



## NIVELES DE RAZONAMIENTO SOBRE NOCIONES DE MUESTREO EN UNIVERSITARIOS: UN ESTUDIO EXPLORATORIO CON ESTUDIANTES MEXICANOS

### Níveis de raciocínio sobre noções de amostragem em estudantes universitários: um estudo exploratório com estudantes mexicanos

### Reasoning levels about sampling notions in university students: an exploratory study with Mexican students

Eleazar Silvestre Castro<sup>1</sup>

Universidad de Sonora (Hermosillo, México)

Maricela Armenta Castro<sup>2</sup>

Universidad de Sonora (Hermosillo, México)

#### Resumen

El objetivo del presente estudio es caracterizar los niveles de razonamiento de una muestra de estudiantes universitarios acerca de nociones relacionadas al concepto de muestreo. Para esto, se analizan y clasifican respuestas de estudiantes a cuatro problemas que les demandan: una definición del concepto de muestra, la evaluación de conclusiones estadísticas con base en los aspectos procedimentales del muestreo y, una comprensión de la representatividad y variabilidad muestral en un contexto probabilístico. Las respuestas a cada problema se jerarquizan usando la Taxonomía SOLO. Nuestros resultados sugieren que los estudiantes caracterizan adecuadamente el concepto de muestra, pero también que tienen considerables dificultades para: aplicar correctamente la noción parte-todo que caracteriza a una muestra, identificar el tamaño de muestra en determinado sondeo, reconocer métodos de muestreo que conllevan sesgo y, vincular apropiadamente las nociones de representatividad y variabilidad muestral con un enfoque frecuentista de la probabilidad. Se comparan los resultados con estudios de referencia y se discuten puntos de atención para la enseñanza del tema.

**Palabras clave:** Muestreo, representatividad y variabilidad muestral, niveles de razonamiento, taxonomía SOLO, estadística universitaria.

#### Resumo

O objetivo deste estudo é caracterizar os níveis de raciocínio de uma amostra de estudantes universitários sobre noções relacionadas ao conceito de amostragem. Para isso, são analisadas e classificadas as respostas dos alunos a quatro problemas que as exigem: a definição do conceito de amostra, a avaliação das conclusões estatísticas com base nos aspectos procedimentais da amostragem e a compreensão da representatividade e da variabilidade amostral em um contexto. As respostas para cada problema são classificadas usando a Taxonomia SOLO. Nossos resultados sugerem que os alunos caracterizam

---

\*Autor de correspondencia: [eleazar.silvestre@unison.mx](mailto:eleazar.silvestre@unison.mx) (E. Silvestre)

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9472-483X> ([eleazar.silvestre@unison.mx](mailto:eleazar.silvestre@unison.mx))

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4992-5763> ([maricela.armenta@unison.mx](mailto:maricela.armenta@unison.mx))

adequadamente o conceito de amostra, mas também têm dificuldades consideráveis em: aplicar corretamente a noção de parte-todo que caracteriza uma amostra, identificar o tamanho da amostra em uma determinada pesquisa, reconhecer métodos de amostragem que carregam viés e, vincular adequadamente as noções de representatividade e variabilidade amostral com uma abordagem frequentista da probabilidade. Os resultados são comparados com estudos de referência e são discutidos pontos de atenção para o ensino do tema.

**Palavras-chave:** Amostragem, representatividade e variabilidade amostral, níveis de raciocínio, taxonomia SOLO, estatísticas universitárias.

### **Abstract**

The objective of this study is to characterize the reasoning levels of a sample of university students about notions related to the concept of sampling. For this, we analyze and classify students' responses to four problems that require them: a definition of the concept of sample, the evaluation of statistical conclusions based on the procedural aspects of sampling, and an understanding of representativeness and sample variability in a probabilistic context. The answers to each problem are ranked using the SOLO Taxonomy. Our results suggest that students adequately characterize the concept of sample, but also that they have considerable difficulties in: correctly applying the part-whole notion that characterizes a sample, identifying the sample size in a given survey, recognizing sampling methods that carry bias and, appropriately link the notions of representativeness and sample variability with a frequentist approach to probability. Results are compared with reference studies and points of attention for the teaching of the topic are discussed.

**Keywords:** Sampling, sampling representativeness and sampling variability, reasoning levels, SOLO taxonomy, tertiary statistics.

*Recibido: 12/07/2022 - Aceptado: 07/10/2022*

## **1. INTRODUCCIÓN**

En la educación estadística se persiguen grandes objetivos de aprendizaje que están vinculados con el concepto de muestreo. Por un lado, el desarrollo del razonamiento sobre el concepto resulta fundamental desde la perspectiva de la disciplina estadística (Burril y Biehler, 2011) y de la estocástica (Heitele, 1975), pues juega un papel crucial como base de la inferencia estadística y de temas clave en el dominio de la probabilidad. Por otro lado, el concepto de muestreo también resulta fundamental para el desarrollo de una apropiada alfabetización estadística.

En este sentido, Gal (2002) menciona que, para el desarrollo de una alfabetización estadística, es necesario promover en la enseñanza, entre otros elementos, el reconocimiento del porqué los datos son necesarios y cómo pueden producirse, cómo es que se producen las conclusiones o inferencias estadísticas y tener nociones básicas de probabilidad. Para todos estos elementos, el muestreo es un concepto que debe estudiarse a profundidad, desde diferentes ángulos y contextos.

En el caso del currículum mexicano, el concepto de muestreo está presente desde el nivel preescolar (3 a 5 años de edad) bajo el eje disciplinar de “recolección de datos” (realizar encuestas, observaciones) y, en el nivel primaria (6 a 12 años de edad), en el eje de “probabilidad” (realizar experimentos con fenómenos aleatorios, introducción al enfoque frecuentista de la probabilidad) (Inzunza, 2020). Es hasta el nivel bachillerato (12 a 15 años de edad) que la enseñanza del concepto da un salto de complejidad significativo, pues, aunque la enseñanza de la probabilidad y estadística no es obligatoria en este nivel educativo (SEP, 2017), se introducen los métodos de muestreo, una vinculación más formal y explícita de los enfoques clásico y frecuentista de la probabilidad y las distribuciones de probabilidad.

Adicionalmente, un gran problema en el ámbito educativo es que la enseñanza del concepto de muestreo en niveles previos al nivel universitario suele ser muy descriptiva y procedimental (Watson, 2004), se encuentra poco o nada vinculada con la inferencia estadística, la teoría de la probabilidad (Harradine, Batanero y Rossman, 2011) y las habilidades necesarias para utilizar esos conocimientos fuera del aula escolar (Gal, 2002). En consecuencia, un cúmulo de investigaciones evidencian que muchas ideas y conceptos asociados al de muestreo no son triviales para los estudiantes, como es el caso de la noción parte-todo y las de representatividad y variabilidad muestral.

Particularmente, investigaciones que abarcan estudiantes de primaria hasta universitarios sugieren que es especialmente complicado aplicar este conocimiento para evaluar y criticar información estadística encontrada en contextos diversos de la vida diaria (Watson, 2004; Wroughton et al., 2013); en tanto que otras investigaciones sugieren que el razonamiento con las nociones de representatividad y variabilidad muestral, componentes fundamentales asociados al concepto de muestreo, se ve fácilmente afectado por heurísticas y sesgos cognitivos (Begué et al., 2020).

Considerando esta problemática, el objetivo de este trabajo es caracterizar los niveles de razonamiento que despliega una muestra de estudiantes universitarios mexicanos acerca de nociones fundamentales del concepto de muestreo, específicamente, sobre las nociones parte todo, métodos de muestreo, representatividad y variabilidad muestral. Una de las finalidades de esta contribución es que ayude a los profesores de estadística y probabilidad a tomar consciencia de los alcances y dificultades de sus estudiantes con el concepto de muestreo, lo cual puede llegar a impactar en la mejora de sus procesos de aprendizaje y en la evaluación acerca de su comprensión del concepto (Carver et al., 2016).

## **2. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1 Muestreo, una idea dinámica y multifacética**

El objeto de interés en esta investigación es el concepto de muestreo, que a su vez involucra a los de muestra, representatividad y variabilidad muestral. Tales nociones toman significados distintos dependiendo del contexto en el que emergen y el nivel escolar en donde se lleva a cabo la enseñanza (Ainley et al., 2015).

En un nivel preliminar, la idea de muestra se refiere a un conjunto de objetos físicos o materiales que se desprenden de una población o proceso bajo estudio. La noción de muestra se configura progresivamente hasta llegar a las nociones de parte-todo y de muestra representativa (Watson, 2004); esta última se basa en el uso de muestreos aleatorios y el reconocimiento de la influencia del tamaño de muestra sobre la calidad (variabilidad) de las estimaciones. El uso de muestreos aleatorios es un principio clave para la correcta aplicación de la inferencia estadística (Rossman, 2008) y, por lo tanto, su comprensión y reconocimiento también se vuelven necesarios para el desarrollo de la alfabetización estadística de los individuos en general (Watson, 2000; Gal, 2002).

Una visión robusta del muestreo también requiere conciliar las nociones de representatividad y variabilidad muestral (Saldanha y Thompson, 2002). La primera refiere a que una muestra elegida apropiadamente tendrá a menudo características semejantes a las de la población, en tanto que la segunda refiere a que las muestras del mismo tamaño pueden cambiar drásticamente entre sí.

Harradine et al. (2011) sugieren que el desarrollo del razonamiento sobre muestreo debe ampliarse a una variedad de contextos y propósitos que van más allá del cotidiano escolar. Son especialmente relevantes aquellos contextos en los que se pone de manifiesto que una muestra es resultado de un proceso con variabilidad inherente (por ejemplo, en un proceso industrializado de manufactura) y, en ocasiones, proveniente de una población que no es de tipo material sino una formulación matemática (por ejemplo, una distribución de probabilidad). Esta visión ubica al muestreo en una dimensión más matemática y estocástica, pues una muestra se convierte en un conjunto de observaciones en una variable observada en una población de interés y, bajo esta perspectiva, una muestra se torna en un objeto (matemático) particular de una clase más amplia que conlleva un cierto nivel de plausibilidad de aparición.

