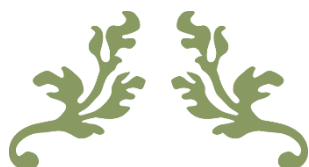




UNL • FACULTAD
DE HUMANIDADES
Y CIENCIAS



RAZONAMIENTOS ESTADÍSTICOS Y
COMPRENSIÓN GRÁFICA DE PROFESORES
DE MATEMÁTICA ASOCIADOS A TAREAS
INTERPRETATIVAS SOBRE INFORMACIÓN
DEL COVID-19

Maestría en Didácticas Específicas



20 DE OCTUBRE DE 2025

TESISTA: ESP. PROF. GISELA ALBRECHT

Directora: Dra. Liliana Tauber

Dedicatoria

*A todos aquellos que, como yo, alguna vez sintieron que no podían lograr eso que
tenían pendiente de años.*

*Para quienes aprendimos que la perseverancia, el esfuerzo y la confianza en uno mismo
es lo que nos permite avanzar, a pasos pequeños por momentos y agigantados, en otros
tantos.*

*A mi familia, en especial a mis papás Rubén y Graciela, por acompañarme en este
largo proceso con mates y la comida lista en la mesa para esa pausa tan necesaria.*

*A mis amigas de la facultad, a mis amigos de la vida y del trabajo, por sus palabras de
aliento que me ayudaron a no desistir.*

*A Lili quien siempre me impulsó a seguir adelante con su sabiduría y su incondicional
apoyo.*

Agradecimientos

A la Dra. Liliana Tauber, mi más sincero agradecimiento. Liliana fue más que mi directora de tesis, fue mi guía y mi apoyo incondicional. Agradezco su paciencia, su generosidad y su disposición para compartir conmigo no solo sus conocimientos, sino también su pasión por la Estadística y la enseñanza. Su confianza y su motivación me permitieron llegar hasta aquí. Esta tesis es un reflejo de su invaluable apoyo.

Agradezco profundamente a cada uno de los profesores de Matemática que participaron en esta investigación. Su desinteresada colaboración, dedicando tiempo y conocimiento para responder el cuestionario, fue fundamental para el desarrollo de este trabajo. Sin su valiosa participación, esta investigación no habría sido posible.

A la Universidad Nacional del Litoral y a la Facultad de Humanidades y Ciencias (FHUC), lugar donde me formé como profesional de la educación. Agradezco a la institución y a los docentes que forman parte de ella, por ser generadores de experiencias enriquecedoras que posibilitaron mi crecimiento profesional. El haber conocido personas excepcionales y haber formado parte de esta comunidad educativa, me llena de orgullo.

Al grupo de investigación en Educación estocástica de la FHUC, mi agradecimiento por darme la oportunidad de formar parte desde el 2010. Gracias por

permitirme continuar en este equipo de trabajo posibilitando mi crecimiento profesional.

Gracias por su apoyo y por permitirme desarrollar esta tesis en el marco de este grupo.

Un agradecimiento muy especial a Noelia, mi compañera de estudio desde el primer día de cursado del profesorado en Matemática. Desde el inicio de este gran camino de la docencia y la investigación nos acompañamos formando una amistad profunda que nos une hoy. Ella fue y es una gran inspiración para mí. Gracias por formar parte de mi vida profesional y personal.

Esta tesis ha sido realizada en el marco de los Proyectos CAI+D-UNL 2020 y 2024:

- *Estudio exploratorio de las relaciones entre Cultura Estadística y Alfabetización Científica y Tecnológica en dispositivos didácticos basados en el enfoque STEAM.*
- *Investigación basada en el diseño de secuencias de enseñanza y aprendizaje que vinculan la Estadística cívica con la cultura científica*

INDICE

PRESENTACIÓN	11
CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	15
1.1. Introducción	15
1.2. El razonamiento estadístico	20
1.3. Razonamiento Inferencial Informal	30
1.4. La importancia del análisis exploratorio de datos para fomentar la <i>Cultura Estadística</i>	33
1.5. Ideas estocásticas fundamentales	38
1.6. La formación estadística de los profesores de matemática	49
1.7. Conclusiones del Capítulo 1	54
CAPÍTULO 2. MARCO REFERENCIAL	56
2.1. Antecedentes directos de la investigación	56
2.2. Marco de referencia	67
2.2.1. Niveles de comprensión gráfica	70
2.2.2. Niveles de razonamiento estadístico	73
2.3. Categorías teóricas adoptadas en nuestro marco teórico	76
2.4. Conclusiones del Capítulo 2	78
CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA	80
3.1. Objetivos del trabajo	80
3.2. Enfoque general de investigación	81
3.3. Fases de la investigación	83
3.4. Sujetos participantes	84
3.5. Instrumento de recolección de datos	88
3.5.1. Contenido particular del Cuestionario 1	90
3.5.2. Contenido particular del Cuestionario 2	92
3.6. Técnicas de análisis de datos	95
3.7. Conclusiones del Capítulo 3	97
CAPÍTULO 4. CARACTERIZACIÓN PREVIA DEL INSTRUMENTO	98
4.1. Introducción	98
4.2. Análisis de contenido previo basado en las actividades propuestas en el instrumento	99
4.2.1. Análisis de contenido sobre tipos de razonamientos asociados a respuestas esperadas para la Actividad 1	100
4.2.2. Análisis de contenido sobre tipos de razonamientos y niveles de comprensión gráfica asociados a respuestas esperadas para la Actividad 2 – Cuestionario 1	103

4.2.3. Análisis de contenido sobre tipos de razonamientos y niveles de comprensión gráfica asociados a respuestas esperadas para la Actividad 3 - Cuestionario 1	109
4.2.4. Análisis de contenido sobre tipos de razonamientos y niveles de comprensión gráfica asociados a respuestas esperadas para la Actividad 2 – Cuestionario 2	113
4.2.5. Análisis de contenido sobre tipos de razonamientos y niveles de comprensión gráfica asociados con respuestas esperadas para la Actividad 3 - Cuestionario 2	117
4.2.6. Análisis de contenido sobre tipos de razonamientos asociados con respuestas esperadas para la Actividad 4 (ambos cuestionarios)	122
4.3. Validez de contenido del instrumento	125
4.4. Conclusiones del Capítulo 4	128
CAPÍTULO 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	130
5.1. Introducción	130
5.2. Tipos de razonamientos predominantes en la Actividad 1 (Ambos cuestionarios)	132
5.2.1. Respuestas en las que predominan razonamientos idiosincráticos y/o verbales	133
5.2.2. Respuestas en las que predominan razonamientos transicionales y/o procedimentales	135
5.2.3. Respuestas en las que predomina el razonamiento idiosincrático	137
5.3. Análisis de contenido de las respuestas a la Actividad 2	138
5.3.1. Tipos de razonamientos y niveles de comprensión gráfica predominantes en la Actividad 2 del Cuestionario 1	138
5.3.2. Tipos de razonamientos predominantes en Actividad 2 - Cuestionario 1	139
5.3.2.1. Respuestas en las que predominan razonamientos idiosincráticos	140
5.3.2.2. Respuestas en las que se evidencian razonamientos verbales	141
5.3.2.3. Respuestas en las que se evidencian razonamientos transicionales	142
5.3.3. Niveles de comprensión gráfica predominantes en respuestas a Actividad 2 - Cuestionario 1	143
5.3.3.1. Respuestas en las que predomina el Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático	143
5.3.3.2. Respuestas en las que predomina el Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica	145
5.3.3.3. Respuestas en las que se evidencia el Nivel 3_3: Leer más allá de los datos – Racional / Literal	146
5.3.4. Análisis de las respuestas a la Actividad 2 del Cuestionario 2	147
5.3.5. Tipos de razonamientos predominantes en las respuestas a la Actividad 2 – Cuestionario 2	149
5.3.5.1. Respuestas en las que predominan razonamientos idiosincráticos	149
5.3.5.2. Respuestas en las que predominan razonamientos verbales	150
5.3.5.3. Respuestas en las que predominan razonamientos transicionales y procedimentales	151

