

ELEMENTOS E INDICADORES DE CONOCIMIENTO Y DE RAZONAMIENTO IMPLICADOS EN UNA TAREA DE INFERENCIA ESTADÍSTICA INFORMAL

ELEMENTS AND INDICATORS OF KNOWLEDGE AND REASONING INVOLVED IN AN INFORMAL STATISTICAL INFERENCE TASK

Silvana María Santellán, Liliana Mabel Tauber

Facultad de Humanidades y Ciencias - Universidad Nacional del Litoral. (Argentina)

santellansilvana@gmail.com, estadisticamatematicafhuc@gmail.com

Resumen

En este trabajo se presenta una tarea sobre Inferencia Estadística Informal dirigida a estudiantes de Psicología y el análisis de contenido previo. El marco teórico considerado describe diversas relaciones entre elementos de conocimiento de la Alfabetización Estadística y elementos asociados al Razonamiento Inferencial Informal. Por lo tanto, en dicho análisis se han identificado los elementos cognitivos de la Alfabetización Estadística y los elementos de razonamientos de la Inferencia Estadística Informal implicados en la resolución de la tarea planteada en base a la comparación de muestras de datos cuantitativos, y se han explicitado las relaciones que se presentan entre estos elementos. Se muestra la compleja red de elementos cognitivos de la alfabetización estadística y de razonamientos que se relacionan cuando se pretende conectar el análisis exploratorio con la inferencia estadística.

Palabras clave: conocimiento estadístico, alfabetización estadística, razonamiento inferencial informal

Abstract

This paper presents a task on Informal Statistical Inference aimed at students of Psychology and the previous content analysis. The theoretical framework describes various relationships between knowledge elements of Statistical Literacy and elements associated with Informal Inferential Reasoning. Therefore, in this analysis the cognitive elements of Statistical Literacy and the elements of reasoning of the Informal Statistical Inference involved in the solution of the proposed task have been identified, based on the comparison of samples of quantitative data; and the relationships that arise between these elements have been explained. It shows the complex network of cognitive elements of statistical literacy and reasoning that are related when intending to connect the exploratory analysis with the statistical inference.

Key words: statistical knowledge, statistical literacy, informal inferential reasoning

■ Introducción

Ante la situación cotidiana de que muchos estudiantes universitarios ingresan a su primer curso de estadística con una vaga experiencia en el área o sin formación previa, nos enfrentamos al desafío de diseñar propuestas de enseñanza orientadas al desarrollo del pensamiento estadístico. Pero, para poder llevar adelante estas propuestas se hace necesario reflexionar sobre el significado de las distintas componentes del conocimiento estadístico y los modos de razonamiento que tienen las personas cuando se enfrentan a tareas que propician el paso del análisis exploratorio de datos a la inferencia estadística (Burril y Biehler, 2011). De manera más particular, nos interesa analizar de qué manera se ponen en relación dichas componentes y razonamientos en tareas contextualizadas en situaciones de la Psicología. El interés por estos contextos viene dado por nuestra propia experiencia en el trabajo con estudiantes de Psicología, en donde hemos vivenciado las problemáticas de la enseñanza y del aprendizaje de la Estadística para estos alumnos. Por un lado, la Estadística es una herramienta metodológica que deberán utilizar en su futura profesión, pero, por otro lado, implica que pongan en juego diversas relaciones entre ideas estocásticas sobre las que suelen presentar preconcepciones que inhiben el compromiso con su propio aprendizaje. Es por ello que nos interesa conocer de qué manera razonan estos estudiantes cuando analizan datos y necesitan realizar inferencias basadas en ellos. Con este fin, elaboramos un instrumento que busca indagar sobre las relaciones que pueden establecerse entre elementos cognitivos y de razonamiento estadístico. El presente trabajo describe el análisis de contenido realizado sobre una de las tareas del instrumento, buscando mostrar la trama compleja de relaciones que pueden establecerse a través de actividades que promueven razonamientos inferenciales partiendo del análisis exploratorio de datos.

■ Antecedentes

Para comenzar, es necesario aclarar que cuando hablamos del conocimiento estadístico, consideramos que el mismo está compuesto por tres componentes totalmente relacionadas: la alfabetización, el razonamiento y el pensamiento estadísticos, tal como las delimitan Ben-Zvi y Garfield (2004). Más particularmente, cuando nos referimos a la Alfabetización Estadística (AE), seguimos a Gal (2004), quien indica que la misma pone en juego dos componentes:

a) la habilidad para interpretar y evaluar críticamente la información estadística, argumentar sobre un conjunto de datos o sobre fenómenos estocásticos que se pueden encontrar en diversos contextos y, b) la habilidad para discutir o comunicar sus reacciones sobre la información estadística, comprender el significado de la información, opinar sobre las implicaciones de la misma y analizar la validez de las conclusiones dadas (Traducción propia de Gal, 2004, p.48).

