de Granada,
Granada, España

RESUMEN

En la actualidad, las nociones de inferencia estadística se incorporan dentro de las orientaciones curriculares de diversos países, incluido Chile, donde se le atribuye gran importancia a la noción de muestra y a su selección (muestreo). Por ello, este artículo tiene por objetivo indagar qué comprenden los estudiantes chilenos que cursan su último año de escolaridad sobre los métodos de muestreo. Se analizan las respuestas de 148 estudiantes chilenos de último año de secundaria (grado 12, 17-18 años) a un ítem de respuesta abierta sobre la identificación del sesgo de un método de muestreo. Los resultados muestran que los escolares prefieren el método de muestreo estratificado frente a otros y tienen dificultades para reconocer sesgos en la selección de muestras concretas.

PALABRAS CLAVE:

Técnicas de muestreo, Sesgos del muestreo, Educación secundaria.

ABSTRACT

At present, statistical inference has been incorporated into the curricular guidelines in several countries, including Chile, where great importance is attached to the notion of sample and its selection (sampling). This article aims to investigate what Chilean students understand about sampling methods at the end of their school education. The responses of 148 high school students (grade 12, 17-18 years old) to an open-ended item about bias identification in a sampling method are analyzed. The results show that high school students prefer the stratified sampling method and have difficulties in recognizing sampling bias in the selection of specific samples.

KEYWORDS:

Sampling Method, Sampling Bias, High School.

1. Introducción

Al analizar los documentos curriculares se puede apreciar que, durante los primeros niveles de escolaridad, la atención se centra en estudiar temas vinculados a la estadística descriptiva, mientras que los contenidos de inferencia estadística se han destinado para los últimos cursos de la trayectoria escolar, situación que puede evidenciarse en países como Estados Unidos, España y Chile (Common Core State Standards Initiative [CCSSI], 2010; Ministerio de Educación y Ciencia de España [MEC], 2015; Ministerio de Educación de Chile [MINEDUC], 2009, 2015a, 2015b). No obstante, en la literatura especializada sobre enseñanza de la estadística se ha resaltado el rol mucho más amplio y profundo de la inferencia para su tratamiento en la matemática escolar (Batanero, 2013; Makar y Ben-Zvi, 2011), sugiriendo su promoción desde los primeros años de educación obligatoria (Ben-Zvi et al., 2015; Meletiou-Mavrotheris y Paparistodemou, 2015). Entre las principales ideas de la inferencia

estadística se distingue la noción de muestra y los métodos de muestreo, que se consideran conceptos elementales básicos para continuar con el estudio de temas más avanzados como los intervalos de confianza y contrastes de hipótesis. Por ello, Burrill y Biehler (2011) hacen hincapié en que los errores de comprensión sobre el muestreo pueden proyectarse en los contenidos posteriores.

Profundizando en la realidad chilena, las directrices curriculares (MINEDUC, 2009, 2015a, 2015b) que se resumen en la Tabla 1, representan que el concepto de *muestra* (entendida como un subconjunto de la población) se oficializa a partir del séptimo año de enseñanza básica (grado 7, 12-13 años), junto a otros conceptos como dato, población y variable estadística. Además, se promociona el estudio de la aleatoriedad de una muestra y se orienta a la reflexión intuitiva sobre su representatividad y la posibilidad de estimar resultados poblacionales a partir de ella.

Tabla 1. Objetivos de aprendizaje relacionados con el muestreo en el currículo chileno
 Nota. Elaboración propia a partir de MINEDUC (2009, 2015a, 2015b).

Curso	Objetivos de Aprendizaje (OA) / Aprendizaje Esperado (AE)
Séptimo básico (12-13 años)	OA 15: Estimar el porcentaje de algunas características de una población desconocida por medio del muestreo. OA 16: Representar datos obtenidos en una muestra mediante tablas de frecuencias absolutas y relativas, utilizando gráficos apropiados, de manera manual y/o con software educativo.
Segundo medio (15-16 años)	OA 11: Utilizar permutaciones y la combinatoria sencilla para calcular probabilidades de eventos y resolver problemas.
Cuarto medio (17-18 años)	AE 14: Verificar mediante ejemplos concretos que la media de muestras aleatorias del tamaño n , extraídas de una población, se distribuye aproximadamente normal, si se aumenta el tamaño de la muestra.

En segundo medio (grado 10, 15-16 años) se profundiza en conceptos como el tamaño muestral, promoviendo el uso de distintas técnicas de conteo (permutaciones, variaciones y combinaciones) en el sorteo al azar, con o sin reposición. Mientras que en cuarto año medio (grado 12, 17-18 años) se promueve la realización de conjeturas sobre el tipo de distribución al que tienden las medias muestrales, con lo que se introduce la noción de distribución muestral y su relación con la distribución normal (MINEDUC, 2015b).