5.3.6. Niveles de comprensión gráfica evidenciados en la Actividad 2 – Cuestionario 2_	152
5.3.6.1. Respuestas en las que predomina el Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático	152
5.3.6.2. Respuestas en las que predomina el Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica	153
5.3.6.3. Respuestas en las que predomina el Nivel 2_1: Leer dentro de los datos	154
5.3.6.4. Respuestas en las que predomina el Nivel 3_3: Leer más allá de los datos – Racional/Literal	154
5.4. Análisis de las respuestas a la Actividad 3	155
5.4.1. Análisis de las respuestas a la Actividad 3 del Cuestionario 1	155
5.4.2. Tipos de razonamientos predominantes en la Actividad 3–Cuestionario 1	156
5.4.2.1. Respuestas en las que predominan razonamientos idiosincráticos	157
5.4.2.2. Respuestas en las que predominan razonamientos verbales	157
5.4.2.3. Respuestas en las que predominan razonamientos transicionales	159
5.4.3. Niveles de comprensión gráfica evidenciados en la Actividad 3 – Cuestionario 1	160
5.4.3.1. Respuestas en las que predomina el Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica	161
5.4.3.2. Respuestas en las que predomina el Nivel 2_1: Leer dentro de los datos	162
5.4.4. Análisis de las respuestas a la Actividad 3 del Cuestionario 2	162
5.4.5. Tipos de razonamientos evidenciados en las respuestas a la Actividad 3 del Cuestionario 2	164
5.4.5.1. Respuestas en las que predominan razonamientos idiosincráticos	164
5.4.5.2. Respuestas en las que predominan razonamientos verbales	166
5.4.5.3. Respuestas en las que predominan razonamientos transicionales	167
5.4.6. Niveles de comprensión gráfica evidenciados en la Actividad 3 – Cuestionario 2	168
5.4.6.1. Respuestas en las que predominan el Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático	168
5.4.6.2. Respuestas en las que predomina el Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica	170
5.4.6.3. Respuestas en las que predomina el Nivel 2_1: Leer dentro de los datos y/o Nivel 3_3: Leer más allá de los datos – Racional / Literal	171
5.5. Análisis de las respuestas a la Actividad 4 (Ambos cuestionarios)	173
5.5.1. Respuestas en las que predominan razonamientos idiosincráticos	174
5.5.2. Respuestas en las que predominan razonamientos verbales	176
5.6. Resultados generales sobre perfiles de razonamiento y de comprensión gráfica	178
5.7. Conclusiones del Capítulo 5	185
CAPÍTULO 6. CONCLUSIONES	187
6.1. Introducción	187
6.2. Conclusiones respecto a los objetivos de la investigación	188
6.3. Aportes a la Educación estadística y a la formación de profesores	192

6.4. Alcances y Limitaciones del estudio_____	192
6.5. Sugerencias para futuras investigaciones_____	194
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS _____	196
ANEXOS _____	208
ANEXO 1.Actividades de los Cuestionarios 1 y 2 _____	209
ANEXO 2. Análisis de contenido de las respuestas a las actividades del Cuestionario 1 _____	222
ANEXO 3. Análisis de contenido de las respuestas a las actividades del Cuestionario 2 _____	235
ANEXO 4. Plan de Estudios del Profesorado en Matemática de la FHUC - UNL _____	253
ANEXO 5. Resumen de contenidos evidenciados en las actividades de los cuestionarios	263

PRESENTACIÓN

En la actualidad, la sociedad se enfrenta a un flujo constante de información estadística y tiene acceso a ella de manera rápida y sencilla, a través de los medios de comunicación, principalmente presentada en gráficos, tablas e indicadores. Esta situación, plantea un desafío fundamental para la educación, lo que implica fomentar en todos los niveles educativos, la alfabetización estadística, para que los ciudadanos puedan interpretar y analizar críticamente esa información.

Los profesores de Matemática desempeñan un papel fundamental en la construcción de una sociedad estadísticamente alfabetizada. Ellos son los principales actores que deberían acompañar a sus estudiantes en el proceso de comprender, analizar e interpretar la información estadística de manera crítica.

Por este motivo, nuestro problema de investigación se centra en el estudio de los niveles de comprensión gráfica y en describir los tipos de razonamientos, que los profesores de Matemática, ponen en evidencia al realizar tareas que requieren interpretar información estadística publicada en distintos medios de comunicación. Particularmente, las actividades propuestas contienen tareas con información basada en la propagación del COVID – 19.

La organización de la tesis se desarrolla a lo largo de seis capítulos. En la introducción, se realiza una breve anticipación de las ideas en las que se centra este trabajo.

En el primer capítulo, se exponen consideraciones generales respecto de la importancia de la alfabetización estadística y el desarrollo de una cultura estadística en los ciudadanos para que puedan formar parte activamente de la sociedad. Se presentan las preguntas que nos guían en esta investigación y se realizan descripciones sobre los tipos de razonamientos estadísticos, así como la importancia del análisis exploratorio de datos para fomentar una cultura estadística. Estos elementos son la base para reflexionar sobre los razonamientos que están implicados en la lectura y análisis de gráficos, y en cómo los profesores de Matemática razonan al resolver actividades estadísticas.

En el segundo capítulo, se presenta el marco teórico con los antecedentes directos de la investigación y las categorías teóricas que la sustentan. Dentro de este marco, se describen los *niveles de comprensión gráfica* y los *tipos de razonamiento estadístico*, los cuales son los constructos principales de esta tesis, y los que sirvieron de referencia teórica para el análisis de contenido de las respuestas obtenidas a partir de la implementación del instrumento.

En el capítulo tercero, planteamos los objetivos de la investigación que se centran en comprender las estrategias de razonamiento y de comprensión gráfica de los profesores de Matemática, en el contexto de la propagación informativa asociada con la pandemia de COVID-19. Asimismo, basada en los objetivos propuestos, se describe la metodología implementada junto a las fases de investigación, los sujetos participantes, el instrumento utilizado para la recolección de datos y la técnica implementada para el análisis de las respuestas obtenidas.

Seguidamente, en el capítulo cuatro, se describe una caracterización previa del instrumento, basada en el análisis de contenido previo realizado sobre cada actividad propuesta en dos formatos diferentes del instrumento, el cual ha sido construido específicamente para esta investigación. Este análisis, permite caracterizar los tipos de razonamiento esperados, así como también, los niveles de comprensión gráfica necesarios para brindar respuestas adecuadas a cada actividad. Además, se dedica una sección específica al estudio de la validez de contenido del instrumento, permitiendo dar evidencia que las actividades propuestas sean relevantes, claras y consistentes con los objetivos de la investigación.

El quinto capítulo, presenta la discusión de los resultados obtenidos, los cuales se analizan en detalle para cada actividad propuesta en las dos versiones del instrumento. Se identifica y se categoriza el tipo de razonamiento que cada sujeto evidencia al resolver cada actividad, así como el nivel de comprensión gráfica manifestado, compartiendo algunas respuestas a modo de ejemplo. En los Anexos 2 y 3 se comparten las respuestas completas de todos los sujetos. Al final del capítulo, se elabora una conclusión general que resume las principales tendencias encontradas en los resultados, poniendo de manifiesto la relación entre el razonamiento, la comprensión gráfica y las estrategias de los profesores de Matemática frente a la información estadística sobre el COVID-19.

Por último, en el capítulo seis, se exponen las conclusiones obtenidas en base a los objetivos de investigación propuestos. Asimismo, se presentan los alcances, limitaciones y posibles líneas de acción para futuras investigaciones.

Seguidamente se presentan las referencias bibliográficas utilizadas.

Para complementar el análisis realizado, se incluyen diferentes anexos que respaldan la investigación. El ANEXO 1, presenta las dos versiones del instrumento

creado para la investigación. Los ANEXOS 2 y 3, presentan las respuestas dadas por cada sujeto a cada una de las actividades, junto con el análisis de contenido realizado sobre las mismas. El ANEXO 4, contiene el Programa de contenidos de la asignatura de Estadística para la carrera del Profesorado en Matemática de la Facultad de Humanidad y Ciencias de la UNL. Finalmente el ANEXO 5, presenta los contenidos estadísticos desarrollados en cada una de las actividades propuestas en los dos cuestionarios.

CAPÍTULO 1.

ASPECTOS GENERALES DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Introducción

La sociedad en la que vivimos no es estática, las formas de actuar de los ciudadanos se van modificando gracias a los avances tecnológicos y esto se ve reflejado en muchos aspectos de la vida cotidiana, en las formas de relacionarnos con los demás, en los modos de actuar y en los modelos de vida adoptados, lo que tiene un gran impacto en la Educación.