En consecuencia, consideramos que alfabetizar estadísticamente implica educar en la comprensión de la información estadística y en la responsabilidad de analizarla críticamente. Además, cuando alfabetizamos estadísticamente a futuros profesionales, debemos ser conscientes de que es necesario formarlos para que logren desarrollar las habilidades científicas necesarias para su futura profesión. Es en este sentido que no alcanza sólo con alfabetizar, sino que además se debe brindar una formación más avanzada en la que juega un rol fundamental la inferencia estadística (que denotaremos con IE), asociada a los distintos modos de razonamiento que propician el pensamiento estadístico.

De esta manera, centramos nuestro trabajo en la delimitación de constructos que nos permitan identificar los elementos del conocimiento y del razonamiento que se ponen en relación en tareas que sirven de base para introducir la IE y sus conceptos asociados.

Una educación basada en la AE nos exige priorizar el desarrollo de ideas estocásticas fundamentales interconectadas en el proceso de comprensión de la información estadística y que forma parte de la inferencia estadística informal (Tauber, 2018). De esta manera se sientan las bases para que los estudiantes establezcan relaciones que permiten

comprender y explicar procesos y resultados estadísticos. Así, se inicia el proceso del Razonamiento Estadístico (RE), que es crucial para la génesis del Pensamiento Estadístico (PE) y para desarrollar la capacidad para comprender los procesos de las investigaciones estadísticas (Zapata-Cardona, 2016) y de las ideas fundamentales que conforman la base de la metodología estadística (Meyer, 2006; Tauber, Bertorello y Albrecht, 2012). Muchos investigadores (Zieffler, Garfield, delMas y Reading, 2008; Gil y Ben-Zvi, 2014; Garfield, delMas y Chance, 2007, entre otros), acuerdan que el desarrollo del PE orientado en propiciar la AE (Gal, 2004) puede promoverse progresivamente proponiendo una enseñanza orientada a explotar los conocimientos y razonamientos informales que los estudiantes tienen y que pueden ayudar a derribar los obstáculos propios de la comprensión de la IE.

Partiendo de las recomendaciones de Zieffler et al. (2008), sostenemos que es relevante la consideración de los conocimientos informales (CI) con que los estudiantes vienen cuando ingresan a la clase de Estadística. En este sentido, entendemos por CI a aquel conocimiento que los estudiantes han alcanzado con base en sus experiencias personales y a las etapas previas de escolarización. Así, reconocemos que, en todo proceso de enseñanza y aprendizaje, el análisis de estos CI, nos permitirá conocer las bases cognitivas sobre las cuales se puedan diseñar nuevas propuestas de enseñanza. Por ejemplo, Tauber, Batanero y Sánchez (2004) presentan actividades que plantearon a estudiantes universitarios y analizaron cómo usaron el CI para construir informalmente el concepto de distribución normal. Las actividades permitieron que los estudiantes justificaran sus conjeturas y llegaran a acuerdos con los que validaban sus respuestas, acercándose así a nuevos conocimientos basados en sus ideas informales. Este tipo de propuestas propician la puesta en acción del Razonamiento Informal (RI) que, según Zieffler et al. (2008), es aquel que se produce en la toma de decisiones cotidianas, que está presente cuando se dan respuestas a una situación donde se utiliza la modelización de una manera informal. Por lo tanto, el RI está relacionado con los procesos argumentativos que se utilizan en determinadas situaciones. Debido al papel que juegan las pruebas y los argumentos cuando se quieren realizar inferencias estadísticas y tomar decisiones con base en ellas, consideramos que el RI es un elemento a tener en cuenta al generar las ideas intuitivas que ayudarían a comprender el razonamiento formal de la Inferencia Estadística (Ben-Zvi y Garfield, 2004).

Con base en estos y otros antecedentes, indicamos que nuestra investigación se centra en la indagación sobre elementos de AE y de RI asociados a la IE informal, en tareas cuyos contextos provienen de la Psicología. Siendo que son escasas las investigaciones que analizan y evalúan estos elementos, consideramos que es posible aportar elementos relevantes al estudio de los mismos y en consecuencia, promover el diseño de propuestas didácticas a futuro que tengan en cuenta los resultados encontrados.

A continuación, describiremos brevemente el marco teórico que tomamos de referencia en el diseño del instrumento sobre el cual realizamos un análisis de contenido.

■ Marco teórico

Considerando que pretendíamos diseñar tareas que pudieran mostrarnos razonamientos informales asociados a la AE y también a los conceptos que conforman el fundamento de la IE, elaboramos un marco teórico que nos permitiera poner en relación estas dos dimensiones del conocimiento estadístico. Es así que, tomamos los aportes de Gal (2004), respecto a los elementos de conocimiento y disposicionales de la AE y los de Pfannkuch (2007), sobre los indicadores del Razonamiento Inferencial Informal (RII). Es así, que en la Tabla 1, describimos los elementos que Gal (2004) asocia a distintas actividades cognitivas necesarias para lograr la conexión entre las ideas estocásticas fundamentales que permitirán la comprensión y explicación de la información estadística.

En la Tabla 2, describimos los indicadores del RII que Pfannkuch (2007) considera que deberían evidenciarse en todo proceso de razonamiento estocástico.