En este contexto, destacamos que en las directrices presentadas en la Tabla 1 no se explicita el trabajo con los distintos tipos de técnicas de muestreo, ni sus sesgos, por lo que surge la inquietud de indagar sobre qué comprenden los estudiantes respecto a estos conceptos. Desde esta perspectiva, en este trabajo se reportan los resultados de analizar las respuestas proporcionadas por una muestra de 148 estudiantes chilenos del último año de educación

escolar obligatoria (grado 12, 17-18 años) a un ítem de respuesta abierta sobre la comprensión del muestreo y el uso de sesgos en su aplicación. Para ello, en lo que sigue, se sintetizan los principales antecedentes que sustentan este estudio.

2. Antecedentes

Dentro de la exhaustiva revisión bibliográfica realizada acerca del muestreo, podemos mencionar que la literatura científica existente, con estudios que involucren estudiantes en edad escolar, es muy escasa, incluso a nivel latinoamericano. Por ello hemos seleccionado algunas investigaciones que, a pesar de su antigüedad, abordan este tema y nos han servido de referencia para estructurar los antecedentes del estudio aquí propuestos.

Heitele (1975) distingue al muestreo como uno de los conceptos más relevantes entre las ideas estocásticas

fundamentales. A pesar de ello, en la literatura se resalta que la investigación sobre el desarrollo de la comprensión del muestreo en escolares ha sido en general escasa (Makar y Rubin, 2018; Meletiour-Mavrotheris y Papanistodemou, 2015).

Por una parte, Jacobs (1997) analizó la comprensión informal sobre el muestreo en distintos grupos de alumnos estadounidenses de cuarto y quinto grado (9-11 años) al evaluar los métodos de muestreo en situaciones concretas y las conclusiones recogidas de ellas. Los niños utilizaron diversos criterios de evaluación según el contexto y el tipo de método de muestreo (restringido, autoseleccionado o aleatorio). Se destacan mayores dificultades para detectar sesgos con métodos de muestreo autoseleccionados que en los métodos de muestreo restringido, porque en las situaciones problemáticas presentadas a los estudiantes ellos consideraban que la autoselección era la manera más justa de seleccionar una muestra. Además, los estudiantes preferían el muestreo aleatorio estratificado frente al muestreo aleatorio simple.

Watson y Moritz (2000) desarrollaron un marco jerárquico o progresivo del razonamiento sobre el muestreo en escolares a partir de entrevistas a 62 estudiantes australianos de distintos grados. Años más tarde, Watson (2004) complementa estos resultados con un estudio longitudinal basado en entrevistas a 22 de los participantes de Watson y Moritz (2000) y otros 16 estudiantes de secundaria, después de tres o cuatro años de la consulta inicial. Los participantes prefieren la selección de muestras según algún procedimiento sesgado o intencional sobre las seleccionadas mediante un método de muestreo aleatorio. Además, tras clasificar las respuestas según el marco propuesto, la autora destaca que los participantes mejoran su razonamiento entre ambas entrevistas. Sin embargo, destaca que las bases curriculares australianas tienen una tarea pendiente con el muestreo, ya que en ellas se le otorga poco protagonismo a su enseñanza y es un aspecto elemental para promover el razonamiento inferencial.

Posteriormente, Watson y Kelly (2005) profundizan en los resultados previos analizando el razonamiento estadístico de 639 alumnos de los grados 3, 5, 7 y 9 (8-14 años), donde se incluían seis preguntas sobre muestreo basadas en las propuestas por Jacobs (1997). Estas interrogantes tenían por objetivo identificar sesgos en la selección de una muestra en diversas situaciones problema. Los alumnos consideran que los métodos de muestreo restringidos eran más fáciles de utilizar en comparación a los métodos de muestreo de tipo aleatorio, y más de la mitad fue capaz de detectar sesgos en el proceso de selección de muestras según cada contexto.

Por otro lado, Mavrotheris y Papanistodemou (2015) analizaron el razonamiento inferencial informal de 69 alumnos de 4° a 6° grado (9-11 años) sobre el conocimiento previo de conceptos tales como:

muestra, su tamaño, el método de selección de muestras y el uso de sesgos en el muestreo. Algunos estudiantes parecían ser conscientes del sesgo en las muestras descritas, pero descartaron como apropiado el *muestreo aleatorio simple* porque estaban preocupados de que pudiera conducir a resultados extremos argumentando que “es aleatorio, por lo que cualquier cosa podría suceder”. Otros prefirieron el muestreo estratificado, no para aumentar la representatividad de la muestra a seleccionar, sino para aumentar la “imparcialidad” del proceso según argumentos basados en el género (“los niños y las niñas deben estar representados por igual”). También expresaron su preferencia por el muestreo autoseleccionado sobre el muestreo aleatorio simple, pero no pudieron detectar el sesgo involucrado en la autoselección debido a que, para ellos, la participación voluntaria fue “la más justa”.