Hace unos años, se viene transitando un camino de grandes cambios en la enseñanza de los niños y adolescentes en el país. Estos cambios, consideran que la información se puede adquirir en diversos lugares y ello implica que el rol del docente tome otra dimensión, siendo la escuela un espacio más, y no el único, donde se aprenden contenidos. Sin embargo, sigue sin ser tomada en cuenta ni valorada la importancia y necesidad de la Educación estadística, la cual es una herramienta fundamental con la que un ciudadano puede desenvolverse en la vida.

Actualmente, el manejo de “*big data*” y “*open data*”, nos acercan a un gran volumen de datos que están disponibles para cualquier ciudadano interesado por distintos temas sociales, económicos, educativos, etc. Ejemplos de ello, podemos encontrarlos en *Gapminder*, la Organización de Naciones Unidas -ONU-, el Banco mundial, entre otros. Así, a diario recibimos información estadística a través de los medios de comunicación y de las redes sociales, que se presentan de diversas maneras, pero principalmente, aparecen resumidas en gráficos, tablas e indicadores. Esta situación, genera la necesidad de que la educación formal, en todos sus niveles, se preocupe por enseñar a leer e interpretar este tipo de información, con lo cual se hace imperioso formar ciudadanos que estén estadísticamente alfabetizados, utilizando herramientas como el análisis exploratorio de datos.

El análisis exploratorio de datos es un conjunto de técnicas que ayudan a generar distintos tipos de razonamientos estadísticos y a comprender la relación entre diferentes representaciones gráficas y el contexto de los datos. Dentro de las herramientas del análisis exploratorio de datos, se encuentran las series de tiempo, que permiten analizar la variación de una variable a lo largo del tiempo y explorar tendencias y patrones. Dada la variedad de planes de estudio y siendo que el objetivo de nuestra investigación no se centra en el análisis del estado de la educación formal actual ni de los planes de estudio, sólo dejamos a disposición, en el ANEXO 4., el programa de contenidos de la asignatura Estadística, correspondiente a la carrera de Profesorado en Matemática de la FHUC – UNL. En el mismo se puede observar que se desarrollan las series de tiempo dentro de la Unidad III: Medidas y análisis exploratorio de datos.

Las investigaciones relacionadas con la Alfabetización estadística (Bertorello et al., 2011; Cravero et al., 2012; Batanero, 2013; Bertorello y Albrecht, 2013; Cravero et al., 2014; Bolch y Jacobbe, 2019, entre otros), indican que, para lograr que una persona

se considere estadísticamente alfabetizada, debe apropiarse de ciertas *ideas estocásticas fundamentales* (de ahora en adelante IEF), las que están asociadas a conceptos tales como: los datos, la variabilidad, la distribución, el tipo de muestreo, la validez y el alcance de las inferencias (Araneo y Tauber, 2023; Araneo, 2024). Por otra parte, las mismas investigaciones advierten que, dado que estas ideas implican establecer relaciones complejas entre diversos conceptos estocásticos, se debería tener muy en cuenta en la formación de los profesores encargados de enseñarlas a través de los distintos niveles educativos, pues son ellos los principales actores de propiciar en los alumnos una *cultura estadística*, para que puedan formar parte activamente de la sociedad actual, rica en producción de información.

El término *cultura estadística* está asociado a la idea de ciudadano estadísticamente educado, no sólo en sus acciones sino también en sus formas de pensar, de interpretar la información estadística que se encuentra en diversos contextos y de ser crítico al momento de expresar sus opiniones en función de esas informaciones estadísticas. Esto implicaría que los ciudadanos puedan poner en juego razonamientos estadísticos que están asociados a las IEF, y que tienen distintas características y complejidades pero que son importantes a la hora de relacionar conceptos estadísticos (Cabrera et al., 2020).

Para llevar adelante el propósito de fomentar una cultura estadística en las futuras generaciones, los docentes se constituyen como figuras clave, al tener la posibilidad de enseñar y acompañar a niños, adolescentes y jóvenes en su proceso de aprendizaje. Si bien la Estadística constituye una ciencia en sí misma, en el Diseño Curricular de Educación Secundaria Orientada de la provincia de Santa Fe (2014), aún se considera la enseñanza de la Estadística dentro del área de matemática, a partir del eje de Estadística y Probabilidad. Es por esta razón que su enseñanza suele recaer, principalmente, en los

profesores de matemática. En consecuencia, resulta crucial comprender cómo estos profesionales razonan estadísticamente y cómo interpretan la información estadística, ya que su propia comprensión y modo de razonar es posible que influya en la forma en que diseñan e implementan sus propuestas de enseñanza y, como consecuencia, influyen en la forma de presentar estos conocimientos a sus estudiantes.

Es por ello que, en esta investigación nos centramos en el estudio de los razonamientos estadísticos que, profesores de Matemática en ejercicio, ponen en evidencia al resolver tareas asociadas con distintas ideas estadísticas fundamentales, más particularmente, aquellas que derivan de la lectura e interpretación de información estadística que se utiliza para la toma de decisiones. Y de forma más particular aún, nos centraremos en los razonamientos observados en el estudio de gráficos basados en datos de la pandemia de COVID-19. Esta elección, se debió en principio, porque la etapa de diseño del cuestionario coincidió con el período de confinamiento. Además, la principal razón de dicha elección se basó en que esta situación inédita, generó una gran circulación de información estadística, incluyendo gráficos y tablas, en diversos medios de comunicación y la mayoría de los jefes de Estado, anunciaban sus decisiones respecto al confinamiento, fundamentando las mismas a través de diversas representaciones gráficas de datos y de indicadores. De hecho, para confeccionar el instrumento utilizamos un artículo del diario Página 12, que recopila una gran cantidad de información estadística sobre la pandemia, accesible a cualquier persona.

En relación con esta temática, Batanero et al. (2021), señalan que la pandemia ha puesto de manifiesto una gran cantidad de información resumida, sobre todo en gráficos, los cuales, a pesar de su aparente sencillez, requieren de un análisis e interpretación cuidadosos. Además, los autores enfatizan que la comprensión gráfica es una competencia sofisticada que debe ser desarrollada a través de la educación y no dejarse

al aprendizaje autónomo. Estos autores, identifican diversas características de los gráficos asociados al COVID-19, los cuales representan un desafío para su interpretación, tales como su carácter multivalente, interactividad, el uso de gráficos no convencionales y el empleo de tasas y razones respecto a diferentes cantidades absolutas (Batanero et al., 2021). En este sentido, la mayoría de los gráficos presentan más de una variable (por ejemplo, casos confirmados, casos fallecidos en diferentes países y períodos, o incidencia y ritmo de contagio, etc.), lo que difiere de lo que suele ser enseñado en la escuela secundaria (Tauber, 2017, 2022; Araneo, 2024). Asimismo, la forma de ser presentados varía, puesto que gran parte de los gráficos pueden observarse a partir de visualizaciones interactivas, lo que hace que uno pueda elegir la variable a observar, pero al mismo tiempo dificulta su interpretación, ya que los ciudadanos en general y los profesores en particular, no están familiarizados con este tipo de visualizaciones. Al presentarse en documentos, noticias y revistas digitales accesibles a cualquier ciudadano, suelen aparecer gráficos llamativos y originales, pero su elaboración implica poner en relación diversos conceptos estocásticos y también diversos razonamientos, lo cual agrega un plus para la lectura y la comprensión adecuada de la información.

También, frecuentemente, la información se presenta en forma de tasas o de distintos indicadores (ej. casos por 100.000 o por millón de habitantes) en lugar de valores absolutos. La base utilizada para estas tasas no siempre se indica explícitamente, lo que puede generar confusión, especialmente cuando se mezclan con valores absolutos. Tal fue el caso de uno de los gráficos propuestos en nuestro cuestionario (Actividad 2 - cuestionario 2), donde se presenta la Tasa de crecimiento diario de casos entre el 5 de marzo y el 6 de marzo. Esto requiere que el lector comprenda el significado y el cálculo de la tasa de crecimiento diario.

Estas características de los gráficos del COVID-19 representan un desafío para la interpretación de la información estadística. Por lo tanto, consideramos que este contexto ofrecía un escenario relevante y significativo para poder aportar información sobre los razonamientos estadísticos y la comprensión gráfica de los profesores de Matemática.