## **2.2. Taxonomía SOLO**

Reading y Reid (2010) argumentan que las jerarquías de razonamiento pueden ser consideradas marcos de referencia para la actividad cognitiva; pueden contribuir a: el diseño del currículum y la secuenciación de temas o situaciones en el aula, el diseño de tareas que promuevan rutas potencialmente idóneas para el aprendizaje de conceptos o modos de razonamiento, la elaboración de tareas de evaluación, y a la evaluación de tareas que promueven y evalúan una representación fidedigna de razonamiento. Por estas razones es que las jerarquías de razonamiento siguen siendo de utilidad para evaluar el razonamiento con relación a distintos conceptos estadísticos o probabilísticos (ver, por ejemplo, Sánchez y Landín, 2014). En este trabajo utilizamos el modelo de la Taxonomía SOLO (Biggs y Collis, 1991) para inferir los niveles de razonamiento de nuestros estudiantes con el concepto de muestreo. En este modelo, se asume que individuos de 14 años en adelante son capaces de razonar y manipular sistemas abstractos que involucran distintas ideas interconectadas entre sí. Para la taxonomía SOLO, el centro de atención es la complejidad estructural de las respuestas de un individuo ante determinada tarea o situación problema; los niveles SOLO dan cuenta de esta complejidad estructural, con ellos se conforma una jerarquía en función del uso de las componentes involucradas en la resolución del problema y la conexión entre ellas. Esto es, en el nivel uniestructural (U), las respuestas evidencian el uso de una sola componente importante en la resolución del problema; en el nivel multiestructural (M), las respuestas exhiben el uso de más de una componente, pero débilmente interconectadas entre sí; y en el nivel relacional (R), se utiliza más de una componente con conexiones genuinas entre ellas. Dos niveles se añaden a éstos y permiten la conexión con otras etapas de desarrollo cognitivo, respectivamente; en el nivel preestructural (P), las respuestas exhiben que el individuo no se engancha al dominio intencionado de la tarea y por lo tanto ninguna componente es utilizada; mientras que en el nivel abstracto-extendido (A), las respuestas exhiben un dominio pleno de las componentes y de sus relaciones.

Es importante considerar dos limitaciones de la taxonomía SOLO: (1) se ciñe a clasificar la respuesta observada y no lo que el investigador asume se quiso comunicar; (2) los niveles son dependientes del problema, por lo que un individuo puede brindar respuestas a un problema en cierto nivel y, en otro, brindar respuestas en un nivel mínimo o hasta diametralmente distinto.

## **3. ANTECEDENTES Y PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

Adicionalmente, algunos trabajos han sintetizado resultados importantes de la investigación educativa

con relación a la comprensión del muestreo. Por ejemplo, Begué et al. (2019) documentan el grado de dominio del tema caracterizado en investigaciones relacionadas con sus aspectos básicos (definición y métodos de muestreo), la inferencia (distribución de la muestra, distribución muestral y distribución de probabilidad), la teoría de la probabilidad (heurísticas, sesgos y enfoque frecuentista) y el razonamiento inferencial informal. A continuación, retomamos algunas de las investigaciones que consideramos más relevantes por abordar al menos una de las nociones sobre muestreo implicadas en nuestro trabajo.

### **3.1. Investigaciones en el nivel básico**

Ainley et al. (2015) señalan que la necesidad de recurrir al muestreo emerge en una variedad de situaciones (población física o población matemática) que, para un estadístico profesional o profesor experimentado de la asignatura, pueden ser equivalentes entre sí. Sin embargo, los autores advierten que los estudiantes noveles no ven, inicialmente, al muestreo como una “entidad” en su conjunto. Señalan que es razonable suponer que su conocimiento “está más probablemente situado en las razones para llevar a cabo el muestreo” (Ainley et al., 2015, p.407) y, por lo tanto, identificar distintos propósitos y formas de uso del concepto.

Con relación al desarrollo del razonamiento con el concepto de muestreo, Watson (2000) exhibe que estudiantes de niveles elementales incorporan gradualmente, desde los 9 hasta los 15 años de edad, la relación parte-todo a su definición de lo que representa a una muestra, así como una preferencia por tamaños de muestra suficientemente grandes y un método de selección de elementos que evita sesgos en la estrategia de muestreo. Sin embargo, la mayoría de sus sujetos de estudio fueron propensos a creer en la ley de los números pequeños y a ignorar la presencia de sesgo en los métodos de muestreo reportados en información estadística difundida por distintos medios de comunicación.

Watson (2004) evidencia que el concepto de muestreo de los estudiantes mejora a lo largo de los años de escolaridad, pero solo una pequeña fracción de los participantes del nivel bachillerato alcanza la categoría más sofisticada de su jerarquía; solo estos estudiantes “sugieren una selección basada en un proceso aleatorio o una distribución geográfica” e “identifican muestras sesgadas en artículos periodísticos que informan sobre los resultados de las encuestas” (p. 282, Watson, 2004). Un año más tarde, trabajando con estudiantes de 8 a 14 años, Watson y Kelly (2005) documentan patrones similares a los encontrados en sus investigaciones previas.

En estudios más recientes, Ruiz y Contreras (2021) reportan que los estudiantes de secundaria chilenos (13 a 18) comparten algunas de las dificultades señaladas por Watson; alrededor del 40% de sus

participantes respondieron correctamente a un ítem que requería distinguir entre muestras representativas y no representativas en función de su método de selección; al sugerir un método de muestreo, el mismo porcentaje de estudiantes realizó una propuesta que fue incapaz de justificar. Esta investigación sugiere que los estudiantes son propensos a admitir métodos de muestreo que producen sesgo y solo se enfocan, como máximo, en el tamaño de la muestra como un factor principal para la representatividad.

### **3.2. Investigaciones en el nivel universitario y con profesores**

Algunos investigadores coinciden en la importancia de la dimensión contextual para la disciplina estadística (ver, por ejemplo, Moore y Cobb, 2000; delMas et al., 2009). En particular, la investigación de Wroughton et al. (2013) apunta a la influencia de las actitudes y creencias de estudiantes universitarios sobre el contexto de la situación en la que ocurre el proceso de muestreo. Sus resultados sugieren que, cuando la opinión de los estudiantes sobre un tema es de “convicción fuerte”, su proceso de validación de las afirmaciones que surgen de los estudios estadísticos se centra en los aspectos contextuales de la situación y no en los problemas estadísticos subyacentes al muestreo, lo que a la vez desencadena un sesgo de creencia y de confirmación. Los autores agregan que este patrón puede aparecer con mayor fuerza fuera de los entornos escolares, ya que el razonamiento de los estudiantes no se ve tan influenciado por el contrato didáctico que les mantiene más atentos a los aspectos básicos y normativos del muestreo cuando se atienden situaciones problema dentro del aula escolar.

Por otra parte, la investigación de Gómez-Blancarte et al. (2021) revela que la mayoría de los profesores del bachillerato mexicano afirma que el conocimiento estadístico básico referente al muestreo (i.e., “comprender las diferentes formas de seleccionar muestras”) y el cuestionamiento crítico (i.e., “cuestionar si la muestra en un mensaje o estudio estadístico conduce a una inferencia válida sobre la población de estudio”) son considerados en sus prácticas docentes de manera “mucho más de lo indispensable” (p.11, Gómez-Blancarte et al., 2021). Sin embargo, los autores advierten que el énfasis de las prácticas de enseñanza puede estar en los aspectos procedimentales de los conceptos estadísticos, en lugar de aplicar este conocimiento en proyectos estadísticos genuinos o al evaluar información estadística que se encuentra en situaciones y contextos cotidianos diversos.

### **3.3. Investigaciones sobre representatividad y variabilidad muestral en contextos probabilísticos**

Lee et al. (2010) evidencian que estudiantes del nivel básico y secundario pueden llegar a inferir el

espacio muestral de un dispositivo aleatorio (como un dado virtual) con base en la extracción repetida de muestras. Si bien logran inferir su composición, los estudiantes se ven a menudo confundidos por el hecho de que una muestra pueda llegar a ser muy distinta de su expectativa. Los autores señalan que los estudiantes no reconocen a menudo que aleatoriedad inherente al proceso de muestreo genera dicha variabilidad muestral, además de que su entendimiento acerca del papel del tamaño de muestra y la noción de independencia es altamente inestable. En años recientes, Nilsson et al. (2018) encontraron patrones similares en estudiantes del nivel secundario.

En este sentido, Begué et al. (2020) muestran que estudiantes españoles del nivel básico y secundario (13 a 18 años de edad) mejoraron su percepción de la noción de representatividad muestral en un contexto probabilístico, conforme avanzaron en el sistema escolar. Aunque sus resultados evidencian que los estudiantes mostraron una percepción aceptable del valor esperado de una variable aleatoria binomial, su percepción de la variabilidad muestral fue desproporcionada, e incluso, muchos de ellos incurrieron en sesgos de razonamiento derivados de la aplicación incorrecta de heurísticas ampliamente documentadas en situaciones de toma de decisiones bajo incertidumbre, como es el caso de la heurística de la representatividad y de la disponibilidad (Kanheman y Tversky, 1982).

A este respecto, Silvestre et al. (2022) destacan que estudiantes que inclusive están por graduarse del bachillerato mexicano, tienden a ver las muestras de manera aislada (mutuamente excluyentes) y aditiva. Esto es, adolecen de la noción de distribución que les permita delimitar qué resultados son razonables de esperar y cuáles no, cuando el muestreo se realiza de forma repetitiva. Los autores destacan que el concepto de distribución de probabilidad – que se utiliza como modelo de variación sobre el comportamiento de una variable aleatoria o de un estadístico – representa muchos retos para el aprendizaje de los estudiantes, y por tanto que son necesarias muchas experiencias con el muestreo y, en particular, el trabajo con dispositivos o generadores aleatorios.

En general, estas investigaciones sugieren fuertemente que el dominio simultáneo de las nociones de representatividad y variabilidad muestral es una tarea compleja para el razonamiento de los estudiantes, además de exhibir una potencial desconexión entre los objetivos de aprendizaje contemplados para el concepto de muestreo con relación a la teoría de la probabilidad.