A partir de los antecedentes previos, reforzamos nuestro interés por indagar en la comprensión sobre el muestreo en estudiantes chilenos, que nos permita diagnosticar y describir el panorama actual del conocimiento sobre la materia y proyectar algunas implicaciones para su enseñanza. Por ello, a continuación, se detalla la metodología empleada, se caracteriza a los participantes y se describen las categorías consideradas para el análisis de las respuestas entregadas a un ítem que evalúa distinguir sesgos en la selección de una muestra.

3. Metodología

Dada la naturaleza descriptiva del estudio de la que forma parte este trabajo, es que se utiliza una metodología mixta (Hernández et al., 2014) que comprende un análisis cualitativo de las respuestas proporcionadas por los estudiantes, de acuerdo a una serie de categorías que se describen en el apartado *categorías de estudio*, y también un análisis cuantitativo de la frecuencia en que se observan dichas categorías en las respuestas de los sujetos participantes en este estudio.

3.1 Participantes y contexto

La muestra está constituida por 148 estudiantes de cuarto año medio (grado 12, 17-18 años), entre ellos 89 mujeres (60%) y 59 hombres (40%), pertenecientes a tres centros educativos de la ciudad de Osorno, Chile. Los participantes cursaban el primer semestre del año 2018, de los cuales 48 (32%) asisten a centros de dependencia particular pagada (privados), 50 (34%) a centros particulares subvencionados y 50 (34%) a centros municipales (públicos).

Esta muestra es *no probabilística* y fue seleccionada por medio de un *muestreo casual* o incidental ya que corresponde a individuos procedentes de los centros educativos a los cuales los investigadores poseían *facilidad de acceso* (Bisquerra, 2004). En cuanto a su formación previa, no se puede afirmar que los

estudiantes que forman parte de este estudio hayan recibido formalmente instrucción sobre el concepto de muestra y sus propiedades, ya que este criterio no fue pesquisado debido a que no formaba parte de los objetivos de nuestra investigación (Ruiz-Reyes, 2020).

3.2 Descripción del ítem

El instrumento utilizado corresponde a un cuestionario que se enmarca en una investigación doctoral sobre la comprensión del muestreo en estudiantes chilenos (Ruiz-Reyes, Ruz, Molina-Portillo y Contreras, 2019; Ruiz-Reyes, 2020), en el cual se incluye el ítem utilizado en este reporte, presente en la Figura 1.

En el ítem analizado en este manuscrito, se expone una situación problema que describe el resultado obtenido en la aplicación de encuestas realizadas a diferentes grupos de niños en un contexto escolar, en el que los métodos de muestreo y los resultados variaron, mientras que el tamaño de la muestra se mantuvo constante en 80 participantes. Se les pide a los alumnos que escriban sus respuestas completando la tabla que resume la información entregada en el enunciado y que además seleccionen cuál de los métodos expuestos es el método de muestreo que consideran más apropiado (Figura 1).

En este ítem se incluyen tres métodos de muestreo: aleatorio, restringido y autoseleccionado. En el método de *muestreo aleatorio* se asume que cada miembro de la población tiene la misma oportunidad de ser seleccionado. En el método de *muestreo restringido* se consideran grupos particulares de individuos que pueden ser más capaces de seleccionar una respuesta determinada y, en consecuencia, sesgar los resultados en una dirección particular. Mientras que en los métodos de *muestreo autoseleccionados* se permite que los participantes se seleccionen a ellos mismos y puedan afectar la representatividad de la muestra seleccionada (Jacobs, 1997). Caracterizando los métodos de muestreo expuestos en el enunciado del problema (Figura 1), se puede apreciar que el método de Andrea y Sara corresponde a un *muestreo restringido*; el método de Elena es un *muestreo autoseleccionado*; el método de Luis y el de Pedro son *muestreos aleatorios*; y más específicamente el método de Pedro corresponde a un muestreo estratificado.