Por último, en la Figura 1, presentamos las relaciones entre elementos de conocimiento y de razonamiento que consideramos que deberían ponerse en acción cuando se resuelven tareas en las que el análisis exploratorio de datos sirve como evidencia para establecer conjeturas basadas en el RII. Así, todo proceso de análisis exploratorio de dos o más distribuciones, puesto en acción por sujetos alfabetizados estadísticamente, debería involucrar elementos inherentes a la AE y a la IE, tal como mostramos en las relaciones expresadas en la Figura 1. La descripción de cada uno de estos elementos nos sirve de referencia teórica para el análisis de contenido previo que realizamos sobre el instrumento diseñado. Para ampliar sobre el marco teórico se sugiere consultar Tauber y Santellán, (2019).

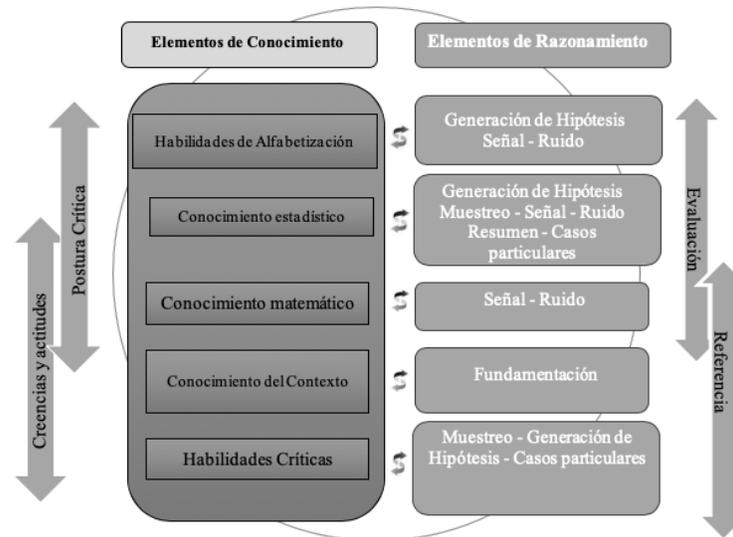
Tabla 1. Elementos de alfabetización estadística (adaptado de Gal, 2004)

<i>Elementos de Conocimiento</i>	<i>Descripción</i>
Habilidades de alfabetización (C1)	Actividades cognitivas necesarias para localizar información en distintos documentos y los tipos de lecturas que se requieren para responder una pregunta orientada a interpretar la información estadística. Las actividades cognitivas implican: capacidad de regresar a distintas partes del texto, integrar información de diversas fuentes, capacidad de generar información que no se explicita en el texto o representación, realizar inferencia y/o algún tipo de cálculo a partir de los datos que se presenten.
Conocimiento estadístico (C2)	Reconocer la necesidad de los datos y las maneras en que son producidos, identificar términos e ideas relacionadas con la estadística descriptiva y con las tablas y gráficos, comprender nociones básicas de probabilidad. Entender cómo se obtienen conclusiones o se realizan inferencias estadísticas.
Conocimiento matemático (C3)	Habilidades numéricas que permitan realizar interpretaciones correctas de los números usados en los informes estadísticos.
Conocimiento del contexto (C4)	Visualizar los datos como números en su contexto. Considerar el diseño empleado en un estudio para no distorsionar las conclusiones. Habilidad primordial para realizar reflexiones críticas y análisis sobre las implicancias de los resultados.
Habilidades Críticas (C5)	Cuestionar y examinar la validez y credibilidad de los mensajes estadísticos. Analizar la evidencia implícita en las conclusiones que se publican.
<i>Elementos Disposicionales</i>	<i>Descripción</i>
Postura Crítica (D1)	Actitud de cuestionamiento hacia la información estadística centrada en la interpretación de datos y en los resultados de investigaciones estadísticas.
Creencias y actitudes (D2)	Las actitudes representan sentimientos hacia acciones, objetos o temas, como por ejemplo: no me gusta la estadística porque nunca me gustó matemática. Las creencias no contienen argumento sentimental sino que se desarrollan luego de un proceso cognitivo, razón por la cual son más estables y menos permeables a los cambios.

Tabla 2. Elementos de razonamiento y elementos moderadores del razonamiento estadístico (adaptado de Pfannkuch, 2007)

<i>Elementos de Razonamiento</i>	<i>Indicadores</i>
Generación de hipótesis (R1)	Comparar y razonar sobre las tendencias de las distribuciones disponibles.
Resumen (R2)	Realizar comparaciones de los resúmenes estadísticos. Por ejemplo, comparar los 5 valores correlativos en dos resúmenes de los cinco números o comparar mediana de un resumen con mínimo de otro.
Señal (R3)	Hace referencia a los invariantes de una distribución. Por ejemplo, cuando se comparan dos distribuciones y se analiza la superposición o solapamiento del 50% central de los datos
Ruido (R4)	Comparación de la variabilidad local y global entre dos o más distribuciones.
Muestreo (R5)	Surge cuando se considera el tamaño de la muestra o la comparación si se tomó otra muestra y la población sobre la que se hace la inferencia.
Fundamentación (R6)	Se observa cuando se tiene en cuenta el contexto de donde provienen los datos, se analiza si los resultados tienen sentido en ese contexto y también se consideran explicaciones alternativas para estos resultados.
Casos particulares (R7)	Emerge al considerarse en el análisis la posibilidad de valores atípicos y se analizan sus características.
<i>Moderadores del Razonamiento</i>	<i>Indicadores</i>
Evaluación (M1)	Este elemento aparece cuando al realizar una comparación de distribuciones se hace referencia al peso de la evidencia que se describió.
Referencia (M2)	Cuando se reconoce: las etiquetas de la información implícita en los resúmenes, las medidas estadísticas, las características de la distribución y se relaciona todo esto con el contexto.