### **3.4. Pregunta de investigación**

En nuestra revisión de literatura, hemos encontrado una cantidad baja de estudios como los descritos anteriormente que hayan sido realizadas en el contexto mexicano. Se han realizado esfuerzos importantes



por caracterizar el razonamiento de estudiantes de bachillerato y del universitario con relación a los conceptos de distribución muestral y nociones de inferencia (ver, por ejemplo, Inzunza e Islas, 2019; Silvestre et al., 2022), pero no tanto así en investigar cómo es que los estudiantes universitarios utilizan nociones básicas pero fundamentales del concepto de muestreo. Además, considerando que las dificultades reportadas en la literatura se presentan en estudiantes que dejan el bachillerato, se considera pertinente investigar si aún se presentan con la misma incidencia en el nivel universitario (Wroughton et al., 2013). Esta comunicación es un esfuerzo en esta dirección.

Así, considerando los lineamientos teóricos, antecedentes y problemática ya expuesta, la pregunta de investigación que guía nuestro trabajo es: ¿cómo se caracterizan los niveles de razonamiento de estudiantes universitarios frente a tareas que involucran nociones fundamentales del concepto de muestreo?

#### **4. MÉTODO**

Nuestro estudio es de tipo exploratorio y descriptivo. A continuación, especificamos las consideraciones metodológicas relativas a los participantes, el instrumento aplicado, las evidencias recabadas y su método de análisis.

##### **4.1. Participantes y escenario de investigación**

Los sujetos de estudio provienen de una muestra no probabilística de 83 estudiantes universitarios (19-20 años en promedio). De éstos, 63 provenían de la Universidad de Sonora: tres grupos de 17 estudiantes cada uno, de la Licenciatura en Comunicación, Licenciatura en Odontología y Licenciatura en Física, y un grupo adicional de 16 estudiantes de la carrera de Ingeniería en Electrónica. Un último grupo de 16 estudiantes proviene de la Escuela Normal Superior plantel Hermosillo, de la Licenciatura en Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas en Educación Secundaria.

Respecto a los antecedentes estadísticos de los estudiantes, dos grupos habían completado un primer curso de estadística descriptiva del nivel superior, el cual incluye una introducción a los enfoques clásico y frecuentista de la probabilidad y técnicas básicas para su cuantificación (por ejemplo, vía técnicas de combinatoria y regla de Laplace, regla de la adición). Los estudiantes de odontología, de la escuela normal e ingeniería electrónica contaban con los antecedentes producto de su formación en bachillerato.

## **4.2. Instrumento**

Se aplicó un cuestionario de cinco problemas, que abordan diferentes componentes relacionados a los conceptos de muestra y muestreo; para este reporte, centramos nuestra atención en cuatro de los cinco problemas, I1, I2, I3 e I4, que se encuentran en el Apéndice de esta comunicación.

Los problemas I1 a I3 fueron adaptados de Watson (2004). En el problema I1, los estudiantes deben brindar una descripción del concepto de muestra junto con ejemplos que consideren pertinentes. En el problema I2 e I3, los estudiantes deben analizar y cuestionar la credibilidad de diferentes conclusiones estadísticas con base en procedimientos ya realizados de muestreo. En el ítem I2a, se analizan los razonamientos de los estudiantes para aplicar la idea de “parte-todo” que define a una muestra, pues deben identificar plenamente la población objetivo correspondiente a un determinado muestreo y la inconsistencia en la población objetivo de la conclusión presentada. Los estudiantes deben rechazar, en el ítem I2b, la información del estudio citado como fuente confiable para la toma de decisiones.

En el ítem I3a, se analizan los razonamientos de los estudiantes para distinguir el tamaño de muestra del tamaño de la población; mientras que, en el I3b, deben distinguir la aplicación de un muestreo probabilístico o aleatorio de uno que no lo es. En este último ítem, habiendo identificado que el método de muestreo propuesto no es probabilístico, los estudiantes deben rechazar la muestra citada como base apropiada para realizar una inferencia estadística a una población más amplia.

El problema I4 fue adaptado de Begué et al. (2020), con el objetivo de analizar los razonamientos de los estudiantes respecto a las nociones de representatividad y variabilidad muestral en un contexto probabilístico. En este problema, cada estudiante debe proporcionar cuatro valores hipotéticos que se consideren probables a partir del resultado del experimento ya realizado de vaciar una caja con 100 tachuelas sobre un escritorio; de nuestra parte, se solicita al estudiante explicar el razonamiento seguido para generar tales estimaciones, con el objetivo de analizar sus argumentos y procedimientos. Los estudiantes deben evitar incurrir en algún sesgo de razonamiento y considerar la estimación proporcionada del valor esperado en simultáneo a un nivel de variabilidad razonable para sus estimaciones.

## **4.3. Recolección de evidencias y procedimiento de análisis**

Los estudiantes de comunicación y odontología respondieron el cuestionario en agosto de 2021 como una tarea de clase; específicamente, mientras se encontraban al inicio de su curso de Estadística

Inferencial del nivel universitario. El resto de los estudiantes respondió el cuestionario en diciembre de 2021, mientras se encontraban finalizando otro curso de matemáticas de su carrera.

Todos los estudiantes respondieron el cuestionario de manera electrónica vía Google Forms, fuera del horario escolar. Bajo la apuesta de contar con el mayor número de respuestas posibles, recibieron la instrucción de responderlo como si fuese una encuesta de opinión pública realizada fuera del recinto escolar (es decir, para que la evaluación de sus respuestas no afectara su calificación en la materia).

Para este reporte tomamos como fuente primaria de datos las respuestas escritas de los estudiantes a los problemas. Como procedimiento de codificación, en una primera etapa se asignaron códigos a respuestas basándose en similitudes y diferencias en procedimientos y razonamientos. Cada investigador del presente reporte realizó este procedimiento por separado, para después depurarlos y refinarlos de manera conjunta. Posteriormente, se jerarquizaron los códigos en cada problema de acuerdo con los niveles establecidos en la taxonomía SOLO. Para los problemas I3 e I4, consideramos aspectos procedimentales necesarios para resolverlos como parte de las componentes relevantes en el razonamiento con el muestreo.

La tabla 1 exhibe como fue realizada la categorización usando la taxonomía SOLO. Para el problema I1, las respuestas vacías (sin respuesta) fueron clasificadas como preestructurales. En tanto a la evaluación de la complejidad estructural de las respuestas, se tomaron como referencia las componentes de definición del concepto (parte de un todo más amplio), el o los propósitos que se le atribuyen (ejemplo, prueba, subconjunto para estimar o representar) y la naturaleza de los objetos que lo conforman (elementos materiales o matemáticos). Debido a la riqueza y variedad de componentes en las respuestas de los estudiantes, este es el único problema en el que emergió el nivel abstracto-extendido.

**Tabla 1**

*Ejemplos de respuestas por nivel SOLO y problema*

Nivel SOLO	Caracterización de muestra (I1)	Noción parte todo y método de muestreo (I2 e I3)	Representatividad y variabilidad muestral (I4)
P	Sin respuesta.	La discriminación está mal (I2). Participaron 9924 entrevistados; el consumo de marihuana es un tema delicado (I3).	Tomar números al azar: 58, 47, 67, 62; $\bar{x} = 58.5$ ; <i>rango</i> (R)= 20.
U	Ensayo o ejemplo / Parte de un todo.	Muestra muy pequeña; la información hace sentirme vulnerable (I2). Participaron 9924 entrevistados, no se sabe cómo fueron elegidos (I3).	Con base en los resultados del profesor: 70, 50, 60, 55; $\bar{x} = 58.75$ ; R = 20.

M	Subconjunto o porción representativa.	Sonora no representa a todo México, la información no me afecta (I2). Participaron 10,313 entrevistados; método de elección no aleatorio (I3).	Evidencia de tendencia a caer punta arriba: 65, 55, 60, 70; $\bar{x} = 62.5$ ; $R = 15$ .
R	Porción representativa; está conformada por datos.	Muestra muy pequeña y Sonora no representa a todo México, la información no me afecta (I2). Participaron 10,313 entrevistados; muestra muy pequeña y con método de elección no aleatorio (I3).	Es más frecuente caer punta arriba: 65, 58, 70, 63; $\bar{x} = 64$ ; $R = 12$ .
A	Datos del objeto de estudio en una investigación; subconjunto o porción representativa.	-	-

*Nota.* P=Preestructural; U=Uniestructural; M=Multiestructural; R=Relacional; A=Abstracto extendido

Para el problema I2, se tomaron como referencia las componentes de definición del concepto (noción parte todo) y reconocimiento de la influencia del tamaño de muestra como elemento clave para representatividad. Para el problema I3, se tomaron las componentes de método muestreo (probabilístico o no probabilístico) e identificación del tamaño de muestra.

Finalmente, para el problema I4, la primera componente de referencia fue la de enfoque probabilístico (en este caso, un acercamiento frecuentista al concepto de probabilidad), en tanto que la segunda refiere al grado de acierto en las estimaciones brindadas por los estudiantes. Para esto se tomó como referencia el estudio de Begué et al. (2020), para clasificar el rango de las estimaciones del valor esperado (alta concentración, estimación normativa, aceptable o excesiva) y su valor medio (sesgo de equiprobabilidad, recencia negativa o positiva, estimación normativa, aceptable, baja o excesivamente baja). La clasificación se basa en el rango y valor medio de una suma de cuatro valores esperados de una variable aleatoria con modelo de probabilidad binomial de parámetros  $B(n = 100, p = .68)$ ; esta acción metodológica tuvo el objetivo de obtener información complementaria para analizar el razonamiento con las nociones de representatividad y variabilidad muestral desde una perspectiva procedimental y estocástica del muestreo.

## 5. RESULTADOS

A continuación, presentamos la jerarquía de respuestas para cada problema, denotando los ejemplos de

respuesta con la letra “E” seguida del número de participante. Más adelante, presentamos la distribución de respuestas de acuerdo con las carreras de los participantes en el estudio.