Todo este marco nos permitió enunciar las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Cuáles son los razonamientos estadísticos que ponen en juego los profesores de Matemática al resolver tareas que implican la lectura, análisis e interpretación de gráficos estadísticos basados en datos del COVID-19? ¿Qué relaciones entre conceptos logran establecer cuando razonan estadísticamente?
- ¿Cuál es el nivel de comprensión gráfica que evidencian los profesores de Matemática cuando analizan información publicada en los medios sobre COVID-19?

1.2. El razonamiento estadístico

Dado que, interesa indagar sobre los razonamientos estadísticos de los profesores, se hace necesario revisar algunos antecedentes que consideramos relevantes, los cuales refieren a las distintas maneras de concebir al razonamiento y, más específicamente, al razonamiento estadístico. Es por ello que, en esta sección, describiremos las componentes más relevantes de este tipo de razonamiento, lo cual nos permitirá acercarnos a uno de los objetos principales de análisis en el presente trabajo.

Figura 1.

Mafalda y la Estadística



Nota: <https://stryptor.pages.dev/mafalda/07/134/>

La viñeta de la Figura 1, nos propone una forma de entender la Estadística que, hasta hace unos años atrás, era la manera en la que se la concebía, como una rama de la matemática basada en números que miden “cosas”, en este caso la audiencia televisiva. Pero también nos muestra cómo, de una manera u otra, estamos inmersos en un mundo donde las estadísticas se hacen presentes y desde nuestro rol de ciudadanos, no podemos quedar al margen de eso. Mafalda le hace ver a Miguelito que, cualquiera sea su postura frente a los programas televisivos, seguirá contribuyendo a la Estadística. Él se queda frustrado con la sensación de que, aunque no lo quiera, sigue formando parte de un número: el de todos los que no están viendo TV.

Hoy en día se entiende a la Estadística como una ciencia en sí misma, con objetivos propios por fuera de la Matemática y este cambio en su paradigma habilitó que, a nivel educacional, se dé mayor relevancia a tratar de entender las diversas formas de pensar y razonar que implican los procesos estadísticos. Es aquí que, se ponen en juego las componentes de la Educación estadística, que tal como lo plantean Ben-Zvi y Garfield (2004), giran en torno a la *Alfabetización*, el *Razonamiento* y el *Pensamiento estadísticos*.

Son muchos los autores que se refieren a estas componentes, aunque en ocasiones lo hacen atendiendo a distintas definiciones o constructos, por lo que es necesario hacer una distinción entre ellas. Por ejemplo, hay quienes utilizan el término razonamiento como sinónimo de pensamiento, resolución de problemas, toma de decisiones y

pensamiento crítico. Sin embargo, delMas (2004), menciona varios autores que distinguen al razonamiento de otras formas de pensamiento. Una de ellas es Galotti (1989) quien considera que:

(...) el razonamiento involucra actividades mentales que transforman la información dada, está centrado en al menos un objetivo (típicamente hacer una inferencia o realizar una conclusión), es consistente con las premisas iniciales (modificadas o no) y es consistente con los sistemas lógicos cuando se han especificado todas las premisas iniciales. (p.21)

Además, la autora aclara que esta actividad mental no es autónoma, sino que se modifica según la persona que razona y no necesariamente debe llegar a conclusiones deductivamente válidas. Por tal motivo, lo que se destaca en las investigaciones sobre razonamiento es, si la persona ha logrado modificar o no las premisas con las que parte y de esa manera, juzgar la calidad del razonamiento. Lo anterior es un ejemplo de los procesos de razonamiento que se siguen cuando se realiza una inferencia (ya sea formal como informal).

También delMas (2004), establece que “el razonamiento matemático vincula el razonamiento con estructuras que emergen de nuestras experiencias cuando interactuamos con el medio ambiente” (p.23). A partir de esta comprensión, podemos entender al razonamiento matemático, no como un razonamiento puramente abstracto sino que se basa de experiencias previas, de modelos mentales, estructuras y que vamos desarrollando a medida que interactuamos con el entorno. Es decir, puede entenderse como la capacidad de utilizar conceptos, procedimientos y estrategias matemáticas para resolver problemas, demostrar teoremas y construir argumentos lógicos. Implica la aplicación de reglas y principios matemáticos para llegar a conclusiones válidas.

A diferencia del razonamiento matemático, cuando un individuo razona estadísticamente, lo debe hacer en un contexto que está impregnado de variabilidad, incertidumbre y sesgos, lo cual introduce un ruido en la construcción de modelos. Lovett (2001), define al razonamiento estadístico como “el uso de herramientas y conceptos estadísticos. (...) Para resumir, hacer predicciones y dar conclusiones sobre los datos” (p.24).

Es decir, el razonamiento estadístico está presente en aquellas personas que pueden explicar un resultado particular y justificar el motivo de ese resultado o por qué es apropiado seleccionar una representación o un modelo particular y no otro. Está presente también, cuando se puede evaluar sobre el ajuste de un modelo en función de los datos y un contexto específico. En consecuencia, cuando una persona razona estadísticamente puede brindar razones y justificar una metodología estadística que es aplicable en un contexto específico.

Pero, a diferencia del razonamiento estadístico, el pensamiento estadístico permite no sólo comprender el por qué y qué metodología es la más adecuada para llevar adelante una investigación estadística, sino entender cómo, cuándo y por qué se pueden realizar inferencias estadísticas, dar conclusiones basadas en ellas y evaluar los resultados de ese estudio. Ben-Zvi & Garfield (2004), consideran que el pensamiento estadístico también implica ser capaz de comprender y utilizar el contexto de un problema de investigación, dar conclusiones, reconocer y comprender los procesos completos que intervienen en dicho problema (todo lo que refiere a un diseño experimental). Esto implica ser capaz de realizar preguntas que orienten la búsqueda de respuestas, la recolección de los datos (considerando los objetivos e hipótesis planteadas) y poder realizar el análisis y la inferencia que sean pertinentes con el diseño.

En la viñeta de la Figura 1, Miguelito se queda con la información que escucha a diario en la televisión, pero no puede ir más allá de eso que observa, es decir no puede explicar por qué tiene o no que mirar el programa de televisión si su accionar modifica los resultados del *rating*. En otras palabras, Miguelito no logra razonar estadísticamente, se queda con la idea de que la Estadística es sólo números, sin comprender los fundamentos de la misma. Si comparamos la postura de Mafalda frente a la de Miguelito, podemos distinguir, que ella logra ir más allá de los datos, entendiendo que la población con la que se está trabajando son todas las personas, aquellas que miran televisión y las que no lo hacen. Esta sería una ejemplificación sencilla y acotada de lo que significa razonar estadísticamente.

El razonamiento no se da de la misma manera en todas las personas, su desarrollo según Garfield (2002) puede darse en cinco niveles diferenciados: 1) *Razonamiento idiosincrático*. Se observa cuando se conocen algunas palabras y símbolos estadísticos y se los utiliza, pero sin entenderlos completamente, o incluso, cuando se los aplica incorrectamente y sin relacionarlos con la información. 2) *Razonamiento verbal*. En este caso, se observa que las personas conocen verbalmente los conceptos, pero no pueden aplicarlos a los problemas o contextos. 3) *Razonamiento transicional*. Se da cuando alguien es capaz de identificar correctamente uno o dos elementos de un proceso estadístico, pero no logra integrarlos totalmente. 4). *Razonamiento procedimental*. Cuando se logra identificar los elementos de un concepto o proceso estadístico, pero no se logra integrar totalmente esos elementos o entender el proceso en su conjunto. 5) *Razonamiento integrado del proceso*. Se da cuando se entiende por completo un proceso estadístico, coordinando adecuadamente sus elementos. Además, se integran distintos significados del lenguaje estadístico y se pueden explicar los procesos utilizando ese lenguaje.

Otros investigadores (Gal, 2004; Ben-Zvi y Garfield, 2004, Pfannkuch y Wild, 2004, entre otros), han desarrollado marcos teóricos a través de los cuales identifican distintas dimensiones o componentes del razonamiento estadístico. Luego de varios años de discusión, lograron acordar una categorización de las formas fundamentales de este tipo de razonamiento, que resumimos de la siguiente manera.

a. *Para razonar estadísticamente se necesitan los datos.*

Como indica Moore (1991), el objeto de la Estadística es el razonamiento a partir de datos empíricos. Tanto los datos cualitativos como los cuantitativos deben ser interpretados en un contexto y no de manera aislada o puramente numérica. Por ejemplo, la interpretación de un gráfico sobre la evolución de los casos de COVID-19, puede variar dependiendo del país o región a la que se refieran los datos. Esto implica que, a la hora de sacar conclusiones sobre un problema o pregunta, no podemos hacerlo desde la experiencia personal o desde lo anecdótico, sino que necesitamos basarnos en la evidencia, la cual estará disponible solo si tenemos datos y éstos tengan un cierto grado de confiabilidad. Por lo tanto, una cuestión importante que podemos derivar de aquí, es que necesitamos datos y también necesitamos conocer cómo se han obtenido esos datos y de qué contexto se desprenden.