Figura 1. Relaciones entre elementos de Conocimiento asociados a la Alfabetización Estadística y elementos del RII (Reproducida de Santellán, en prensa)



■ Metodología

El instrumento que utilizamos ha sido diseñado específicamente para la investigación y consta de dos tareas, una de ellas centrada en la comparación de distribuciones de variables cuantitativas representadas a través de diagramas de caja, que toma de referencia la propuesta por Pfannkuch (2007) pero contextualizada en Psicología. La segunda tarea, se basa en comparación de distribuciones de variables cualitativas, está inspirada en Rossman (2007) y su análisis fue presentado en Tauber y Santellán (2019).

Ambas tareas tienen el carácter de muestras de trabajo (Fox, 1981), debido a que para resolverlas se requiere de una combinación de habilidades y conceptos que se necesitan para actuar en una situación determinada. La tarea es un prototipo de una situación real, una situación de análisis de datos a la que estudiantes de Psicología pueden enfrentarse en su futura vida profesional. Las partes de cada tarea se organizaron de manera tal que alguna brinde la oportunidad de repensar las respuestas dadas y de revisar los argumentos. Es así que, promueven la necesidad de reflexionar sobre la interpretación crítica y generar opinión sobre la información analizada (Gal, 2019). En el presente trabajo sólo describimos el análisis de contenido que realizamos previo a la aplicación del instrumento, dejando el análisis de las respuestas para trabajos posteriores.

Para identificar los elementos de conocimiento y/o razonamiento que surgen cuando se resuelve cada tarea, utilizamos como técnica metodológica el análisis de contenido (Cohen y Manion, 1990), al cual consideramos como el estudio de las comunicaciones humanas materializadas en las resoluciones de las tareas a través de las producciones escritas. Dado que el análisis de contenido no es una teoría, sino un conjunto de técnicas, es imprescindible que la técnica concreta utilice una teoría que dé sentido al modo de análisis y a los resultados. En consecuencia, la identificación de unidades de análisis se realiza en función de los elementos de la AE y de los indicadores de RII enunciados en las Tablas 1 y 2 y en la Figura 1. Así, para el análisis de contenido nos propusimos los siguientes objetivos:

- Enunciar para cada tarea, una resolución que consideramos “óptima”, en el sentido que pusiera en relación todos los elementos que pudieran aparecer.
- Identificar, en la resolución “óptima”, los elementos de AE y de RII que se pueden poner en relación en cada parte de la tarea.

- Establecer posibles relaciones entre los elementos de AE y RII identificados.

El logro de estos objetivos nos sirve de referencia para el posterior análisis de las respuestas brindadas por los sujetos de estudio. Asimismo, nos permite evaluar la validez de contenido del instrumento, ya que podemos indicar qué elementos definidos en el marco teórico, se cubren con cada parte de la tarea.

La investigación se realizó en un curso de Licenciatura en Psicología, con estudiantes que iniciaron el cursado de la asignatura Métodos Cuanti-Cualitativos para la investigación. El instrumento diseñado fue aplicado a 18 estudiantes al inicio del cursado, previo a que reciban formación en Inferencia Estadística Formal.

■ Análisis de contenido de una tarea de inferencia estadística informal

Para la elaboración de esta tarea consideramos un contexto cercano a los sujetos que formaron parte del estudio, por lo que utilizamos datos reales publicados en Triola (2013). En la Figura 2 se reproduce la tarea que analizamos a continuación.

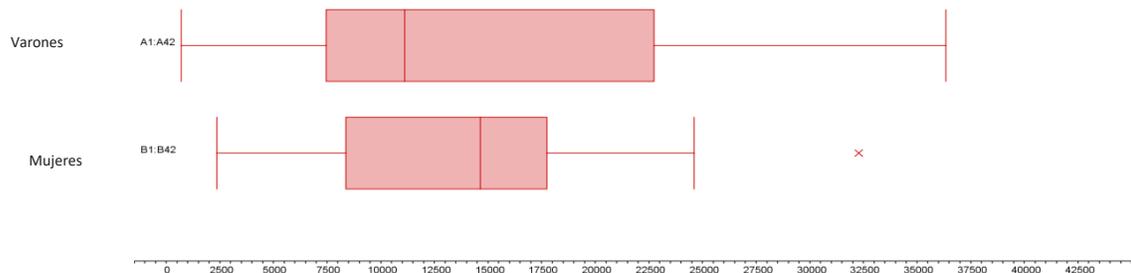
Figura 2. Tarea 1 del instrumento de investigación elaborado (Santellán, en prensa)

¿Quién no ha escuchado decir que las mujeres hablan más que los hombres?