## 5.1 Resultados por problema

### 5.1.1. Caracterización de muestra

Los resultados del problema II, que recoge las concepciones de los estudiantes sobre el concepto de muestra, se encuentran en la tabla 2. Cuatro respuestas vacías (sin respuesta) fueron clasificadas en el nivel preestructural, mientras que en el nivel uniestructural se presentaron ocho. Las respuestas de este nivel mencionan uno de tres componentes que caracterizan la idea de muestra, a saber: como una parte o porción de un todo más amplio; como un objeto de estudio en una investigación científica; o como un ensayo, prueba o demostración. Las siguientes respuestas ejemplifican estos significados:

E65 (parte o porción): Es la elección de un subconjunto de la población.

E76 (prueba, ensayo o ejemplo): Un ejemplo demostrado o que permite medir algo, como una muestra de comida o una muestra médica.

E54 (objeto de estudio en una investigación): Es el objeto de estudio en una práctica de laboratorio.

**Tabla 2**

*Niveles SOLO para caracterización de muestra*

Nivel SOLO	Componentes	Frecuencia
P; n=4	No contesta o no responde.	4
U; n=8	Parte de un todo.	4
	Prueba, ensayo o ejemplo.	3
	Objeto de estudio en una investigación.	1
M; n=41	Subconjunto o porción representativa; objeto de estudio en una investigación.	6
	Prueba, ensayo o ejemplo; estimación con grado de error.	1
	Parte de un todo; objeto de estudio en una investigación.	7
	Datos del objeto de estudio en una investigación.	2
	Datos y parte de un todo.	3
	Datos que se desprenden de una prueba, ensayo o ejemplo.	1
	Datos de un subconjunto o porción representativa.	2
	Subconjunto de una población (material); prueba, ensayo o ejemplo.	4
	Subconjunto de una población (material); objeto de estudio en investigación.	7
	Subconjunto de una población (material); parte de un todo.	8
R; n=25	Subconjunto o porción que es representativa; objeto de estudio en una investigación.	2
	Datos del objeto de estudio en investigación; parte de un todo.	4

Nivel SOLO	Componentes	Frecuencia
A; n=5	Datos de un subconjunto representativo; parte de un todo.	2
	Subconjunto de una población (material); objeto de estudio en una investigación; parte de un todo.	9
	Subconjunto de una población (material); parte de un todo; prueba, ensayo o ejemplo.	2
	Subconjunto de una población (material); subconjunto o porción que es representativa.	6
	Datos del objeto de estudio en una investigación; subconjunto o porción que es representativa.	1
	Subconjunto de una población (material); objeto de estudio en una investigación; subconjunto o porción que es representativa.	3
	Subconjunto de una población (material); objeto de estudio en una investigación; subconjunto o porción que es representativa; estimación con grado de error.	1

*Nota.* P=Preestructural; U=Uniestructural; M=Multiestructural; R=Relacional; A=Abstracto extendido

En el nivel multiestructural, que es el grupo con mayor número de respuestas con 41 de las 83, los estudiantes mencionan una combinación de dos de los componentes previamente señalados, o bien, incluyen en esta combinación un nuevo componente que se refiere a uno de los siguientes significados: como un subconjunto o porción representativa de una población; como un medio para estimar, con cierto grado de error o variabilidad (muestral); o ya sea , explícitamente, como datos (de una o más variables de interés) o ciertos elementos físicos o materiales que conforman la muestra. Las siguientes respuestas ilustran estos significados:

- E41 (datos y representatividad): La muestra es una serie de datos que se toman como representante(s) para algún estudio.
- E58 (prueba, ensayo o ejemplo y estimador): Es algo que se toma como ejemplo previo al verdadero objetivo, o que se toma como base de un valor porque siempre hay variación.
- E45 (elementos físicos o materiales y parte-todo): un pedazo del total de alguna cosa, pueden ser casas, carros, personas ancianas, niños, etc.

Es importante destacar que, dentro de este grupo de respuestas, los componentes que tienden a caracterizar el concepto de muestra para los estudiantes (i.e., aquellos que reciben más menciones) son: como una parte o porción de un todo o población, que está constituida por objetos físicos o materiales, y que se relacionan a cierto objeto de estudio en una investigación.

En el nivel relacional, con 25 de las 83 respuestas, los estudiantes brindan respuestas que exhiben una combinación de tres componentes de los descritos previamente. Las siguientes respuestas ejemplifican esta situación:

E37 (elementos físicos o materiales, noción parte – todo y objeto de estudio en investigación): Una muestra es una porción de la población que se utiliza para analizarse en determinado estudio. Un ejemplo sería cuando se realiza un estudio para saber cuántas personas en una universidad estudian una carrera en específico.

E12 (elementos físicos o materiales, subconjunto o porción representativa): La muestra es aquella que se selecciona de un objeto de estudio, datos etc. (ejemplo: estudiantes de la carrera de comunicación de la Universidad de Sonora o personas de la tercera edad que viven en Hermosillo, Sonora en la colonia Villa de Seris), con la cual podemos obtener resultados e información sin la necesidad de estudiar a toda la población, es decir la muestra refleja un total de datos que son representativos para generalizar una situación que es objeto de estudio.

Dentro de este grupo de respuestas, debido al número de menciones de cada componente, puede decirse que el concepto de muestra de los estudiantes refiere a una porción o subconjunto de un todo, compuesto de objetos físicos o materiales, y que se relacionan a cierto objeto de estudio en una investigación.

Finalmente, en el nivel abstracto extendido, con 5 de las 83 respuestas, los estudiantes mencionan una combinación de cuatro de algunos de los componentes descritos previamente. Dentro de este grupo de respuestas, se tienden a mencionar los componentes de muestra relacionados a los elementos físicos o materiales que la constituyen, que son objeto de estudio en una investigación, y que a su vez forman un subconjunto o porción de un todo que se considera representativa; la respuesta de E69 ilustra estos significados:

E69: Hasta donde sé, una muestra es una porción variada de un grupo de personas o cosas del que vas a hacer una encuesta o vas a recoger datos para un estudio y se representará a los resultados de todo el grupo con los resultados que se obtengan de esa muestra. Por ejemplo, si yo voy a hacer una encuesta sobre adicciones en Hermosillo, podría no aplicarla en literalmente todos los Hermosillenses, sino que podría elegir a un selecto grupo con edades y otras características variadas y aplicarla a ese grupo nada más y de ahí sacar mis datos para todo Hermosillo.

### **5.1.2. Noción parte todo y método de muestreo**

Los resultados del problema I2, que evalúa la capacidad de los estudiantes para valorar conclusiones estadísticas con base en la noción parte todo del muestreo, se muestran en la tabla 3. Cerca de la mitad de los estudiantes brindaron respuestas clasificadas en el nivel preestructural, caracterizadas en su mayoría por no ofrecer crítica alguna sobre aspectos de muestreo a la declaración de Xóchitl, y brindar, en cambio, una opinión personal sobre la temática del ítem que de una u otra forman reconocen la confiabilidad de la muestra. Las siguientes respuestas ejemplifican este tipo de argumentos:

E4: (I2.a) No haría ninguna crítica, considero que tiene la razón en esto, se discrimina a la gente por religión, color o su origen, siendo esto algo horrible. (I2.b) Considero que sí, pero no me importaría. Me haría vulnerable a las críticas porque sé que no son creencias del lugar en el que habito, pero seguiría practicando en lo que creo.

E37: (I2.a) No haría ninguna crítica a las declaraciones realizadas por que creo que lo que menciona es verdad. (I2.b) Considero que no me haría sentir vulnerable, porque la información mencionada en el estudio sería con el fin de recaudar información y de aprendizaje.

**Tabla 3**

*Niveles SOLO para evaluación de muestreo (noción parte todo)*

Nivel SOLO	Componentes
P; n=37	No hace crítica alguna a aspectos de muestreo; considera la muestra una fuente confiable para toma de decisiones.
U; n=18	Identifica inconsistencia en población objetivo o señala un tamaño de muestra insuficiente, pero considera la muestra una fuente confiable para toma de decisiones.
M; n=16	Identifica inconsistencia en población objetivo o señala un tamaño de muestra insuficiente; descarta la información de la muestra para toma de decisiones.
R; n=12	Identifica inconsistencia en población objetivo y señala un tamaño de muestra insuficiente; descarta la información de la muestra para toma de decisiones.

*Nota.* P=Prestructural; U=Uniestructural; M=Multiestructural; R=Relacional

Cerca de una quinta parte de los estudiantes brindó respuestas clasificadas en el nivel uniestructural. En estas respuestas se identifica una inconsistencia entre la población objetivo del estudio y la mencionada por Xóchitl, o bien, se señala el uso de un tamaño de muestra demasiado pequeño y que por tanto resulta insuficiente. No obstante, estos señalamientos, los estudiantes asumen que la extrapolación de Xóchitl es válida al expresar una opinión acerca de cómo asimilar o qué hacer con respecto a la información sobre discriminación reportada en el estudio. Las siguientes respuestas ejemplifican esta situación:

E18: (I2.a) No creo que la muestra de la población de las 4 localidades mencionadas represente a todos los adultos de México para afirmar esto. (I2.b) Posiblemente, tomando en cuenta que la mayoría de la población es católica.

E19: (I2.a) La verdad sí quisiera que su muestra fuera un número más cerrado y grande, ejemplo: 16,000 personas. (I2.b) Al ver que mi religión practicada es tan poco frecuente podría sentirme un poco no vulnerable sino escéptica a la hora de poder recibir discriminación con mayor porcentaje.

Otra quinta parte de los estudiantes brindó respuestas clasificadas en el nivel multiestructural. Estas respuestas se caracterizan por señalar una inconsistencia entre la población objetivo del estudio y la mencionada por Xóchitl y solo en un caso se argumenta que se usa un tamaño de muestra demasiado pequeño. En todos los casos se rechaza la información del estudio como base para toma decisiones en



asuntos de discriminación. Las siguientes respuestas ejemplifican esta situación:

E51: (I2.a) Creo que no puede afirmar un enunciado sobre los mexicanos si el estudio solo está basado en el estado de Sonora. (I2.b) No, porque en realidad solo habla de residentes del estado de Sonora en cuanto a religión, no ofrece datos de ningún otro estado en general.

E78: (I2.a) Debería cambiar la palabra “mexicanos” por “sonorenses”. Aun así, una encuesta realizada solamente en una región de un estado no podría representar a un país entero. Se necesitaría encuesta en distintos estados de la república para tener una muestra más representativa y poder dar esas declaraciones. (I2.b) No. Si tuviera que tomar en cuenta esa encuesta para sentirme vulnerable, no sucedería. Ya que esta encuesta no se realizó en esos estados. Y solo se tomó en cuenta algunas regiones de Sonora.