Un ejemplo concreto de lo expuesto anteriormente es el que describe Rossman (2007), “*La tarea Wason*”, la misma consiste en entregar cuatro tarjetas que tienen una letra en un lado y un número en el otro, considerando la siguiente regla: Cada carta con una vocal en un lado tiene un número par en el otro lado. Si se muestran cuatro cartas: una A, una B, un seis y un siete, ¿qué cartas deben ser extraídas para saber si la regla ha sido violada?

Los estudios demuestran que un pequeño porcentaje de personas elige la respuesta correcta, que es elegir la carta que contiene la letra A y la carta que contiene el siete. Esto

suele suceder cuando no se está familiarizado con la situación que se está describiendo y se comete el error, al considerar que la tarjeta con el número seis debería tener una vocal al dorso, premisa que no viola la regla. Si en cambio se propone la misma situación, pero cambiando el contexto, por ejemplo, si la edad mínima para consumir bebidas alcohólicas es de 21 años y hay cuatro personas: un joven de 30 años, un joven de 18 años, un bebedor de cerveza y un bebedor de refresco, ¿a quién elegirían para saber si se cumple la regla? Rossman (2007), encontró que la mayoría de los sujetos no tuvieron dificultad en verificar la edad del bebedor de cerveza y de lo que está bebiendo el chico de 18 años. La estructura lógica de este problema es idéntica al de las cartas, pero la concreción y la familiaridad lo hacen mucho más fácil de resolver correctamente.

b. *Para comprender la evidencia que proporcionan los datos se necesita explorarlos y resumirlos.*

Wild y Pfannkuch (1999) han resumido la afirmación anterior con el término *Transnumeración*, que indica la comprensión que surge cuando se cambia de un tipo de representación a otra de los datos (por ejemplo, de una tabla a un gráfico o a la inversa). Estos autores indican que, al contemplar un sistema real desde la perspectiva de la modelización, puede haber tres tipos de *transnumeración*:

- i. al pasar de los datos brutos a una representación (tabular o gráfica) que permita extraer sentido de los mismos a través de la exploración y de la búsqueda de ajuste de modelos;
- ii. a partir de las medidas que “capturan” las cualidades o características principales del mundo real,
- iii. al comunicar el significado que surge de los datos, en forma que sea comprensible a otros.

Pfannkuch (2007), presentó un estudio realizado con un grupo de alumnos que cursaban el año once (quince años de edad) en el que les proponía la comparación de diagramas de cajas. En el mismo pudo evidenciar que, en una primera instancia, los diagramas de caja se percibieron sólo como imágenes. Gradualmente, con la ayuda de las preguntas sugeridas por el profesor y con la profundización en la comprensión de conceptos e ideas fundamentales estadísticas, los estudiantes comenzaron a descifrar las imágenes y finalmente a hacer juicios para discutir acerca de las características relevantes de los datos.

c. Para comprender la evidencia basada en los datos, se necesita identificar la variación observada y determinar su origen.

Como se indicó antes, para obtener buenas conclusiones, se necesitan datos confiables. La recolección de datos que cumpla este requisito y las conclusiones o conjeturas que se deriven de ellos, requieren de ciertos modos de comprensión de la variación que siempre existe en la realidad y que se transmite a los datos que la representan.

Siguiendo a Batanero y Díaz (2011), la Estadística permite hacer predicciones, buscar explicaciones y causas de la variación y aprender del contexto. Por lo tanto, los docentes deberían fomentar el desarrollo de razonamientos que permitan determinar cuáles pueden ser las fuentes de variación (por ejemplo: variación en el muestreo, variación debida a factores, variación aleatoria, etc.), así como de la incertidumbre originada por la variación cuyas fuentes no quedan explicadas. Esto último, proporciona la base de la que se desprenden distintas dimensiones del pensamiento estocástico más avanzadas. Por lo tanto, en la enseñanza, se debería comenzar por fomentar el razonamiento sobre la variación aleatoria y el muestreo.

d. Para comprender la realidad representada por los datos se necesita razonar a partir de modelos estocásticos.

La Estadística es esencialmente un proceso de modelización, atravesado por la presencia de la aleatoriedad. En consecuencia, para razonar sobre los datos estadísticos y para poder encontrar tendencias, es necesario analizar si los datos se ajustan o aproximan a algún modelo probabilístico. En este sentido, el razonamiento basado en modelos probabilísticos, hace necesario conocer los supuestos teóricos en los que se basan dichos modelos. Otra necesidad que se hace imperiosa, es buscar formas para que el sujeto pueda diferenciar entre modelo y realidad.

Aquí, se puede introducir de manera informal el trabajo con la distribución binomial, planteando el ejemplo propuesto por Rossman (2007), llamado “Preferencia de juguetes” donde a dieciséis bebés de diez meses se les mostró el personaje “*trepador*”, intentando subir a una montaña en dos intentos fallidos. Luego, se le mostró reiteradas veces al mismo personaje, siendo empujado hacia la cima de la montaña por el personaje denominado “*ayudante*” y en otra situación, siendo empujado hacia abajo por el personaje “*obstáculo*”. Después de mostrar alternativamente estos dos escenarios varias veces se les presentaron ambos juguetes (el ayudante y el obstáculo) y se les pidió que eligieran uno de los dos para jugar. De los dieciséis bebés, catorce eligieron el juguete “*ayudante*”.

La importancia de este experimento radica en concluir si la elección que realizaron los bebés fue de preferencia genuina, ya sea entre una población más grande de niños o entre esos mismos bebés examinados repetidamente. Para responder a este interrogante se puede llevar adelante la simulación de la tirada de una moneda y calcular la cantidad de veces que sale cara. Esto se modeliza con una distribución binomial donde se concluye, realizando el experimento, por ejemplo 1000 veces con un software, que los bebés realmente tienden a preferir el juguete *ayuda* sobre el *obstáculo*. En esta situación, se ha

diseñado una simulación basada en un experimento que, podría ser llevado a cabo por pediatras o psicólogos que necesitan analizar cómo, los niños pequeños, toman decisiones intuitivas. En otras palabras, para poder comprender que el experimento con los bebés se puede traducir a un lanzamiento de monedas, es necesario comprender el modelo estadístico que hay detrás del experimento propuesto.

e. Para comprender la evidencia que brindan los datos, se necesita integrar los conceptos estadísticos y el contexto del cual los obtuvimos.

Los datos en un contexto son la razón de ser de la Estadística. En consecuencia, lograr la integración coherente entre los conceptos estocásticos es un componente esencial del razonamiento estadístico.

Rossman (2007), plantea la siguiente pregunta: supongamos que se observó a ocho miembros de una profesión y vemos que cuatro son hombres y cuatro son mujeres. ¿Qué inferirías acerca de la proporción general de mujeres en esa profesión si no te digo nada más? Seguramente las posibles respuestas variarían si tendríamos alguna información más de la situación, por ejemplo, si sabemos que se trata de ingenieros mecánicos o de pilotos o de asistentes de vuelo, ¿esta información, y su conocimiento previo sobre la proporción de mujeres en cada una de las profesiones afectan tu inferencia?

En cada caso, se llegaría a inferencias diferentes para los mismos datos, y muy apropiadamente, en base a su conocimiento previo de la proporción de mujeres en esas diversas profesiones. En consecuencia, tener información del contexto, puede aportar más elementos de análisis para extraer conclusiones basadas en los datos.