Para esclarecer este interrogante un grupo de docentes de distintos departamentos de Psicología (correspondientes a las Universidades de Arizona; de Washington y de Texas) llevó a cabo un estudio donde decidieron investigar si realmente las mujeres hablan más que los hombres.

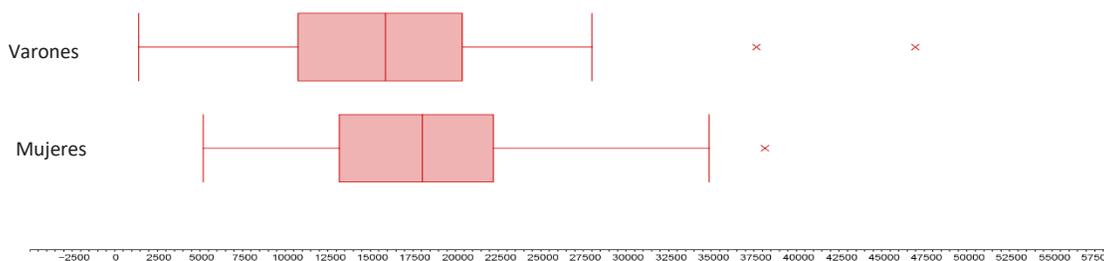
Para realizar este estudio tomaron distintas muestras de jóvenes. Cada individuo llevaba “*el sistema oído*”, un sistema que consistía en una grabadora de voz, un micrófono y una grabadora micro-cassette, todo esto disimulado entre sombreros, cuellos de camisa y bolsillos de campera. Este sistema permitió desgrabar y contabilizar las palabras dichas por varones y mujeres.

PARTE I. A partir de la información recolectada en la investigación citada, los investigadores analizaron la cantidad de palabras pronunciadas por varones y mujeres. A continuación, se presentan los diagramas de caja correspondientes a dicha información:



- Si formarás parte del equipo de investigación y tuvieras que ayudar a elaborar una conclusión, ¿qué podrías indicar respecto a la cantidad de palabras que pronuncian las mujeres comparándola con la cantidad de palabras que dicen los hombres?
- Si quieres elaborar un informe donde se comparen las cantidades de palabras dichas por género, ¿qué medida de tendencia central crees que resumiría mejor esta información? ¿Por qué?
- ¿Consideras que la afirmación de que las mujeres hablan más que los hombres es sustentable? ¿Por qué?

- a) *PARTE II.* Este equipo de investigación también estudió la cantidad de palabras en parejas de hombres y mujeres, los cuales llevaban un mínimo de 6 meses de relación. Para este caso, obtuvo estos datos: ¿Qué informarías al grupo de investigación si estuvieras encargado de comunicar los resultados de la cantidad de palabras contabilizadas en parejas de varones y mujeres?
- b) En base a la información que proporcionan estos gráficos, ¿qué conjeturas o hipótesis podrías enunciar respecto de la cantidad de palabras emitidas por estas parejas? Enuncia claramente tu conjetura.
- c) Si debieras emitir un comunicado resaltando información y para esto te piden que lo hagas a partir de una medida de tendencia central, ¿cuál elegirías? ¿Cuál es el fundamento de tu elección? (Por favor, explicita claramente este fundamento)



PARTE III.

- a) Si compraras ambos grupos de diagrama de caja (los aportados en las PARTES I y II), ¿podrías agregar alguna conjetura o hipótesis que te sugieran los datos? Si es así, enúnciala.
- b) Si el grupo de investigación reunió a estos varones y mujeres por medio de panfletos y avisos por internet, comunicando un pago de una suma en dólares para los colaboradores, ¿es posible que este dato pueda influir de alguna manera en las conclusiones que obtuviste en el inciso c de la primera parte y en el b de la parte II?
- c) De acuerdo a la respuesta que diste en el ítem anterior, indica por qué te parece que podría o no haber influencia en las conclusiones. Explicita lo más claramente posible tu razonamiento.

La tarea inicia presentando el contexto a partir de los datos representados en los diagramas de caja. El primer interrogante promueve el inicio de las reflexiones que podrían conducir a la elaboración de una conjetura inicial, la cual en términos del ciclo PPDAC (Pfannkuch y Wild, 2004), requeriría la captación o comprensión del problema y la generación de una hipótesis informal. Así, es necesario leer la información textual y gráfica, para reconocer las variables analizadas, las medidas estadísticas que se comparan, así como su significado asociado al contexto y a la pregunta inicial. En este sentido, esperamos que una respuesta prototípica integre los conceptos e ideas que presentamos en el Cuadro 1. Asimismo, en el Cuadro 2, presentamos los conceptos que se podrían integrar en la pregunta 1.b.