Finalmente, en el nivel relacional, 12 estudiantes brindaron respuestas en las que señalan una inconsistencia entre la población objetivo del estudio y la mencionada por Xóchitl, el uso de un tamaño de muestra demasiado pequeño, y optan por rechazar la información del estudio como base para toma decisiones en asuntos de discriminación. Las siguientes respuestas ilustran estos argumentos:

E26: (I2.a) Sí, ya que mencionó que 1 de cada 10 mexicanos, cuando el estudio no se realizó en todo México si no en Hermosillo y solo en ciertas colonias. (I2.b) No, ya que es muy pequeña la muestra y solo es de una ciudad en específico.

E74: (I2.a) Sí, la crítica es que su muestreo es muy pequeño como para poder decir que representa a la población mexicana. Como no soy del estado no se acerca de los poblados que están en el estado no puedo decir que la muestra sea aleatoria que represente a México, tal vez a la zona norte de sonora y si delimitamos nuestra conclusión a la zona, sea más exacta. (I2.b) Este estudio no me permite realizar una extrapolación de la información por el tamaño y la zona de muestreo, es demasiado pequeña para poder sacar conclusiones a nivel nacional, por lo que no puedo considerar si soy vulnerable.

Los resultados del problema I3, que evalúa la capacidad de los estudiantes para identificar el tamaño de muestra y para valorar conclusiones estadísticas con base en la correcta aplicación de un método de muestreo, se muestran en la tabla 4. Cerca de un 15% de los estudiantes consideró la muestra como una fuente confiable para conocer el apoyo público para la despenalización de la marihuana, pues no hizo crítica alguna al método de muestreo empleado por la estación radiofónica, además de brindar una respuesta incorrecta al momento de identificar el tamaño de muestra utilizado en la encuesta reportada por la estación. Varios estudiantes de este grupo consideraron que el ítem I3.a preguntaba por el número de votantes a favor de la despenalización, el porcentaje de votantes en la encuesta a favor de la despenalización, o una apreciación personal y cualitativa sobre el tamaño de muestra empleado en la encuesta (p.e., “creo que es un tamaño muy pequeño”). Las siguientes respuestas ejemplifican las

clasificadas en este nivel:

- E49: (I3.a) 9,924 de + de 10,000. [Representa] aproximadamente el 90%. (I3.b) Sí, debido a que la mayoría de la población participó y justificó su acción, como es una opinión y no un examen, cada resultado puede variar dependiendo de la persona.
- E46: (I3.a) El tamaño de la muestra en este caso fue de 10000 entrevistados. (I3.b) Como hemos comentado anteriormente, es un aproximado a la realidad (la realidad siendo todas las personas), pero tomando en cuenta la muestra de 10,000 personas y que sólo 300 de ellas estén en contra, nos dice con claridad o es muy claro que la gente está a favor que en contra.

**Tabla 4**

*Niveles SOLO para evaluación de muestreo (método de muestreo)*

Nivel SOLO	Componentes	Frecuencia
P; n=12	No identifica el tamaño de muestra y la considera como fuente confiable.	12
U; n=46	Calcula o estima el tamaño de muestra, pero considera la muestra como fuente confiable.	25
	Identifica una fuente de sesgo en método de muestreo, pero no el tamaño de muestra.	21
M; n=23	Calcula o estima el tamaño de muestra e identifica una fuente de sesgo en método de muestreo.	20
	Identifica dos fuentes de sesgo en método de muestreo, pero no el tamaño de muestra.	3
R; n=2	Calcula o estima el tamaño de muestra e identifica dos fuentes de sesgo en método de muestreo.	2

*Nota.* P=Preestructural; U=Uniestructural; M=Multiestructural; R=Relacional

En el nivel uniestructural, que es el grupo que contiene más de la mitad de las respuestas, 25 estudiantes pudieron calcular o estimar el tamaño de muestra, pero no ofrecieron críticas a los aspectos metodológicos del muestreo; de la misma forma que los estudiantes del subgrupo previo, respondieron el ítem I3.b reflejando de una u otra manera que aceptaron la validez de los resultados del sondeo. En cambio, 21 estudiantes de este grupo dieron una respuesta incorrecta al identificar el tamaño de muestra, pero señalaron una fuente de sesgo en el método de muestreo del sondeo. Estas críticas se dividieron entre señalar la falta de una selección aleatoria de individuos entre la población de México o el uso de un tamaño de muestra demasiado pequeño. Las siguientes respuestas ejemplifican, respectivamente, los dos tipos de argumentos:

- E67: (I3.a) Más de 10,000 personas. (I3.b) Sí, porque fue un estudio con una muestra grande.
- E13: (I3.a) El tamaño de la muestra con la que se realizó el sondeo fue de 10,000 personas. (I3.b) No creo que sea una fuente confiable, es probable que la mayoría

del público que escucha esa radio sea gente joven o de mentalidad abierta, aunque no es una muestra representativa de la población de la ciudad o localidad, se requiere que se tomen en cuenta también aquellas personas que no son el público específico de la estación de radio.

En el nivel multiestructural, la mayoría de las respuestas reflejan que los estudiantes fueron capaces de calcular apropiadamente el tamaño de muestra del sondeo, y de identificar una fuente de sesgo en el método de muestreo. En la mayoría de estas 20 respuestas se señala la falta de selección aleatoria de los elementos de la muestra, y solo unos pocos señalan el uso de un tamaño de muestra demasiado pequeño. Adicionalmente, tres respuestas fueron clasificadas en este nivel por identificarse dos fuentes de sesgo en el método de muestreo, pero no el tamaño de muestra. En estos casos, los estudiantes mencionaron la falta de selección aleatoria y el uso de un tamaño de muestra demasiado pequeño. Los siguientes extractos ejemplifican, respectivamente, este tipo de respuestas:

E44: (I3.a) Sería más de 10,000 personas como se muestra en el texto. (I3.b) No, siento que no beneficia tanto y es mejor realizar una encuesta realmente al azar con distintas personas.

E39: (I3.a) De 10,000 personas. (I3.b) No, porque si nos vamos a un nivel nacional esa muestra sería muy pequeña, aparte que podríamos deducir que el grupo que estaba a favor de descriminalizar la marihuana era un grupo de un estado o un municipio y que si lo hacemos en otro estado podrían ser totalmente diferentes los resultados.

Finalmente, solo dos estudiantes brindaron respuestas clasificadas en el nivel relacional; ya sea mediante el cálculo o estimación correcta del tamaño de muestra, ambos estudiantes rechazaron la confiabilidad del sondeo por la falta de selección aleatoria en el método de muestreo y el uso de un tamaño de muestra considerado demasiado pequeño. Como ejemplo, la respuesta de E20 fue:

E20: (I3.a) Pues, si sumamos a las personas que están de acuerdo con la despenalización, más los que están en contra que sería  $9,924 + 389 = 10,313$  de muestra. (I3.b) La verdad no, creo que es una muestra muy pequeña. No se sabe quién llamó y si bien sabemos, México, es un país con bastantes estados, en total 32 estados, entonces, yo por mi parte, tomaría al menos 10,000 muestras por estado.

### **5.1.3. Representatividad y variabilidad muestral**

Los resultados del problema I4, que evalúa la comprensión de los estudiantes sobre las nociones de representatividad y variabilidad muestral en un contexto probabilístico, se presentan en la tabla 5. En el nivel preestructural, que contiene prácticamente la mitad de las respuestas, dos estudiantes consideraron

que el ítem solicitaba la estimación de una probabilidad, mientras que en las restantes se desechó la información del experimento realizado por el profesor para elaborar las estimaciones del valor esperado de tachuelas que caerían con punta arriba.

**Tabla 5**

*Niveles SOLO para representatividad y variabilidad muestral*

Nivel SOLO	Componentes	Frecuencia
P; n=41	No considera información frecuencial o aplica un sesgo de razonamiento para realizar estimaciones del valor esperado (equiprobabilidad, falacia del jugador). Provee estimación del valor medio esperado fuera del intervalo normativo y aceptable y valores esperados con variabilidad fuera del intervalo normativo y aceptable.	41
U; n=17	Considera la estimación brindada por el profesor, para elaborar sus estimaciones.	9
	Provee estimación del valor medio esperado dentro del intervalo aceptable.	2
	Provee valores esperados con variabilidad dentro del intervalo aceptable o normativo.	6
M; n=10	Considera la estimación brindada por el profesor para elaborar sus estimaciones y provee estimación del valor medio esperado dentro del intervalo aceptable o normativo.	2
	Considera la estimación brindada por el profesor para elaborar sus estimaciones y provee valores esperados con variabilidad dentro del intervalo aceptable o normativo.	6
	Provee estimación del valor medio esperado dentro del intervalo normativo y aceptable y valores esperados con variabilidad dentro del intervalo aceptable o normativo.	2
R; n=15	Considera la estimación brindada por el profesor para elaborar sus estimaciones, provee estimación del valor medio esperado dentro del intervalo aceptable o normativo y valores esperados con variabilidad dentro del intervalo aceptable o normativo.	15

*Nota.* P=Preestructural; U=Uniestructural; M=Multiestructural; R=Relacional

Esto es, 34 estudiantes se apoyaron en la heurística de la representatividad y de la disponibilidad para elaborar sus estimaciones, evidenciando tanto argumentaciones como estimaciones del valor esperado que reflejan la aplicación de algún sesgo de razonamiento. De estos, 16 manifestaron guiarse con el sesgo de equiprobabilidad para elaborar sus estimaciones del valor esperado, de manera que brindaron valores medios esperados en el intervalo [45-55]. No obstante, en nueve de estos casos se brindaron valores medios esperados clasificados como bajos ((55-63.4)) o excesivamente bajos (menor que 45), lo cual sugiere que algunos estudiantes también aplicaron el sesgo de la falacia del jugador en modalidad recencia negativa. Razonablemente, quienes manifestaron el sesgo de equiprobabilidad brindaron valores

esperados con muy alta concentración (rango menor que 3) y los restantes con excesivo grado de variabilidad (rango mayor a 18).