Ítem. Los estudiantes de un colegio realizaron una encuesta para determinar el porcentaje de niños que reciclan en sus casas:

- Andrea preguntó a 80 estudiantes que son miembros del club de medioambiente.
- Elena envió un cuestionario a todos los niños del colegio y tomó los primeros 80 que contestaron.
- Pedro quiso el mismo número de niños y niñas. Así que preguntó a 5 niños y 5 niñas de cada curso para conseguir los 80 estudiantes que constituyen la muestra.
- Luis tenía los nombres de los 800 estudiantes en la escuela; puso cada nombre en un papel en un sombrero y sacó 80.
- Sara no conocía demasiados niños por lo que decidió encuestar a 80 niñas. Pero quería asegurarse de tener niñas de varias edades, por lo que tomó 10 niñas de cada nivel.

a. Completa la última columna donde preguntamos si el método de cada niño es apropiado.

Niño	A quien pregunta	¿Te parece un método apropiado? ¿Por qué?
Andrea	80 estudiantes del club de medioambiente.	
Elena	Envío un cuestionario a todos los niños del colegio y tomé los primeros 80 que contestaron primero.	
Pedro	5 niños y 5 niñas de cada curso	
Luis	Puso el nombre de cada niño de la escuela (800) en un papel en un sombrero y sacó 80	
Sara	10 niñas de cada nivel.	

b. De acuerdo a los datos entregados en el enunciado, ¿Cuál crees que es la mejor manera de escoger a los niños para estimar el porcentaje de ellos que recicla en casa?

Figura 1. Ítem aplicado sobre el uso de sesgos en el muestreo
 Nota. Ítem adaptado de Meletiou-Mavrotheris y Papanastasiou (2015) y de Watson y Kelly (2005).

Este ítem, previamente validado con estudiantes australianos y del Medio Oriente, ha sido adaptado del trabajo de Meletiou-Mavrotheris y Papanastasiou (2015) y de Watson y Kelly (2005), cuyas preguntas se han basado en las utilizadas por Jacobs (1997). Por ello destacamos la novedad de analizar su aplicación en Chile. Su objetivo es conocer la comprensión de los estudiantes sobre el uso de sesgos en el muestreo en situaciones problema de aplicación de encuestas. Los participantes respondieron las preguntas por escrito, como una actividad de la clase de Matemáticas, donde uno de los investigadores estuvo presente y apoyó la evaluación respondiendo consultas sobre la manera de completar el ítem y el cuestionario.

3.3 Categorías de análisis de las respuestas

Para cada uno de los métodos de muestreo señalados en el ítem aplicado (ver Figura 1), se establecen cuatro categorías de análisis:

- *Análisis apropiado.* Se describe la respuesta correcta a cada método de muestreo, es decir, los estudiantes identifican el sesgo del muestreo y emplean argumentos críticos apropiados.
- *Imparcialidad.* Se consideran las respuestas que evalúan cierta parte de la información, más específicamente en relación con la imparcialidad (que todos los sujetos de la muestra tengan la misma oportunidad de ser seleccionados) y el tamaño de la muestra.
- *Análisis inapropiado.* Se incluyen las respuestas que entregan una crítica inapropiada al método propuesto, las cuales se centran en la imprecisión percibida del método aleatorio, la injusticia o la imparcialidad, falta de oportunidad y el tamaño pequeño de la muestra.

- *Lógica inapropiada*. Considera los razonamientos erróneos que realizan los estudiantes.

A partir de estas categorías, en la Tabla 2 se proponen una serie de categorías creadas a partir de los resultados de Watson y Kelly (2005) y las respuestas obtenidas en este estudio, para analizar la información proporcionada por los estudiantes a la primera pregunta (a) del ítem de la Figura 1.

Tabla 2. Categorías de análisis pregunta a

Nota. Elaboración propia.

Método	Análisis apropiado	Imparcialidad	Análisis inapropiado	Lógica inapropiada
De Andrea	No apropiado porque se excluyen estudiantes	Tamaño no adecuado y método imparcial (grupo específico)	Apropiado porque es obvio que reciclan	Apropiado porque es un gran número de estudiantes
De Elena	No apropiado porque se excluyen estudiantes	Tamaño adecuado e imparcialidad inapropiada por quienes no contestan	Apropiado porque son quienes quisieron participar	Apropiado porque son los primeros en contestar
De Pedro	Apropiado por ser equitativo	Tamaño adecuado y selección justa	Inapropiado, debería consultar a todos los estudiantes	Inapropiado, se eligen muy pocos estudiantes
De Luis	Apropiado por ser un muestreo aleatorio	Tamaño adecuado	Inapropiado por ser muy aleatorio	Inapropiado por ser un método de selección muy complejo de ejecutar
De Sara	Inapropiado, deberían elegirse ambos sexos	Inapropiado por escoger solo mujeres	Apropiado por escoger sujetos con variedad de edades	Apropiado por coincidir en el interés de cuidar el medio ambiente

4. Resultados

En cuanto a los resultados obtenidos, en la Tabla 3 se muestran las frecuencias obtenidas de acuerdo a las categorías de análisis establecidas previamente en el

apartado variables de estudio (Tabla 2). Se agrega en este caso una quinta categoría "No responde", para cuantificar los casos sin respuesta.