Cuadro 1. Conceptos e ideas que aparecen en una respuesta “óptima” esperada en la resolución de la parte I.a

- Lectura e interpretación de etiquetas presentes en el resumen
- Identificación de las variables analizadas
- Reconocimiento y comunicación de valores mínimos y máximos para cada distribución
- Identificación y reconocimiento de valores alejados en el contexto
- Reconocimiento de la mediana como medida de tendencia central más representativa y comunicación de este valor, considerando el contexto

- Comparación de distribuciones en torno a su variabilidad en el RIC, interpretando el resultado en el contexto dado
- Identificación y comunicación del cuartil 3 en contexto
- Identificación e interpretación de la simetría de cada distribución en contexto
- Elaboración de una conjetura sobre qué grupo pronuncia más palabras, considerando los datos analizados

Cuadro 2. Conceptos e ideas involucrados en la respuesta “óptima” esperada en la resolución de la parte I.b

- Análisis de la forma de cada distribución e interpretación de la asimetría observada en contexto
- Identificación e interpretación de la presencia de valores atípicos en una distribución
- Reconocimiento de la mediana como la medida de tendencia central más representativa de cada distribución, interpretación de esta en el contexto.

La pregunta I.c tiene como primer objetivo reforzar la argumentación presentada en I.a, lo cual nos permitirá conocer si se considera la conjetura planteada inicialmente, si hay argumentos estadísticos sólidos para sustentar esa postura o si una pregunta que intenta ser recurrente genera otros tipos de razonamientos que no se asocian con el expresado en el primer ítem. De esta manera prevemos que ocurra alguna de las situaciones siguientes:

Aparece un elemento descriptivo/comparativo diferente al utilizado en el inciso a. Por ejemplo: para la conclusión del ítem I.a, una respuesta podría basarse en la comparación de los cuartiles 3 y, en el ítem c, se podrían comparar las medianas. En este caso, se considerará que los elementos de razonamiento utilizados podrían ser contradictorios.

Aparece un elemento descriptivo/comparativo distinto al utilizado al de la respuesta I.a pero, se retoman las respuestas dadas a los ítems a y b y se analizan los desajustes o desfases entre ambas distribuciones. En este caso, sería una evidencia de que se ponen en relación otros elementos de razonamiento adecuados.

Cuadro 3. Conceptos e ideas involucradas en la respuesta “óptima” esperada en la resolución de la parte II.a

- Lectura e interpretación de etiquetas presentes en el resumen
- Identificación de las variables analizadas
- Reconocimiento y comunicación de valores mínimos y máximos para cada distribución
- Identificación y reconocimiento de valores alejados en el contexto
- Identificación y comunicación del cuartil 3 o cuartil 1 en contexto
- Comparación de distribuciones en torno a su variabilidad en el RIC, interpretando el resultado en el contexto dado
- Reconocimiento de la mediana como medida de tendencia central más representativa y comunicación de este valor, considerando el contexto
- Identificación e interpretación de la simetría de cada distribución en contexto
- Elaboración de una conjetura sobre qué grupo pronuncia más palabras, considerando los datos analizados
- Lectura e interpretación de etiquetas presentes en el resumen
- Identificación de las variables analizadas
- Reconocimiento y comunicación de valores mínimos y máximos para cada distribución
- Identificación y reconocimiento de valores alejados en el contexto
- Identificación y comunicación del cuartil 3 o cuartil 1 en contexto

- Comparación de distribuciones en torno a su variabilidad en el RIC, interpretando el resultado en el contexto dado
- Reconocimiento de la mediana como medida de tendencia central más representativa y comunicación de este valor, considerando el contexto
- Identificación e interpretación de la simetría de cada distribución en contexto
- Elaboración de una conjetura sobre qué grupo pronuncia más palabras, considerando los datos analizados

El objetivo del ítem II.b es repreguntar sobre la conjetura que se expresó en el ítem II.a. Así, se pretende corroborar si la hipótesis que se elaboró previamente se mantiene o si se revierte y se buscan argumentos estadísticos más formales, para elaborar una nueva hipótesis. De esta manera esperamos encontrar alguna de las cuestiones que mencionamos más arriba para las respuestas al ítem I.c.

En la pregunta II.c, se espera que se analice la simetría/asimetría de las distribuciones y la variabilidad en cada muestra, relacionando esas características al significado que tienen en el contexto analizado. Según el análisis que se presente podremos valorar si se utiliza la misma información de los ítems anteriores o si se amplía a partir de la lectura e interpretación de la información presentada en los gráficos de caja. La respuesta que consideramos óptima para esta pregunta debe estar elaborada considerando los conceptos estocásticos que se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Conceptos estocásticos que se esperan en la respuesta “óptima” de la resolución de la parte II.c

- Análisis de la forma de cada distribución e interpretación de la asimetría observada en contexto
- Identificación e interpretación de la presencia de valores atípicos en una distribución
- Reconocimiento de la mediana como la medida de tendencia central más representativa de cada distribución, interpretación de esta en el contexto.