Los otros 18 estudiantes de este grupo manifestaron guiarse con el sesgo de la equiprobabilidad para elaborar sus estimaciones del valor esperado, pero consideraron que cualquier valor de la variable aleatoria del experimento tendría la misma probabilidad de ocurrir. La distribución de sus valores medios esperados asemeja de forma cercana a la del grupo anteriormente descrito, pues la mitad de los estudiantes brindó valores esperados en el intervalo [45-55] y los restantes en los intervalos (55-63.4) y (menor que 45). Sin embargo, a diferencia del grupo anterior, la variabilidad de estos valores esperados fue excesiva en todos los casos (rango mayor a 18).

Finalmente, dentro de este nivel se presentaron cinco respuestas en las que se justificó la elaboración de las estimaciones del valor esperado a través de una interpretación propensionista del concepto de probabilidad, pues se brindaron explicaciones que justificaban la asignación de una alta o baja probabilidad de que la tachuela caiga con punta arriba a partir de las características físicas de las mismas y sus implicaciones en el proceso de lanzamiento o caída, pero también se brindaron valores medios esperados clasificados como bajos ((55-63.4)) o de recencia negativa (menor que 45) y se presentó una variabilidad excesiva en las estimaciones de los valores esperados (rango mayor a 18). A continuación, se presentan ejemplos de estas respuestas:

E38 (equiprobabilidad): (I4.a) 50, 50, 50, 50; (I4.b) son dos posibles resultados por lo que la probabilidad de que salga uno de una manera y otro de otro es la misma por lo que es la misma cantidad.

E82 (equiprobabilidad): (I4.a) 41, 69, 45, 51; (I4.b) en este caso de las tachuelas, la conclusión puede ser dos, sin embargo, son aleatorias, ni una ni la otra tiene más peso que la otra porque simplemente hay de dos formas.

E2 (equiprobabilidad en variable aleatoria): (I4.a) 20, 55, 30, 49; (I4.b) escogí números aleatoriamente.

E56 (aproximación propensionista): (I4.a) 58, 40, 76, 47; (I4.b) pues la tachuela está formada por dos partes, una parte medio plana y la parte de la aguja. Dado que la parte medio plana es más pesada, es más probable que las tachuelas caigan con la punta hacia arriba, aunque también puede existir la probabilidad de que caigan con la punta hacia abajo.

En el nivel uniestructural, que contiene una quinta parte de las respuestas, se presentaron, a nivel general, dos tipos. Las del primero, que representan poco más de la mitad de las clasificadas en este nivel, son aquellas en las que se justifica de manera aceptable cómo elaborar las estimaciones del valor esperado (i.e., asumiendo el resultado del experimento del profesor como estimación del verdadero valor esperado), pero se proveen estimaciones del valor medio esperado que son bajos ((55-63.4)) o en el

intervalo de equiprobabilidad ([45-55]), además de presentar una variabilidad excesiva en la estimación de los valores esperados (rango mayor a 18).

Las ocho respuestas restantes son del segundo tipo. En estas se brinda ya sea una estimación del valor medio esperado que es aceptable o normativa o valores esperados con variabilidad aceptable o normativa, pero se argumenta que su elaboración se basa en el sesgo de equiprobabilidad descrito anteriormente o manteniendo una interpretación propensionista del concepto de probabilidad (que no considera la información del experimento realizado por el profesor). Ejemplos de ambos tipos de respuesta son:

E29 (acercamiento frecuentista): (I4.a) 52, 64, 28, 71; (I4.b) me basé en los datos ya brindados, me fui yendo con posibles valores que se encontraban alrededor del primero (68), y traté de buscar algún aproximado, aunque es más un número al azar, ya que no se sabe con precisión qué valores podrían salir.

E15 (equiprobabilidad): (I4.a) 60, 58, 46, 59; (I4.b) al tener una muestra de 100 las probabilidades varían alrededor de 50 en un rango de entre 35 y 65 por lo que estos son resultados posibles que pueden salir con mayor probabilidad.

E32 (aproximación propensionista): (I4.a) 40, 45, 30, 37; (I4.b) yo considero que siempre caerían con más facilidad una mayor cantidad de tachuelas con la punta hacia abajo, pero sin haber una diferencia muy significativa.

En el nivel multiestructural, que contiene cerca de una octava parte de las respuestas, se presentaron nuevamente, de manera general, dos tipos. En el primero, los estudiantes brindaron argumentaciones sobre cómo elaborar los valores esperados consideradas aceptables junto con, ya sea un valor medio esperado considerado aceptable o normativo, o valores esperados con nivel de variabilidad aceptable o normativa. Este tipo de respuesta predomina casi en la totalidad de las clasificadas en este nivel, exhibiendo un mejor desempeño de los estudiantes para considerar un grado de variabilidad razonable en sus estimaciones.

En el segundo tipo de respuesta, brindada por dos estudiantes, se obtiene una estimación del valor medio esperado dentro del intervalo normativo y aceptable, así como valores esperados con variabilidad dentro del intervalo aceptable o normativo, pero solo se hace referencia a las características físicas y mecanismo de la tachuela para justificar la elaboración de los valores esperados. (Discutiblemente, dado que aciertan en los componentes de representatividad y variabilidad muestral, sería razonable sospechar que estos últimos estudiantes sí consideren la información del experimento realizado por el profesor). Ejemplos de estos tipos de respuesta son:

E57 (acercamiento frecuentista): (I4.a) 69, 67, 70, 71; (I4.b) observando el resultado, que nos dice que la mayoría de las tachuelas caen con la punta hacia arriba. Honestamente no sé si tenga que ver con el peso o la forma de la tachuela que hace más probable que caigan de esa manera.

E20 (aproximación propensionista): (I4.a) 70, 65, 68, 71; (I4.b) las tachuelas no permiten quedarse con la punta abajo, ya que, al momento de estrellarse con el escritorio, estas, por ser tan pequeñas, rebotan y quedan hacia arriba.

Finalmente, en el nivel relacional, que contiene poco menos de la quinta parte de las respuestas, los estudiantes brindaron valores esperados con variabilidad aceptable o normativa, con un valor medio esperado también en el intervalo aceptable o normativo, y justificaron su elaboración a partir del resultado del experimento del profesor. Ejemplos de estas respuestas son:

E23 (acercamiento frecuentista): (I4.a) 64, 70, 60, 72; (I4.b) En base a la muestra que el profesor utilizó, podría ser más probable que en la gran mayoría de los casos haya un número mayor de tachuelas que caen con la punta hacia arriba por cómo están distribuidos los pesos.

E48 (acercamiento frecuentista): (I4.a) 60, 72, 63, 77; (I4.b) Al salir un valor más del doble que el otro, me hace suponer que hay una razón para ello que tiene que ver con el diseño de la tachuela, entonces con esa idea hago un promedio parecido donde los de mayor probabilidad son los que tiene la punta hacia arriba.

## 5.2. Distribución de niveles SOLO por carrera

La tabla 6 exhibe como se distribuyen las respuestas según la taxonomía SOLO y de acuerdo con la carrera del participante:

**Tabla 6**

*Distribución de respuestas por niveles y carrera (frecuencias relativas)*

Niveles SOLO	Comunicación	Odontología	Física	Ingeniería en Electrónica	Enseñanza de las Matemáticas
<b>I1: Caracterización de muestra</b>					
P	0.12	0	0.06	0	0.06
U	0	0	0.35	0.06	0.06
M	0.35	0.47	0.41	0.63	0.63
R	0.41	0.47	0.12	0.25	0.25
A	0.12	0.06	0.06	0.06	0
<b>I2: Evaluación de muestreo (noción parte-todo)</b>					
P	0.29	0.71	0.35	0.56	0.31
U	0.29	0.12	0.18	0.31	0.19
M	0.24	0.06	0.24	0.13	0.31
R	0.18	0.12	0.24	0	0.19
<b>I3: Evaluación de muestreo (métodos de muestreo)</b>					
P	0.06	0.06	0.18	0.06	0.38
U	0.71	0.71	0.47	0.5	0.38
M	0.24	0.24	0.29	0.38	0.25

Niveles SOLO	Comunicación	Odontología	Física	Ingeniería en Electrónica	Enseñanza de las Matemáticas
R	0	0	0.06	0.06	0
<b>I4: Representatividad y variabilidad muestral</b>					
P	0.53	0.53	0.53	0.56	0.31
U	0.29	0.24	0.12	0.13	0.25
M	0.06	0.06	0.18	0.13	0.19
R	0.12	0.18	0.18	0.19	0.25

*Nota.* P=Preestructural; U=Uniestructural; M=Multiestructural; R=Relacional; A= Abstracto extendido

Como puede apreciarse, los grupos de estudiantes presentaron mejor o peor desempeño, en términos de su alcance en los niveles más altos de la taxonomía SOLO, dependiendo del problema en turno. Para el caso de caracterizar el concepto de muestra, los estudiantes de Odontología y Comunicación brindaron la mayor cantidad de respuestas en los niveles multiestructural, relacional y abstracto extendido, mientras que, de manera opuesta, los de Física fueron quienes presentaron la mayor cantidad de respuestas en el nivel multiestructural e inferiores.

Para el caso de evaluar el muestreo en un contexto social o medio periodístico (problemas I2 e I3), los estudiantes de Odontología figuraron entre los de desempeño más bajo. Esto es, al evaluar el muestreo con relación a la noción parte-todo, los de Odontología e Ingeniería Electrónica presentaron la mayor cantidad de respuestas en los niveles preestructural y uniestructural, en tanto que el resto brindó respuestas distribuidas de manera aproximadamente similar en todos los niveles SOLO. Al evaluar el muestreo con relación a los métodos de muestreo, el desempeño de los estudiantes mejoró significativamente. En este caso, los estudiantes de Enseñanza de las Matemáticas presentaron la mayor cantidad de respuestas en los niveles preestructural y uniestructural, seguidos de los de Comunicación y Odontología, quienes presentaron la cantidad máxima de respuestas catalogadas en el nivel uniestructural.