Tabla 3. Número (porcentaje) de respuestas según categorías de estudio en pregunta a (Figura 1)

Nota. Elaboración propia.

Método	Análisis apropiado	Imparcialidad	Análisis inapropiado	Lógica inapropiada	No responde
De Andrea	38 (25,7)	61 (41,2)	22 (14,9)	19 (12,8)	8 (5,4)
De Elena	33 (22,3)	29 (19,6)	22 (14,9)	30 (20,3)	34 (23,0)
De Pedro	77 (52,0)	28 (18,9)	4 (2,7)	13 (8,8)	26 (17,6)
De Luis	71 (48,0)	14 (9,8)	8 (5,4)	39 (26,4)	16 (10,8)
De Sara	86 (58,1)	15 (10,1)	15 (10,1)	19 (12,8)	13 (8,8)

En cuanto a los resultados obtenidos en la categoría de “análisis apropiado”, para el método de Andrea se aprecia que solo un 25,7% de los participantes identifica que es un método de muestreo restringido y que no es apropiado. En este caso, por ejemplo, se usan afirmaciones como: “No me parece, porque debería haber preguntado a diferentes cursos” (estudiante 20); “no, Andrea debió preguntar a niños al azar” (estudiante 55); “no, no es equitativo” (estudiante 100). Por otro lado, cuando se les presenta a los alumnos un método de muestreo autoseleccionado, como es el caso del método de Elena, solo un 22,3% responde realizando un análisis apropiado. En esta categoría, podemos encontrar argumentos como: “No me parece el correcto, pues no está siendo justa con todos los estudiantes” (estudiante 61); “no es lo mejor porque así puede obtener respuestas de ciertos cursos no más, no te asegura que sean niños de todos los cursos” (estudiante 77); “no, ya que no es equitativo porque podrían haber contestado solo niños de un curso menor o mayor” (estudiante 85).

En relación al método de Pedro (elige 5 niños y 5 niñas de cada curso), los alumnos consideran más adecuada su propuesta con un 52% de respuestas con análisis apropiados, usando argumentos basados en la equidad y justicia. Se hallaron en esta categoría las afirmaciones del tipo: “Sí, porque fue equitativo” (estudiante 11); “sí, porque todos los cursos participaron” (estudiante 48); “sí, porque es justo” (estudiante 145). Mientras, un 48% señala que es apropiado el método de muestreo aleatorio propuesto por Luis, justificando con expresiones como: “Me parece apropiado porque de tal manera salen opiniones bastantes variadas” (estudiante 32); “sí, es una muestra aleatoria” (estudiante 76).

Finalmente, cuando analizan el método de muestreo restringido correspondiente al método de Sara (elige 10 niñas de cada curso), es el que mejor identifican ya que un 58,1% de los estudiantes indica que la muestra está sesgada, es decir, reconocen que no es correcto seleccionar una muestra donde los sujetos cumplan con una característica en particular y que, para realizar un método de muestreo apropiado, se deberían incluir tanto niños como niñas en dicha muestra. Algunos ejemplos de las justificaciones de los estudiantes fueron: “No, ya que al haber elegido puras niñas puede que no puedan representar las ideas que tienen los varones” (estudiante 16); “no, porque los niños también deben dar su opinión” (estudiante 24); “no, debería ser parejo, preguntar a niños y niñas” (estudiante 25); “no, porque debió tomar a niños y niñas para hacerlo más completo” (estudiante 92).

En cuanto a las respuestas clasificadas como “imparcialidad” en el método de Andrea, el 31,1% señala que no es un método apropiado porque “al pertenecer al club de medio ambiente, todos los participantes contestan positivamente” (estudiante 4). Solo un 10,1% señala que no es apropiado porque “es un grupo específico” (estudiante 13). A su vez, en el método de Elena, el 8,1% indica que es un método con tamaño de muestra apropiado porque “se tomó la opinión a

distintos alumnos” (estudiante 18), y un 11,5% señala que no es apropiado porque “la gente que piensa que era una mala idea no contestaría” (estudiante 3). En cuanto al método de Pedro, un 11,5% de los estudiantes señala que es apropiado porque las “respuestas serán variadas” (estudiante 51) o un 7,4% indica porque “se hace una imagen general” (estudiante 21). En el caso de las respuestas al método de Luis, un 9,8% indica que es apropiado debido a que “hay mucha gente” (estudiante 11). Mientras que, en relación al método de Sara, un 10,1% sugiere que el método no es apropiado porque “solo se escogieron niñas” (estudiante 2).