En las preguntas III.b y c, se hace necesario retomar partes de los ítems previos y reconocer el tipo de muestreo sobre el que se agrega información. Esto permitirá analizar la incidencia del tipo de muestreo en las conjeturas ya elaboradas y el alcance de las mismas. En este sentido, pueden aparecer dos tipos de respuestas, una en la que se hable sólo de diferencias a nivel muestral (comparación) y otra, en la que haya algún tipo de generalización. En este caso, podría revisarse si es posible pensar en una generalización confiable, dando evidencias de un pensamiento crítico o, podría no surgir este cuestionamiento y reafirmar la generalización previa, con lo cual brindaría evidencia de elementos que se presentan de forma inadecuada. A modo de resumen, en la Tabla 3, indicamos los elementos de conocimiento y de razonamiento que consideramos deberían estar presentes en respuestas que estén bien fundamentadas. Si en una respuesta intervienen todos los elementos detallados, evidenciaría el nivel de argumentación más profundo que se podría aportar.

Tabla 3. Elementos de Conocimiento de AE y de RII en una tarea de inferencia estadística informal

Parte de la Tarea 1	Actividades cognitivas que propicia cada parte de la tarea	Elementos de conocimiento de AE	Elementos de razonamiento y moderadores
Parte I. Enunciado inicial.	Reconocimiento de la o las variables estudiadas.	C1. Habilidades de alfabetización	R5. Muestreo

	Identificación del tipo de muestreo empleado	C2. Conocimiento estadístico C4. Conocimiento base del Mundo o Contexto	
Parte I. Representación gráfica	Lectura y reconocimiento de la información presentada en el gráfico. Identificación de las medidas estadísticas descriptivas	C2. Conocimiento estadístico C4. Conocimiento base del Mundo o Contexto	R2. Resumen R5. Muestreo M2. Referencias
Parte I. a)	Elaboración de conjeturas	C1. Habilidades de alfabetización C3. Conocimiento Estadístico C5. Habilidades Críticas D1. Postura crítica. D2. Creencias y Actitudes	R1. Generación de Hipótesis R2. Resumen R3. Señal R4. Ruido R5. Muestreo R6. Fundamentación M1. Evaluación M2. Referencias
Parte I. b)	Elección de la medida de tendencia central más apropiada Fundamentación de la medida elegida	C1. Habilidades de alfabetización C2. Conocimiento estadístico	R2. Resumen R3. Señal R4. Ruido R6. Fundamentación M1. Evaluación M2. Referencias
Parte I. c)	Desarrollo de una postura crítica	C5. Habilidades críticas D1. Postura crítica D2. Creencia y Actitudes	R1. Generación de Hipótesis R6. Fundamentación M1. Evaluación M2. Referencia
Parte II. Enunciado inicial	Reconocimiento de la o las variables estudiadas Identificación del tipo de muestreo empleado	C1. Alfabetización estadística C2. Conocimiento estadístico C4. Conocimiento base del Mundo o Contexto	R5. Muestreo
Parte II. Representación gráfica	Lectura y reconocimiento de la información presentada en el gráfico Identificación de las medidas estadísticas descriptivas	C2. Conocimiento estadístico C4. Conocimiento base del Mundo o Contexto	R2. Resumen R5. Muestreo M2. Referencias
Parte II. a)	Elaboración de conjetura	C1. Habilidades de alfabetización C2. Conocimiento estadístico C5. Habilidades Críticas	R1. Generación de Hipótesis R2. Resumen R3. Ruido R4. Señal R5. Muestreo

		D1. Postura crítica D2. Creencias y Actitudes	R6. Fundamentación M1. Evaluación M2. Referencias
Parte II. b)	Postura crítica en torno a la determinación de una conjetura en función de una variable determinada	C1. Habilidades de alfabetización C2. Conocimiento estadístico C4. Conocimiento base del mundo o Contexto C5. Habilidades Críticas	R1. Generación de Hipótesis R2. Resumen R3. Ruido R4. Señal R5. Muestreo R6. Fundamentación M1. Evaluación M2. Referencias
Parte II. c)	Elección de la medida de tendencia central más apropiada. Fundamentación de la elección	C1. Habilidades de alfabetización C2. Conocimiento estadístico D1. Postura crítica	R2. Resumen R3. Señal. R4. Ruido. R6. Fundamentación M1. Evaluación M2. Referencias
Parte III. a)	Elaboración de hipótesis fundada en el análisis de dos grupos de comparación de distribuciones	C1. Habilidades de alfabetización C2. Conocimiento estadístico C4. Conocimiento base del mundo o contexto C5. Habilidades críticas D1. Postura Crítica D2. Creencias y Actitudes	R1. Generación de Hipótesis R2. Resumen R5. Muestreo R6. Fundamentación M1. Evaluación
Parte III. b) y c)	Reconocimiento del tipo de muestreo y su incidencia en las hipótesis ya fundadas	C1. Habilidades de Alfabetización C2. Conocimiento Estadístico C4. Conocimiento del Mundo o Contexto D1. Postura Crítica D2. Creencias y Actitudes	R1. Generación de Hipótesis R5. Muestreo R6. Fundamentación R7. Casos particulares M1. Evaluación