Finalmente, para el caso de coordinar las nociones de representatividad y variabilidad muestral en un contexto probabilístico, los estudiantes de Enseñanza de las Matemáticas presentaron el mejor desempeño, con una distribución de respuestas aproximadamente similar en todos los niveles SOLO. Aunque con mayor cantidad de respuestas en el nivel preestructural, los de Física tuvieron un desempeño similar a los de Enseñanza de las Matemáticas, dado que presentaron una cantidad cercana de repuestas multiestructural y relacional. No obstante, como puede apreciarse, en este problema se obtuvo el desempeño más bajo en todos los grupos de estudiantes, siendo los de Comunicación y Odontología los que presentaron las respuestas más cargadas hacia los niveles preestructural y uniestructural.



## 6. DISCUSIÓN

La caracterización de muestra que proporcionan los estudiantes participantes revela una riqueza de ideas que coinciden con los resultados de Watson (2004) y los de Ruiz y Contreras (2021), pues aluden frecuentemente y de distintas maneras a la noción parte todo, a la de representatividad muestral y a la de muestra como prueba, ensayo o demostración. La distribución de las respuestas en los niveles SOLO evidencia que la mayoría de los estudiantes es capaz de brindar una descripción que incluye tanto ejemplos como propósitos apropiados del concepto de muestra, aunque debe ponerse especial cuidado a los casos en que se considere que la idea de muestra representativa forma parte de la definición (Harradine et al., 2011).

En particular, llama la atención que asocian al acto de extraer una muestra con la investigación científica y la inferencia estadística, quizá producto de sus experiencias en el nivel universitario. Sin embargo, en las respuestas y ejemplos ofrecidos por los mismos estudiantes, apreciamos una fuerte tendencia a considerar únicamente situaciones en donde la población y la muestra son elementos físicos o materiales, lo cual evidencia que sus experiencias con el muestreo pueden provenir de limitarse a trabajar con poblaciones finitas y contables, posiblemente en situaciones ajenas al dominio probabilístico.

En cuanto a las habilidades de nuestros estudiantes para evaluar y criticar información estadística encontrada en contextos diversos con base en los aspectos de muestreo, observamos un desempeño incipiente en ambos problemas, pero con diferencia notoria en la distribución de las respuestas en los niveles SOLO. Al respecto, tres observaciones que consideramos relevantes comentar, son:

- Nuestros estudiantes señalen un tamaño de muestra como insuficiente y como única fuente de potencial de sesgo coincide nuevamente con el estudio de Ruiz y Contreras (2021).
- Que el desempeño de los estudiantes haya sido mejor evaluado para el problema contextualizado en la despenalización de la marihuana que en el de la discriminación también coincide con un resultado del estudio de Watson (2000). Este resultado particular puede fortalecer la conjetura de Wroughton et al. (2013), pues de verificarse que las opiniones de los estudiantes son más neutrales para el escenario de la despenalización, cabría esperarse que su razonamiento esté en condiciones más favorables para criticar de manera más objetiva los aspectos subyacentes del muestreo.
- Llama la atención la tremenda dificultad de una porción significativa de nuestros estudiantes para identificar correctamente el tamaño de muestra del estudio bajo escrutinio en el problema I3. Ya

sea un error aritmético o una confusión entre los conceptos de muestra y población, este error apunta a dificultades en las habilidades básicas relacionadas con el dominio de la estadística descriptiva, uno de los componentes necesarios del marco de Gal (2002) para la alfabetización estadística; además, este resultado particular también contrasta con el hecho de que los currículos de estadística y probabilidad en los niveles educativos mexicanos previos al nivel universitario privilegian los temas de estadística descriptiva sobre los de probabilidad e inferencia estadística (Inzunza, 2020).

Con relación a la evaluación de nuestros estudiantes sobre las nociones de representatividad y variabilidad muestral en un contexto probabilístico, encontramos que el desempeño de nuestros estudiantes se asemeja al de los estudiantes de bachillerato que participaron en el estudio de Begué et al. (2020). Es decir, casi la mitad de las respuestas obtenidas a este problema fueron clasificadas como preestructurales, porque nuestros estudiantes evidenciaron una fuerte propensión a echar mano de heurísticas que derivan en el sesgo de equiprobabilidad o en la falacia del jugador, además de que la noción de representatividad muestral fue mejor percibida que la de variabilidad muestral.

En este último caso, el razonamiento de los estudiantes también sobredimensiona los niveles de variabilidad que tendrían los valores esperados provenientes de las muestras, hecho que nos lleva a señalar dos rasgos que consideramos relevantes en nuestros resultados:

- La adopción de un enfoque frecuentista sobre el concepto de probabilidad tiende a poner en mayor ventaja a los estudiantes para brindar respuestas correctas en las nociones de representatividad y variabilidad muestral. Como hemos visto anteriormente, son estos participantes quienes tienden a proveer valores esperados que se comportan de acuerdo con las distribuciones teóricas de la suma y rango de los valores provenientes de una variable aleatoria binomial.
- Aunque en este problema clasificamos una cantidad significativa de respuestas en el nivel relacional, también se evidencia que entre los recursos de los estudiantes no se incluye el uso de modelos probabilísticos; sin ellos, no es de sorprenderse que estén tan limitados para dar cuenta sobre el comportamiento que sigue la variabilidad en los valores que puede tomar la variable aleatoria en cuestión.

Al comparar la distribución de respuestas en los niveles SOLO por carrera, se identifican desempeños variables (e inclusive contrastantes) por problema y carrera. Es difícil conjeturar acerca de la influencia de la diferencia entre las carreras y la formación previa de los estudiantes. Por ejemplo, considerando el tipo de actividades, contenidos y experiencias de aprendizaje de cada grupo en el nivel universitario,

sería razonable suponer que estudiantes de Odontología y Comunicación amplíen, con relativa velocidad, sus experiencias previas con el muestreo hacia escenarios y contextos de la inferencia estadística y la investigación científica. En cambio, para inspeccionar e interpretar correctamente el muestreo en una situación donde hay una problemática del contexto social, cabría suponer que pueden llegar a tener relativa ventaja aquellos que convivan más cercanamente a esta esfera, como nuestros estudiantes de Comunicación o Enseñanza de las Matemáticas. De forma desconcertante, los mismos grupos presentaron un desempeño pobre en nuestro estudio, al inspeccionar el muestreo en un reportaje periodístico.

Lo que sí puede apreciarse con mayor claridad, es que el manejo simultáneo de las componentes de representatividad y variabilidad muestral en un contexto probabilístico representó un conflicto transversal a todos nuestros grupos de estudiantes. Al respecto, se ha documentado sobre la influencia del nivel educativo de los estudiantes ante este tipo de tareas (Begué et al., 2020), pero no tanto así sobre la influencia de la diferencia en formación previa de los estudiantes universitarios y la carrera en la que se desenvuelven.

## 7. CONCLUSIONES

En respuesta a nuestra pregunta de investigación, ¿cómo se caracterizan los niveles de razonamiento de estudiantes universitarios frente a tareas que involucran nociones fundamentales del concepto de muestreo?, señalamos que los estudiantes participantes en nuestro estudio exhibieron componentes de conocimiento relacionados con una definición rica y variada, que incluye fuertemente la noción parte todo, propósitos y ejemplos apegados al cotidiano pero también a la investigación científica y la inferencia estadística. En particular, algunas de nuestras evidencias sugieren que, en este nivel educativo, los estudiantes pueden estar en una etapa de transición respecto a concebir a una muestra no solamente en términos de elementos materiales o físicos, sino también como un conjunto de valores observados en una variable de interés.

En este trabajo también aportamos información que evidencia que la evaluación de información estadística con base en el escrutinio de los aspectos de muestreo puede ser una tarea altamente retadora para los estudiantes universitarios. Este resultado contrasta con el de Gómez-Blancarte et al. (2021), que sugiere que los docentes del bachillerato mexicano sí fomentan el desarrollo de habilidades relacionadas con la evaluación de aspectos básicos del muestreo que conduzcan a una inferencia válida. Por un lado, tal vez el hecho de que los estudiantes tiendan a centrarse más en el tamaño de la muestra que en el

método de selección (es decir, muestreo probabilístico frente a no probabilístico) puede revelar que los profesores se enfocan únicamente en el poder de un tamaño de muestra grande como el determinante a la hora de buscar la representatividad muestral.

Por otro lado, el hecho de que solo la mitad de nuestros estudiantes pudiera rechazar afirmaciones basadas en un uso inadecuado del muestreo puede indicar, de manera más general, una falta de atención a este tipo de tareas dentro del aula escolar, lo que provoca que los conocimientos y experiencias personales sobre el contexto de la situación prevalezcan sobre los estadísticos (Wroughton et al., 2013). En vista del desempeño pobre de nuestros estudiantes ante este tipo de problemas, debe prestarse especial atención a esta componente de conocimiento por parte de los profesores.