En la categoría de “análisis inapropiado”, en el método de Andrea un 14,9% de los alumnos indica que es un método apropiado “porque es obvio que reciclan” (estudiante 1), es decir, en este caso no identifican que se está preguntando a un grupo sesgado. En el método de Elena, el mismo porcentaje de estudiantes menciona que el método es apropiado “porque fueron los que quisieron participar” (estudiante 5), en este caso, no logran ver que la representatividad de la muestra se ve comprometida por el método de selección. Para el método de Pedro, solo un 2,7% de los alumnos manifiesta que no es apropiado “porque debería preguntarles a todos” (estudiante 30), en este caso, no identifican el muestreo estratificado y quieren dar a todos los participantes la oportunidad de ser elegidos. En el método de Luis, un 5,4% de los alumnos considera que el método no es apropiado “porque podría escoger a las personas equivocadas” (estudiante 59), es decir, olvidan la importancia de la aleatoriedad en el proceso de selección de la muestra y tienen ideas como “puede seleccionar a varios del mismo curso” o “puede elegir a varios que no reciclen”. Finalmente, en el método de Sara, el 10,1% basa su opinión en que es un método apropiado debido a que “selecciona niñas de distintas edades y obtendrá diferentes respuestas” (estudiante 18), olvidándose que solo corresponde a un grupo en particular de sujetos y que su respuesta es sesgada.

Por lo que se refiere a la categoría “lógica inapropiada”, en el caso del método de Andrea un 12,8% de los estudiantes sugiere que es un método apropiado porque “es una gran cantidad de estudiantes” (estudiante 12). En el método de Elena, un 20,3% de los estudiantes menciona que la muestra ha sido bien seleccionada, ya que consideran que los participantes que respondieron primero y rápidamente son los que dan la mejor respuesta. A su vez, un 8,8% indica que el método de Pedro no es apropiado: “Son muy pocos estudiantes” (estudiante 1), y en el caso del método de Luis un 26,4% señala que el método no es apropiado porque “es un método difícil” o que “lleva mucho tiempo” (estudiante 10), no considerando el factor aleatorio de la elección de cada individuo que forma parte de la muestra. En el método de Sara, un 12,8% indica que es un método apropiado porque “siempre están de acuerdo en cuidar el medio ambiente” (estudiante 38). Y finalmente, se observa que un bajo porcentaje de estudiantes no responde (entre 5,4% y 10,8%), salvo con los métodos de Elena y Pedro, donde un 17,6% y

un 23% de los participantes no entrega respuesta a esta situación (Tabla 3).

Por otro lado, en la Tabla 4 se presentan los resultados de la segunda pregunta (b) del ítem analizado (Figura 1), donde se les solicita a los participantes señalar cuál de los métodos propuestos es el más adecuado para escoger una muestra de estudiantes que recicla.

Tabla 4. Número (porcentaje) de participantes según tipo de respuestas a la pregunta b (Figura 1)

Nota. Elaboración propia.

Mejor método	Andrea	Elena	Pedro	Luis	Sara	Otro	No responde	Total
Frecuencia (%)	4 (2,7)	13 (8,8)	78 (52,7)	31 (20,9)	2 (1,4)	8 (5,4)	12 (8,1)	148 (100)

Podemos notar que un 73,6% de los participantes contesta señalando el método de Pedro o el método de Luis como el más apropiado (Tabla 4), prefiriendo con ello un *muestreo aleatorio* sobre los métodos sesgados. Si analizamos los resultados individuales del método elegido, se observa que 78 estudiantes (52,7%) prefiere el método estratificado de Pedro por sobre el método de muestreo aleatorio de Luis elegido por 31 estudiantes (20,9%).

Algunos estudiantes parecían ser conscientes del sesgo en el muestreo al analizar los métodos de Andrea, Elena o Sara, pero desestimaron como apropiado el muestreo aleatorio (método de Luis) porque estaban preocupados de que este pudiera conducir a resultados extremos: “No me parece un método apropiado, porque si bien se seleccionan al azar no será posible controlar otras variables” (estudiante 45), o mencionan argumentos relacionados a la imparcialidad: “No, porque debería sacar una cantidad de alumnos y alumnas para quedar parejo” (estudiante 132). También descartan el método aleatorio simple justificando que su uso es *injusto* debido a que algunos niños pudieron ser seleccionados y no querían participar, mientras que otros que no fueron seleccionados sí tendrían interés de hacerlo: “No, porque al hacerlo por sorteo puede tener unas complejidades debido a que tal vez no todos estén interesados” (estudiante 16).