1.3. Razonamiento Inferencial Informal

Además de tener en cuenta las componentes del razonamiento estadístico, es fundamental, mencionar la importancia que tiene el conocimiento estadístico en la formación elemental y, en consecuencia, en las maneras de lograr la comprensión de ese conocimiento, las cuales están asociadas al aprendizaje mediante la realización de inferencias, inicialmente de manera informal. Es por esto que es necesario caracterizar la naturaleza del *razonamiento informal*. Zieffler et al. (2008), puntualizan que, el razonamiento informal:

- puede estar compuesto de diferentes tipos de comprensión que los estudiantes traen cuando se inicia el aprendizaje de un nuevo tema. Además, en la mayoría de los casos, se combina con el conocimiento, producto de su experiencia en la vida diaria, conjuntamente con los conocimientos adquiridos en la educación formal anterior.
- puede ser un importante punto de partida sobre el cual construir conocimientos formales y debería ser considerado en el diseño de planes de estudio y de actividades de enseñanza.
- es necesario para poder introducir un nuevo conocimiento formal.
- se puede desarrollar mediante actividades basadas en el aprendizaje colaborativo, donde los estudiantes trabajan, discuten y negocian el significado del conocimiento formal.

Estas consideraciones suponen que el desarrollo del razonamiento informal, es una base importante para facilitar la transición a la comprensión de las ideas formales de la inferencia estadística. Algunas definiciones sobre el razonamiento inferencial informal (a partir de aquí RII), expuestas por distintos autores, las cuales servirán de referencia directa para nuestro marco teórico, se detallan a continuación.

El RII es un proceso que implica fundamentalmente dos tipos de capacidades, a saber:

- Capacidad de interconectar las ideas relacionadas con las propiedades del muestreo: el tamaño de muestra, el control del sesgo, forma y centro de una distribución. (Rubin et al., 2006; Pfannkuch, 2006).
- Capacidad de ir más allá de los datos disponibles, intentando explicar o justificar esos datos a través de un razonamiento que no emplea ningún método formal, técnica o cálculo. Rossman (2007), recomienda enfatizar en este tipo de razonamiento y en la necesidad de basarse en la evidencia que revelan los datos para realizar argumentaciones (Ben-Zvi, 2006).

Todas estas características, coinciden en varios puntos, con lo propuesto por Zieffler et al. (2008), quienes indican que el RII es: *la forma en que las personas utilizan su conocimiento informal de Estadística para dar argumentos en apoyo a las inferencias sobre poblaciones desconocidas, a partir de muestras observadas.*

Como síntesis de lo que se expone en Zieffler et al. (2008), podemos indicar que el RII, es un proceso que entrelaza los siguientes tres componentes:

- I. Razonar sobre las posibles características de una población (por ejemplo, la forma y centro de la distribución) basado en una muestra, pero sin usar métodos de inferencia formal.
- II. Razonar sobre las posibles diferencias (y/o relaciones) entre dos poblaciones sobre la base de diferencias observadas entre sus respectivas muestras. Este componente permitiría plantear preguntas como: ¿Las diferencias observadas se deben a un efecto u ocurren sólo por azar?

III. Razonar acerca de si una determinada muestra (y sus resúmenes estadísticos asociados) es probable (o sorprendente) que se presente, de acuerdo con alguna suposición o expectativa particular.

Lo anterior contrasta con el razonamiento inferencial formal, el cual consiste en deducir algo acerca de una población, mediante la aplicación de procedimientos y métodos específicos. Convencionalmente, en Estadística, la inferencia refiere a los dominios asociados a intervalos de confianza, valores p , valores críticos y distribuciones teóricas implícitas, en referencia a un tipo particular de incertidumbre causada por tener datos de muestras aleatorias en lugar de tener un conocimiento completo de poblaciones enteras, procesos o distribuciones.

Es decir que, en el RII no es necesario utilizar lenguaje y conceptos estadísticos formales, sino sólo los usados en la vida diaria y en los medios de comunicación, con un buen dominio de la información brindada por los datos y su variabilidad.

Si bien los autores mencionados en este apartado hacen referencia al trabajo con estudiantes, en diferentes investigaciones se ha concluido que los profesores utilizan este tipo de razonamiento, aun cuando hayan tenido otro tipo de formación de carácter formal. Tal es el caso del trabajo realizado por Sánchez (2010), en el que se observa que el uso de un software (Fathom) puede mejorar la precisión y la eficiencia del razonamiento estadístico, permitiendo a los profesores hacer cálculos probabilísticos y medir la incertidumbre en sus predicciones. Sin embargo, este estudio también destaca que el apoyo del software y la guía de un experto son fundamentales para que los profesores puedan aplicar sus conocimientos formales y alcanzar un razonamiento más avanzado, ya que, incluso con esta ayuda, los profesores pueden tener dificultades para interpretar los resultados y conectarlos con situaciones concretas. Esto subraya la necesidad de complementar el uso de herramientas formales con el desarrollo de habilidades de RII

que permitan a los profesores razonar de manera flexible y crítica sobre los datos, como la capacidad de evaluar la validez de las inferencias, identificar sesgos y comunicar resultados de manera efectiva.

En consecuencia, este análisis refuerza la idea de que el desarrollo de habilidades de RII es esencial para formar profesores capaces de razonar de manera efectiva y crítica sobre los datos, independientemente de las herramientas que utilicen.

1.4. La importancia del análisis exploratorio de datos para fomentar la *Cultura Estadística*

“El mesotelioma es incurable, con una esperanza de vida media de sólo ocho meses a partir de su diagnóstico” (Gould, 2002, p.2).

Esas fueron las palabras que leyó Stephen Jay Gould, el día que decidió conocer más acerca de la enfermedad que le habían diagnosticado. En ese momento se quedó inmóvil, pensante, reconociendo el poder que la frase: *esperanza de vida media*, generaba en su estado, en la manera en que decidiría continuar con lo poco (o no) que le quedaba de vida.

Cuántas veces nos encontramos con situaciones similares, en las que tomamos la información tal cual nos la brindan los medios de comunicación, un artículo periodístico, los mismos médicos u otros profesionales acerca de datos, números, medias, percentiles y otras tantas palabras que no logramos interpretar pero que hacemos propias, correcta o incorrectamente, y por lo tanto afectan, nuestras formas de actuar. Es por eso, que es tan importante la enseñanza de la Estadística desde edades tempranas, con actividades que permitan fomentar la *Cultura estadística*.

Si bien las actividades que propicien dicha cultura pueden ser de variada índole, existen investigaciones que proponen al análisis exploratorio de datos, como un conjunto de técnicas exploratorio-descriptivas, que ayudan a sentar las bases para generar distintos tipos de razonamientos estadísticos, informales o formales (Santellán, 2019; Guglielmone, 2023; Araneo y Tauber, 2023; entre otros). En esta línea, Duncan y Fitzallen (2013), realizaron una investigación exploratoria con estudiantes de una escuela secundaria con el fin de que, a partir de la recolección de dos lotes de datos, pudieran utilizar múltiples formas para representarlos y observar las ventajas que esto conlleva para un aprendizaje significativo de algunos conceptos estadísticos o IEF.

El experimento consistió en entregarles una hoja con un laberinto donde cada alumno debía tomar nota del tiempo que le llevaba resolverlo, en un primer intento. Luego, lo debían resolver nuevamente y tomar nota del tiempo empleado esperando que éste fuera menor que el anterior. De esta manera, con toda la clase se generaban dos conjuntos de datos, el *tiempo destinado para resolver el laberinto la primera vez* y el *tiempo destinado para resolver el laberinto la segunda vez*. De la necesidad de comparar estos dos conjuntos de datos surgió la pregunta: “¿El grupo mejoró sus tiempos para resolver el laberinto en el segundo intento?” Para poder responder a la misma, se llevó a cabo el experimento y junto con la ayuda del profesor, quien los fue orientando con preguntas relacionadas a cómo realizar la recopilación, agrupación, organización y resumen de los datos, los alumnos pudieron diseñar, en primera instancia un diagrama de tallo y hojas comparativo, para luego, a partir de la identificación de la mediana, surge el concepto de cuartiles, dividiendo la población en cuatro grupos de igual tamaño como una progresión natural. Para finalizar la actividad, el profesor pregunta si, una vez analizados los dos grupos de datos pueden concluir que las personas resuelven en menor tiempo el laberinto en un segundo intento, es decir, si creen que otro grupo de estudiantes

habría obtenido el mismo resultado. De esta manera, se comienza a pensar sobre las inferencias informales, abriendo el debate en el aula.