En este trabajo también encontramos evidencias de que las componentes de representatividad y variabilidad muestral fueron comprendidas a un nivel muy incipiente por parte de nuestros estudiantes. Si bien ya se encuentran en el nivel universitario, la ocurrencia tan frecuente de sesgos y la visión desproporcionada del comportamiento de la variabilidad muestral sugieren que nuestros estudiantes no han recibido instrucción suficiente sobre los vínculos entre los enfoques clásico y frecuentista de la probabilidad ni sobre el concepto de distribución de probabilidad. Este resultado apunta a la necesidad activa de que la enseñanza básica profundice en los aspectos conceptuales y matemáticos del muestreo, además de proveer mayores oportunidades y experiencias a los estudiantes en las que puedan experimentar y estudiar sistemáticamente la noción de variabilidad muestral. Actualmente hay múltiples propuestas y recursos didácticos que van en esta dirección (ver por ejemplo applets de uso libre sobre distribuciones muestrales empíricas en <http://www.rossmanchance.com/applets/index.html>), por lo que un mayor uso de este tipo de recursos dentro del aula escolar podría impactar favorablemente en la reducción de sesgos y respuestas que sobredimensionan el comportamiento de la variabilidad muestral. Finalmente, destacamos que una de las grandes limitaciones de este trabajo es su carácter descriptivo, pues solo nos enfocamos en caracterizar las respuestas de nuestros sujetos participantes; otra limitación importante es que no hemos profundizado en la influencia de la diferencia entre las carreras de nuestros estudiantes ni en su formación estadística y probabilística previa. Por estas razones, sería pertinente realizar esfuerzos de investigación, como una replicación de este trabajo, que permitan indagar con claridad la influencia de estas variables.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Ainley, J. Gould, R. y Pratt, D. (2015). Learning to reason from samples: Commentary from the

Silvestre, E. y Armenta, M. (2022). Niveles de razonamiento sobre nociones de muestreo en universitarios: un estudio exploratorio con estudiantes mexicanos. *Revista de Educación Estadística*, 1(1), 1-31. <https://doi.org/10.29035/redes.1.1.9>

- perspectives of task design and the emergence of “big data”. *Educational Studies in Mathematics*, 88(3), 405-412. <https://doi.org/10.1007/s10649-015-9592-4>
- Begué, N., Batanero, C., Gea, M.M. y Beltrán, P. (2020). Comprensión de la representatividad y variabilidad muestral por estudiantes de educación secundaria. *Yupana*, 12, 8-22. <https://doi.org/10.14409/yu.v0i12.9624>
- Begué, N., Batanero, C., Ruiz, K. y Gea, M. M. (2019). Understanding sampling: A summary of the research. *Boletín de estadística e investigación operativa–BEIO*, 35(1), 49-78.
- Biggs, J. B. y Collis, K. F. (1991). Multimodal learning and the quality of intelligence behavior. En H. A. Rowe (Ed.), *Intelligence: reconceptualization and measurement* (pp. 57-76). Erlbaum.
- 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.
- Carver, R.H., Everson, M., Gabrosek, J., Horton, N.J., Lock, R.H., Mocko, M., Rossman, A., Roswell, G., Velleman, P.F., Witmer, J.A. y Wood, B. (2016). *Guidelines for Assessment and Instruction in Statistics Education (GAISE) College Report 2016*.
- delMas, R., Garfield, J. y Zieffler, A. (2009). The tyranny of context. Trabajo presentado en el International Collaboration for Research on Statistical Reasoning, Thinking, and Literacy, Brisbane, Australia.
- Gal, I. (2002). Adults’ statistical literacy: Meanings, components, responsibilities. *International Statistical Review*, 70, 1-51. <https://doi.org/10.2307/1403713>
- Gómez-Blancarte, A. L., Rocha, R. y Chávez, R. D. (2021). A survey of the teaching of statistical literacy, reasoning and thinking: teachers’ classroom practice in mexican high school education. *Statistics Education Journal*, 20(2). <https://doi.org/10.52041/serj.v20i2.397>
- Harradine, A., Batanero, C. y Rossman, A. (2011). Students and teachers’ knowledge of sampling and inference. En Batanero, C., Burrill, G. y Reading, C. (Eds.), *Teaching statistics in school mathematics: Challenges for teaching and teacher education. A Joint ICMI/IASE study* (pp. 235-246). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0\\_24](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1131-0_24)
- Heitele, D. (1975). An epistemological view on fundamental stochastic ideas. *Educational Studies in Mathematics*, 6(2), 187-205.
- Inzunza, S. (2020). Fundamental statistical ideas in primary, secondary and high school mexican curriculum: reflections from the international perspective. En A.I. Sacristán, J.C. Cortés-Zavala Y P.M. Ruiz-Arias (Eds.), *Mathematics Education Across Cultures: Proceedings of the 42nd Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 1308-1311). Cinvestav, AMIUTEM, PME-NA. <https://doi.org/10.51272/pmena.42.2020>
- Inzunza, S. e Islas, E. (2019). Análisis de una trayectoria de aprendizaje para desarrollar razonamiento sobre muestras, variabilidad y distribuciones muestrales. *Revista Educación Matemática*, 31(3), 203-230. <https://doi.org/10.24844/em3103.08>
- Kahneman, D. y Tversky, A. (1982). Judgments of and by representativeness. En D. Kahneman, P. Slovic y A. Tversky (Eds.), *Judgement under uncertainty: Heuristics and biases* (pp. 117-128). Cambridge University Press.
- Lee, H., Angotti, R. y Tarr, J. (2010). Making comparisons between observed data and expected outcomes: Students’ informal hypothesis testing with probability simulation tools. *Statistics Education Research Journal*, 9(1), 68-96. <https://doi.org/10.52041/serj.v9i1.388>
- Moore, D. y Cobb, G. (2000). Statistics and mathematics: Tension and cooperation. *The American Mathematical Monthly*, 107(7), 615-630. <https://doi.org/10.1080/00029890.2000.12005247>

- Silvestre, E. y Armenta, M. (2022). Niveles de razonamiento sobre nociones de muestreo en universitarios: un estudio exploratorio con estudiantes mexicanos. *Revista de Educación Estadística*, 1(1), 1-31. <https://doi.org/10.29035/redes.1.1.9>
- Nilsson, P., Eckert, A. y Pratt, D. (2018). Challenges and Opportunities in Experimentation-Based Instruction in Probability. En C. Batanero y E. J. Chernoff (Eds.), *Teaching and Learning Stochastics, ICME-13 Monographs*. (pp.51-71). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-72871-1\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-72871-1_4)
- Reading, C. y Reid, J. (2010). Reasoning about variation: rethinking theoretical frameworks to inform practice. En C. Reading (Ed.), *Data and context in statistics education: towards an evidence-based society. Proceedings of the eighth international conference on teaching statistics*, ICOTS 8. International Statistical Institute.
- Rossman, A. (2008). Reasoning about informal statistical inference: One statistician's view. *Statistics Education Research Journal*, 7(2), 5-19.
- Ruiz, K. y Contreras, J.M. (2021). Understanding sampling by Chilean secondary school students. *Statistics Education Journal*, 20(2), 1-12. <https://doi.org/10.52041/serj.v20i2.383>
- Saldanha, L. y Thompson, P. (2002). Conceptions of sample and their relationship to statistical inference. *Educational Studies in Mathematics*, 51(3), 257-270. <https://doi.org/10.1023/A:1023692604014>
- Sánchez, E. y Landín, P. (2014). Levels of Probabilistic Reasoning of High School Students About Binomial Problems. En E.J. Chernoff, B. Sriraman (Eds.), *Probabilistic Thinking, Advances in Mathematics Education*, (pp.581-597). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-7155-0\\_31](https://doi.org/10.1007/978-94-007-7155-0_31)
- Secretaría de Educación Pública. (2017). *Planes de Estudio de Referencia del Marco Curricular Común de la Educación Media Superior*. Recuperado de <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/241519/planes-estudio-sems.pdf>
- Silvestre, E., Sánchez, E. e Inzunza, S. (2022). El razonamiento de estudiantes de bachillerato sobre el muestreo repetido y la distribución muestral empírica. *Revista Educación Matemática*, 34(1), 100-130. <https://doi.org/10.24844/EM3401.04>
- Watson, J. (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.
- Watson, J. y Moritz, J. (2000). Development of understanding of sampling for statistical literacy. *Journal of Mathematical Behavior*, 19, 109-136.
- Watson, J. 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>
- Wroughton, J. R., McGowan, H. M., Weiss, L. V. y Cope, T. M. (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>

## APÉNDICE

### Problemas e ítems resueltos por los estudiantes

**I1.** Si alguien te brinda o solicita una “muestra”, ¿qué le darías? Explica con tus propias palabras qué puede entenderse por el concepto de muestra.

**I2(a).** Xóchitl se encuentra finalizando la Licenciatura En Trabajo Social y revisó algunos documentos bibliográficos para realizar su tesis. Platicando con una de sus amigas, le comenta lo siguiente: “...uno de cada diez adultos mexicanos ha sufrido algún tipo de discriminación en el último año, un estudio reporta. En la encuesta realizada por la organización ciudadana ‘Hermosillo, ¿Cómo Vamos?’, aplicada a 1,586 residentes sonorenses distribuidos en la ciudad de Hermosillo, el poblado Miguel Alemán, La

Victoria y El Saucito, también se encontró que la primera causa de discriminación fue por religión, seguidas de factores como el color de piel o el lugar de origen”. ¿Harías alguna crítica a las declaraciones realizadas por Xóchitl? Justifica tu respuesta ampliamente.

(b). Si ejercieras la práctica de una religión poco frecuente en México, ¿considerarías que la información que se menciona en el estudio provocaría sentirte vulnerable a padecer discriminación en otras localidades de México, como en Ciudad de México o en Veracruz? Explica ampliamente tu respuesta.

**I3(a)**. En cierto día del 2018, un locutor radiofónico de la Ciudad de México mencionó que: “Cerca del 96% de quienes llamaron a esta Estación expresaron que el uso de la marihuana debería ser despenalizado en todo México. El sondeo realizado vía telefónica, que cerró el día de ayer, mostró que 9,924 entrevistados – de los más de 10,000 que llamaron – favorecieron la despenalización. Solo 389 consideraron que la posesión de la droga debería preservarse como delito. Muchos de los que llamaron mencionaron que no habían fumado marihuana, pero aun creían en su despenalización”. En este caso, ¿Cuál fue el tamaño de muestra con el que se realizó el sondeo?

(b). ¿Consideras que la muestra reportada es una fuente confiable para conocer el apoyo público hacia la despenalización de la marihuana? Justifica tu respuesta con detalle.

**I4**. En un experimento de clase, un profesor de matemáticas de secundaria vacía una caja con 100 tachuelas sobre su escritorio, obteniendo que 68 caen con la punta hacia arriba y 32 con la punta hacia abajo. Utilizando la misma caja de tachuelas, le pide repetir el experimento (vaciar la caja sobre el escritorio) a cuatro estudiantes de la clase. Escribe cuatro resultados, en términos del número de tachuelas con punta hacia arriba y del número de tachuelas con punta hacia abajo, que te parezcan probables para cada estudiante tras vaciar la caja de tachuelas. Explica con detalle en qué te basaste para realizar esta asignación.

### Como citar:

Silvestre, E. y Armenta, M. (2022). Niveles de razonamiento sobre nociones de muestreo en universitarios: un estudio exploratorio con estudiantes mexicanos. *Revista de Educación Estadística*, 1(1), 1-31. <https://doi.org/10.29035/redes.1.1.9>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.