5. Discusión

En este trabajo se han analizado las respuestas proporcionadas por una muestra de 148 estudiantes chilenos del último año de educación escolar obligatoria (grado 12, 17-18 años), a un ítem de respuesta abierta sobre la comprensión del muestreo y el uso de sesgos en su aplicación. En general, los resultados obtenidos respaldan los hallazgos descritos previamente por Jacobs (1997), Watson et al. (2003), Watson y Kelly (2005) y los de Meletiou-Mavrotheris y Papanastasiou (2015).

Respecto a la identificación de sesgos en distintos tipos de muestreo para la aplicación de una encuesta, se puede mencionar que un alto porcentaje de los alumnos (58,1%) identifica que un muestreo *restringido* (método de Sara) es un método sesgado debido a que solo se selecciona un grupo específico de personas (solo mujeres). En cambio, en el método de Andrea, que también corresponde a un muestreo restringido, ignoran que los alumnos seleccionados en la muestra corresponden a un grupo específico (pertenecen al club de medio ambiente) que no es representativo de la población, y solo un 25,7% señala que el método no es apropiado.

Otros alumnos prefirieron un *muestreo aleatorio*, como el método de Pedro (52%), no para aumentar la representatividad de la muestra, sino para aumentar la imparcialidad del proceso de selección, asegurando que los niños y las niñas estén representados por igual. Jacobs (1997) encontró que los niños seguían insistiendo en seleccionar un número igual de sujetos de cada género y concluyó que la preferencia por el muestreo estratificado puede estar vinculada a las concepciones estadísticamente no normativas de la imparcialidad de los niños. Este razonamiento se basa en creencias emotivas y personales de lo que constituye una encuesta justa (Watson et al., 2003).

En cambio, con el método de Luis (también de tipo aleatorio) solo el 48% de los estudiantes lo considera un método apropiado, pero un 26,4% da una respuesta con una lógica inapropiada, centrándose principalmente en cuestiones prácticas, como la dificultad de la ejecución del método de selección de la muestra y el tiempo que conllevará su aplicación.

A su vez, tuvieron dificultades para detectar el sesgo involucrado en la autoselección, como el método de Elena (22,3%), debido a la preocupación por cuestiones de *imparcialidad* de que tanto niñas y niños tuvieran la misma posibilidad de participar; o

que la participación voluntaria es para ellos *más justa*, ya que a todos se les dio la misma oportunidad de responder el cuestionario. Resultados similares fueron reportados por Jacobs (1997) y Meletiou-Mavrotheris y Papparistodemou (2015).

En cuanto a los argumentos entregados para elegir alguno entre los métodos propuestos como el más apropiado, notamos que el papel del contexto juega un rol importante en el razonamiento del muestreo. Al respecto, Wroughton et al. (2013) sugieren que los alumnos que tienen opiniones firmes sobre un tema, evaluarán la validez de las conclusiones de un estudio basándose en si esa conclusión está o no de acuerdo con su opinión, en lugar de analizar la calidad del método de muestreo utilizado por medio de principios estadísticos. Esta situación también se observa en nuestro estudio, por ejemplo, al descartar al muestreo aleatorio simple como el más adecuado con argumentos relativos a la injusticia, como los reportados previamente por Watson et al. (2003), quienes señalan que a los estudiantes no les gusta generalizar a partir de una muestra aleatoria debido a la variabilidad inherente dentro de la población.

Para finalizar, podemos proyectar algunas líneas futuras de investigación en donde sería interesante efectuar un análisis comparativo de las respuestas al ítem considerando estudiantes de diversos grados, para identificar el nivel de escolaridad donde invertir esfuerzos iniciales en fomentar el conocimiento de los métodos de muestreo y los sesgos asociados. Además, podría analizarse el realizar un estudio longitudinal más amplio, considerando la elaboración y la implementación de una unidad didáctica, en que se aborden los temas de muestreo y sesgos, aplicando al inicio y al final de la instrucción el ítem expuesto en este manuscrito; como también considerar la puesta en común de las respuestas y los resultados con el grupo de estudiantes participantes. Además, sería interesante ampliar este estudio con algunas entrevistas, para profundizar en el razonamiento utilizado por los participantes al responder a cada una de las categorías.