Gracias a este trabajo y a otros que vienen desarrollando los autores, se puede comprobar que, utilizar distintos gráficos para realizar un análisis exploratorio de datos, es beneficioso y más aún, si esto se realiza en edades tempranas, pues de esta manera los estudiantes tienen desarrolladas estrategias exploratorias de análisis de datos e intuiciones fundamentales sobre el trabajo con datos, antes de centrarse en la interpretación estadística formal, lo que genera una mayor independencia al momento de aprender los conceptos de manera abstracta. Los autores indican que, actividades como la presentada serían beneficiosas porque brinda la oportunidad de establecer una comprensión de la relación entre diferentes representaciones gráficas y el contexto de donde provienen los datos, en los que el propósito de representar datos de diferentes maneras sea más accesible para la comprensión.

En esta misma línea, Tauber (2021), analiza un dispositivo didáctico, basado en el estudio de indicadores sociales y dirigido a estudiantes universitarios. En dicho dispositivo se plantean preguntas orientadas a identificar los razonamientos de los estudiantes y también, estrategias que utilizan para validar sus respuestas a través del análisis exploratorio de datos que deben realizar a partir de datos reales asociados con la Encuesta Permanente de Hogares. En este trabajo, se presentan y analizan las producciones de diversos estudiantes, mostrando que, aún con estudiantes que no tienen conocimientos formales de Estadística, se logra un buen nivel de comprensión de conceptos estadísticos y también integran distintos tipos de razonamientos para validar sus propias conclusiones basadas en la evidencia que brinda el análisis exploratorio y, a su vez, les permite tomar decisiones basadas en dicha evidencia.

Duncan y Fitzallen (2013), reconocen que, el trabajo con datos reales y centrado en el análisis exploratorio de datos es más desafiante para los profesores, pero aun así consideran que vale la pena involucrar a los estudiantes en actividades en las que tengan que explorar conjuntos de datos, desarrollando así las habilidades necesarias para poder razonar de manera flexible e integral al interpretar gráficos, cuando éstos se les presenten en otras situaciones y contextos. Además, los autores indican que, trabajar con conjuntos de datos artificiales, que han sido creados para que se comporten de una manera particular, puede dar como resultado representaciones gráficas que son más simples de explicar pero que no exigen razonamientos en los que se deban integrar conceptos. Por ello, indican que, el hecho de recopilar los datos generados a partir de una actividad, contribuye a la autenticidad del aprendizaje y enriquece la experiencia.

Siguiendo a Tukey (1977), la esencia del análisis exploratorio de datos reside en *“permitir que los datos hablen y en la búsqueda de patrones en los datos”*. En este sentido un análisis exploratorio de datos implica la utilización e integración de diversos tipos de resúmenes, gráficos, tabulares y/o numéricos. Dentro de los resúmenes gráficos, es posible trabajar con los gráficos de líneas o los gráficos de barras simples (Mendenhall et al., 2006), ya que permiten representar la variación de una variable cuantitativa a través del tiempo, y así habilitan la exploración de las tendencias que podrían encontrarse en los datos y detectar si existen períodos de variación positiva, negativa o sin variación. Las series de tiempo y sus resúmenes gráficos asociados, de hecho, son herramientas que han sido utilizadas por Tukey (1977) en algunos contextos diversos en el marco del análisis exploratorio de datos (Por ejemplo: p. 532).

Asimismo, las series de tiempo y sus gráficos representativos, permiten identificar en el caso que haya periodos con distinto tipos de variaciones, si los mismos refieren a situaciones estacionales o si la tendencia indica otro tipo de situaciones, por ejemplo, de

crecimiento o de decrecimiento progresivo, como ocurrió en las primeras semanas epidemiológicas de la pandemia de COVID-19. Por otra parte, el estudio de las series de tiempo, a través de los gráficos de líneas y/o de barras, permite detectar posibles patrones, en base a los cuales pueden ajustarse determinados modelos conocidos, de manera de poder predecir cierto tipo de evolución futura. Cabe destacar aquí, que esta búsqueda de patrones está en estrecha relación con conceptos probabilísticos e inferenciales, pero en el presente estudio no pretendemos adentrarnos en ello porque nuestro interés se centró en lograr un cierto nivel de conocimiento sobre cómo interpretan la información los profesores de Matemática.

La distribución estaba de hecho muy desviada hacia a la derecha, con una larga cola (aunque pequeña) que se extendía durante varios años por encima de la media de ocho meses. No veía ninguna razón por la que yo no pueda estar en esa pequeña cola, y respiré aliviado. Mi conocimiento técnico acababa de ayudarme. Había conseguido leer los gráficos correctamente. Había formulado las preguntas correctas y había encontrado las respuestas. Acababa de obtener, con toda seguridad, el regalo máspreciado de todos los posibles en las presentes circunstancias – tiempo. (Gould, 2002, p.3)

Esta reflexión de Gould, nos muestra cómo el conocimiento estadístico y el razonamiento sobre su situación de salud, podía ayudarlo a enfrentar con ideas más positivas una enfermedad que parecía irreversible. Esta reflexión, solo ha sido posible porque el sujeto no sólo conocía conceptos estadísticos, sino que a través de su razonamiento adecuado, pudo establecer relaciones entre esos conceptos y algunas ideas estadísticas fundamentales, integrando el concepto de tendencia central (la media aritmética) con el de dispersión y forma de una distribución, todos ellos conceptos

asociados a una idea estadística fundamental (IEF), que es la de Distribución, la cual se puede construir a partir del trabajo con el análisis exploratorio de datos.

1.5. Ideas estocásticas fundamentales

Hoy en día nos encontramos continuamente con comentarios o noticias que requieren de nuestra capacidad para comprender la información que nos brindan los medios de comunicación y las redes sociales. Al leer una noticia y poder tomar decisiones a partir de ella, es necesario tener una actitud crítica, pues de lo contrario podríamos estar siendo engañados por lo que nos ofrecen los medios de comunicación. Para poder desarrollar esas capacidades no basta con tener conocimiento acerca de lo que se nos informa, sino que debemos tener un cierto nivel de *cultura estadística*, y los modelos que la describen coinciden en que la misma está determinada por dos componentes:

- el lenguaje estadístico y
- las ideas fundamentales de la Estadística, las cuales promueven la *alfabetización y el razonamiento estadístico*. (Araneo y Tauber, 2023)

La concepción de ideas fundamentales fue creada por el psicólogo estadounidense Bruner (1960), quien considera que la enseñanza de una determinada disciplina debería seguir los lineamientos de la ciencia que le es propia. Además, al enseñar los principios básicos de una disciplina, sostiene que son independientes de la edad y del origen social de los destinatarios. Por su parte, Goetz (2008), considera que, en Estadística, esto es posible ya que un determinado tema podría ser tratado en niveles crecientes durante toda la educación. También, el autor considera que el “*hacer estadística*” implica una actitud crítica, tanto en los docentes como en los estudiantes, esto es, hacer preguntas que lleven a los estudiantes a reflexionar sobre cuestiones relacionadas a la confiabilidad de los datos, a la manera en que fueron extraídos y por quiénes.

Siguiendo a Batanero et al. (2013), es posible indicar que algunas de las ideas que se consideran fundamentales para el desarrollo de la *cultura estadística*, son las que se describen y ponen en debate en los próximos párrafos.

- *Los datos*: como ya se ha indicado, en Estadística, es fundamental disponer de datos y conocer el contexto de los mismos, éstos son necesarios para poder realizar un razonamiento estadístico. Es decir, a partir de los datos con los que se cuenta, el contexto de los mismos y la información acerca de cómo fueron obtenidos, es que es posible realizar un determinado análisis u otro. Si los datos cambian, se modifican las conclusiones finales a las que se arriba, por ello “la aleatoriedad de las situaciones hace que los resultados no sean únicos, presentándose mayor variabilidad en los datos estadísticos que otras áreas de las matemáticas” (Batanero et al., 2013, p. 9).

Estas ideas fundamentales de la Estadística, no siempre se observan en la educación formal. Esta afirmación podemos respaldarla con evidencia que es posible obtener de algunos libros de texto para la educación secundaria. Por ejemplo, en Salpeter et al. (2010), en el capítulo de Estadística, aparecen actividades para alumnos de un tercer o cuarto año de educación secundaria, tales como las que presentan en la Figura 2. En la primera actividad, se presentan tres lotes de datos para los cuales hay que calcular la media, mediana y moda y luego realizar una conclusión a partir de los resultados obtenidos. ¿Qué conclusión estadística podría obtener un estudiante si no tiene información sobre el contexto en el que se obtuvieron esos datos?