■ Reflexiones finales

La tarea presentada en este trabajo involucra ideas de distribución, gráficos, inferencia estadística y muestreo, incluyendo preguntas organizadas de manera tal que una de ellas permita integrar los cuestionamientos realizados previamente y así, el estudiante tenga la oportunidad de repensar las respuestas dadas y ampliar sus argumentos o, quizás presentar una respuesta que ponga en vilo sus respuestas anteriores autocuestionándolas. Estas tareas

favorecen la utilización de diversos elementos de conocimiento de la alfabetización estadística y de razonamiento de la Inferencia Estadística Informal, y a la interrelación de estos. El análisis realizado aporta fundamentos que deberían tenerse en cuenta en la elaboración de tareas y de propuestas de enseñanza que fomenten el RII como una vía intermedia para favorecer la posterior formalización de la inferencia.

Somos conscientes que el estudio de los elementos de conocimiento y de razonamiento no se agota con este trabajo, pero el análisis presentado aquí, sumado al de Tauber y Santellán (2019), aporta información relevante y un instrumento con una adecuada validez de contenido, que permite evidenciar las relaciones que podrían establecer los estudiantes universitarios y así, poder aportar interpretaciones sobre sus razonamientos inferenciales. En un futuro trabajo pretendemos avanzar sobre el análisis de las respuestas de los estudiantes, identificando las relaciones entre elementos de conocimiento de AE y de razonamiento de IE que estos ponen en relación al resolver estas tareas.

■ Referencias bibliográficas

- Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (2004). Statistical literacy, reasoning and thinking: goals, definitions and challenges. In D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 3-15). Dordrecht: Springer.
- Cohen, L. y Manion, L. (1990). Métodos de investigación educativa. Madrid: La Muralla.
- Fox, D. J. (1981). *El proceso de investigación en la educación*. Pamplona: Eunsa.
- Gal, I. (2004). Statistical literacy: meanings, components, responsibilities. In D. Ben-Zvi y J. Garfield (eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking* (pp. 47-78). Dordrecht: Springer.
- Gal, I. (2019). Understanding statistical literacy: About knowledge of contexts and models. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*. Disponible en www.ugr.es/local/fqm126/civeest.html.
- Garfield, J. B., delMas, R., y Chance, B. (2007). Using students' informal notions of variability to develop an understanding of formal measures of variability. In M. C. Lovett, & P. Shah (Eds.), *Thinking about Data* (pp. 117-148). New York, NY: Lawrence Erlbaum Associates.
- Gil, E. y Ben-Zvi, D. (2014). Long-term impact on students' informal inferential reasoning. In K. Makar, B. de Sousa, & R. Gould (Eds.). *Sustainability in statistics education. Proceedings of the Ninth International Conference on Teaching Statistics (ICOTS9, July, 2014)*, Flagstaff, Arizona, USA. Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.
- Meyer, R. (2006). *Funcionamiento didáctico del saber. EL razonamiento inferencial estadístico como metodología y la formación de formadores en Educación*. Tesis Doctoral. Universidad Católica de Santa Fe.
- Pfannkuch, M. (2007). Year 11 students' informal inferential reasoning: a case study about the interpretation of box plots. *Mathematics Education*, 2(3), pp. 149 -167.
- Pfannkuch, M. y Wild, C. (2004). Towards an understanding of statistical thinking. In: D. Ben-Zvi y J. Garfield (eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*, pp. 17 – 45.
- Rossmann, A. (2007). A statistician's view on the concept of inferential reasoning. *Fifth International Research Forum on Statistical Reasoning, Thinking and Literacy (SRTL-5)*, University of Warwick, UK.
- Tauber, L. (2018). Formación virtual en enseñanza de la estadística y la probabilidad para profesores de matemática en ejercicio de Argentina. *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa*, 31(1), 698-705.
- Tauber, L., Batanero, C. y Sánchez, V. (2004) Diseño, implementación y análisis de una secuencia de enseñanza de la Distribución Normal en un curso universitario. *Revista EMA*, 9(2), 82-105.
- Tauber, L. M., Bertorello, N. y Albrecht, G. (2012). Análisis previo de dos ítems de un cuestionario que pretende detectar actitudes hacia la estadística. En: *Creatividad, descubrimiento y futuro: I Congreso Nacional de Investigación en Grado (INVESGRADO 2012, 11 de mayo de 2012)*, pp. 1543-1556. Universidad de Castilla-La Mancha.

- Tauber, L. y Santellán, S. (2019). Relaciones entre elementos de conocimiento y de razonamiento inferencial en tareas de inferencia informal. En J. M. Contreras, M. M. Gea, M. M. López-Martín y E. Molina-Portillo (Eds.), *Actas del Tercer Congreso Internacional Virtual de Educación Estadística*.
- Triola, M. (2013). *Estadística*. México, Pearson.
- Zapata-Cardona, L. (2016). Enseñanza de la estadística desde una perspectiva crítica. *Yupana*, 10, 30-41.
- Zieffler, A., Garfield, J., delMas, R., Reading, C. (2008) A framework to support research on informal inferential reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 7(2), 40-58.