Al ser este un estudio exploratorio descriptivo, los resultados obtenidos aportan valiosa información sobre la comprensión del muestreo de un grupo de estudiantes chilenos, como hemos señalado anteriormente, al existir pocos estudios que involucren estudiantes en edad escolar, consideramos que nuestros resultados son un significativo precedente para futuras investigaciones en este tema, ya que se ha podido establecer una caracterización inicial sobre este tema.

Referencias

- Batanero, C. (2013). Del análisis de datos a la inferencia: Reflexiones sobre la formación del razonamiento estadístico. *Cuadernos de Investigación y Formación en Educación Matemática*, 11(8), 277-291.
- Ben-Zvi, D., Bakker, A., y Makar, K. (2015). Learning to reason from samples. *Educational Studies in Mathematics*, 88(3), 291-303. <https://doi.org/10.1007/s10649-015-9593-3>
- Bisquerra, R. (2004). *Metodología de la investigación educativa*. La Muralla
- Burrill, G., y Biehler, R. (2011). Fundamental statistical ideas in the school curriculum and in training teachers. En C. Batanero, G. Burrill y C. Reading (Eds.), *Teaching Statistics in School Mathematics: Challenges for Teaching and Teacher Education. A Joint ICMI/IASE Study* (pp. 57-69). Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_10
- Common Core State Standards Initiative. (2010). *Common core state standards for mathematics*. National Governors Association Center for Best Practices and the Council of Chief State School Officers.
- Heitele, D. (1975). An epistemological view on fundamental stochastic ideas. *Educational Studies in Mathematics*, 6(2), 187-205. <https://doi.org/10.1007/BF00302543>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.a edición). McGraw-Hill.
- Jacobs, V. (1997, 24 al 28 de marzo). *Children's understanding of sampling in surveys* [Artículo de conferencia]. Annual Meeting of the American Educational Research Association, Chicago, IL, Estados Unidos.
- Makar, K., y Ben-Zvi, D. (2011). The role of context in developing reasoning about informal statistical inference. *Mathematical Thinking and Learning*, 13, 1-4. <https://doi.org/10.1080/10986065.2011.538291>
- Makar, K., y Rubin, A. (2018). Learning about statistical inference. En D. Ben-Zvi, K. Makar y J. Garfield (Eds.), *International Handbook of Research in Statistics Education* (pp. 261-294). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-66195-7_8
- Meletiou-Mavrotheris, M., y Paparistodemou, E. (2015). Developing students' reasoning about samples and sampling in the context of informal inferences. *Educational Studies in Mathematics*, 88(3), 385-404. <https://doi.org/10.1007/s10649-014-9551-5>
- Ministerio de Educación de Chile. (2009). *Objetivos fundamentales y contenidos mínimos obligatorios de la enseñanza básica y media*. Unidad de Curriculum y Evaluación.
- Ministerio de Educación de Chile. (2015a). *Bases curriculares: Matemática, educación media*. Unidad de Curriculum y Evaluación.
- Ministerio de Educación de Chile. (2015b). *Programa de estudio para cuarto año medio. Matemática*. Unidad de Curriculum y Evaluación.
- Ministerio de Educación y Ciencia de España. (2015). *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. Autor.
- Ruiz-Reyes, K., Ruz, F., Molina-Portillo, E. y Contreras, J. M. (2019). Comprensión del concepto de muestra por estudiantes chilenos de cuarto año medio de educación secundaria. En J.M. Contreras, M. Gea, M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds), *Actas del Tercer congreso Internacional Virtual de Educación Estadística* (pp. 1-10).
- Ruiz-Reyes, K. (2020). *Comprensión del muestreo por alumnos chilenos de educación secundaria* (Tesis doctoral). Universidad de Granada, Granada, España.
- Watson, J. M. (2004). Developing reasoning about samples. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 277-294). Kluwer Academic. https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_12
- Watson, J. M., y Kelly, B. (2005). Cognition and instruction: Reasoning about bias in sampling. *Mathematics Education Research Journal*, 17(1), 24-57. <https://doi.org/10.1007/BF03217408>
- Watson, J. M., Kelly, B., Callingham, R., y Shaughnessy, J. M. (2003). The measurement of school students' understanding of statistical variation. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 34, 1-29. <https://doi.org/10.1080/0020739021000018791>
- Watson, J. M., y Moritz, J. (2000). Developing concepts of sampling. *Journal for Research in Mathematics Education*, 31(1), 44-70. <https://doi.org/10.2307/749819>
- Wroughton, J., McGowan, H., Weiss, L., y Cope, T. (2013). Exploring the role of context in students' understanding of sampling. *Statistics Education Research Journal*, 12(2), 32-58. <https://doi.org/10.52041/serj.v12i2.303>