En el primero de los conjuntos, lo que se puede concluir es que la media, mediana y moda coinciden y es igual a 9, ello sólo implica comprender una propiedad de las medidas de tendencia central o incluso un mero cálculo de dichas medidas, pero, no exige un análisis exploratorio que pueda conducir a una conjetura o a una conclusión basada en

la evidencia, sólo implica una aplicación algorítmica de una propiedad de las medidas de tendencia central. En otras palabras, la actividad propicia la aplicación de esa propiedad, pero no permite la integración con otros conceptos o IEF, ni tampoco con el contexto porque no lo tiene.

Si en cambio la actividad hubiese incluido un contexto, por ejemplo: *los siguientes datos corresponden a la cantidad de materias, durante los últimos dos años, que aprobaron los estudiantes de una muestra aleatoria de la carrera del Profesorado en Matemática, de una determinada facultad*, entonces las conclusiones podrían tener otro sentido. Además, si los otros dos lotes de datos, se correspondieran con la cantidad de materias aprobadas por alumnos de otras carreras de la misma facultad, durante los dos últimos años, se podría, a su vez realizar un análisis comparativo entre los tres grupos de datos y sobre la situación de los estudiantes de cada carrera.

Figura 2.

Actividades de Estadística

[14] a. Encuentren la media, la mediana y la moda de los siguientes conjuntos de valores:
 8, 8, 9, 9, 9, 9, 10, 10.
 1, 3, 6, 9, 9, 11, 13, 14, 15.
 1, 8, 8, 9, 9, 9, 11, 11, 15.
 b. Con respecto los resultados anteriores, ¿qué conclusión pueden sacar?

[15] a. Muestren un ejemplo con más de 10 valores numéricos en el que coincidan la media, la mediana y la moda.
 b. Agreguen un par de datos diferentes al ejemplo anterior, de forma que se obtengan las mismas medidas de tendencia central que en el ítem a.

[16] En el último mes, en los cinco días de mayor recaudación de un negocio se reportaron ingresos por valores de \$1430, \$1400, \$1230, \$800 y \$750.
 a. Calculen la media y la mediana de esos 5 días.
 b. ¿Cómo se modificarían los cálculos anteriores si sólo se considerasen los 4 días de mayor recaudación?

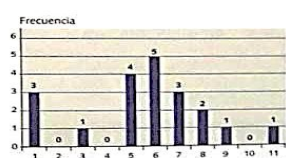
[17] La nota mínima para aprobar el trimestre de Matemática es 6. Un alumno que no aprobó no entiende cómo sucedió eso, si la moda de sus notas es, justamente, 6. ¿Cómo explican lo ocurrido? ¿Con qué parámetro se habrá regido el profesor para no aprobar a ese alumno? Presenten un posible ejemplo.

[18] A partir de los datos contenidos en el gráfico de la derecha obtengan las medidas de tendencia central de la variable x :

MÁS DE UNA MODA

Puede suceder que haya dos valores de la variable que tengan la misma máxima frecuencia. En ese caso se dice que la distribución es bimodal, y se informan ambos.

Página 30 **SABER HACER**
CUADERNO DE PROCEDIMIENTOS



x	Frecuencia
1	3
2	0
3	1
4	0
5	4
6	5
7	3
8	2
9	1
10	0
11	1

Nota: Salpeter, et al. (2010)

Como consecuencia de lo expresado en párrafos anteriores, la esencia de la Estadística son los datos, pero datos en un contexto. En el ejemplo presentado, no aparece el contexto, por lo tanto, se pierde el significado que la Estadística podría aportarle a los mismos y la actividad solo se restringe a un cálculo sin significado.

- *Los resúmenes estadísticos:* son un instrumento muy valioso para la organización, descripción y análisis de los datos. Permiten obtener nueva información de un lote de datos al analizarlos desde otra representación. Observando la actividad 18, que se encuentra al final de la Figura 2, se presentan datos resumidos en un gráfico de barras sin un contexto, para los cuales hay que obtener las medidas de tendencia central de la variable x . Al observar el gráfico, se podría pensar que la variable x representa a una variable cualitativa, ya que el gráfico de barras generalmente se utiliza en ese tipo de contexto, y si se utilizara una variable cuantitativa, lo adecuado debería ser un gráfico de bastones o de puntos, a menos que se esté representando una variable cuantitativa en un periodo de tiempo distribuido de forma equitativa. (Mendenhall et al., 2006)

Volviendo a la actividad, en el gráfico se observa que el lote de datos es: 1 1 1 3 5 5 5 5 6 6 6 6 6 7 7 7 8 8 9 11, los cuales son datos numéricos, salvo que cada dato corresponda a algún código en especial. Esto podría ocurrir, por ejemplo, si los códigos correspondieran al nombre de las materias aprobadas en la carrera del Profesorado en Matemática durante los últimos dos años, correspondiéndose cada número a una de ellas: 1: Matemática básica, 2: Sociología, 3: Psicología, 4: Álgebra Lineal I, 5: Cálculo I, 6: Filosofía, 7: Práctica de la comunicación oral y escrita, 8: Geometría Plana, 9: Cálculo II, 10: Taller de demostración matemática, 11: Álgebra Lineal II. La frecuencia, en este caso, sería la cantidad de alumnos que aprobaron cada una de las once materias. Si la situación

fuera la ejemplificada, no tendría sentido calcular la media, pues es una medida de tendencia central para variables cuantitativas.

Suponiendo que los datos se corresponden a una variable cuantitativa, se podrían realizar preguntas relacionadas a la variabilidad y distribución de la misma. Al calcular la mediana y la moda, ambas coinciden en 6, mientras que la media es 5,65, lo que podría llevarnos a concluir que la distribución es aproximadamente simétrica. Sin embargo, el gráfico podría llevar a pensar que la distribución es asimétrica a derecha, además de que la variabilidad y la dispersión del lote de datos es marcada, siendo el rango igual a 10. Aquí se observa la importancia de resumir el lote de datos utilizando distintas representaciones, entre ellas, gráficos, tablas de frecuencias y resúmenes numéricos. Además, queda claro que el punto más relevante que debería tener la actividad, es el contexto y la variable que se desprende de él, esto habilitaría a distintas preguntas e interpretaciones centradas en el contexto.

Para que la actividad permita integrar conceptos e ideas fundamentales, podría plantearse: *En el siguiente gráfico se registraron la cantidad de materias que tienen aprobadas ciertos alumnos de la carrera del Profesorado en Matemática durante los últimos dos años, a) ¿Cuál es la variable en estudio y de qué tipo es? b) ¿Cómo presentarías la información de manera resumida? c) ¿Cuántos alumnos fueron encuestados? d) ¿Todos los alumnos tienen la misma cantidad de materias aprobadas? ¿Por qué creen que hay diferencias? e) ¿Se podría decir que la mayoría de los estudiantes de la carrera del Profesorado en Matemática tienen aprobadas seis materias, en los dos primeros años de cursado? f) ¿Cuál es la mayor y la menor cantidad de materias aprobadas? ¿Qué rango de valores observan? g) ¿Están los datos agrupados cerca de un valor central o están muy dispersos? Justificar la respuesta utilizando las medidas que consideres necesarias y los datos contenidos en el gráfico.*

- *La variabilidad aleatoria:* los datos con los que se trabaja en Estadística no se ajustan perfectamente a un determinado modelo matemático, sino que se aproximan a ellos, en ciertas ocasiones y, además presentan cierta variabilidad. De esta forma, uno de los objetivos de la Estadística es entender esa variabilidad, encontrar una posible explicación a la misma y, por lo tanto, hacer predicciones de lo que podría llegar a ocurrir.

Por ejemplo, en la actividad 15, citada en la Figura 2, se pide al alumno que escriba un lote de datos con más de diez valores numéricos de manera que la media, la mediana y la moda coincidan, y en el inciso b) que agreguen algunos datos al lote anterior de manera que las medidas de tendencia central sigan siendo las mismas. Esta es una buena actividad, coincidiendo con Batanero (2013), porque permite mostrar que existen distintas distribuciones con las mismas medidas de tendencia central y esto se debe a la dispersión y variabilidad de cada distribución (siendo estas últimas IEF). Para que la actividad sea más enriquecedora para el alumno, en lugar de pedirle de manera explícita que encuentre dos distribuciones distintas con la condición pedida, se podría proponer: *Dos o más distribuciones para grupos de alumnos distintos de la cantidad de materias aprobadas, ¿pueden tener las mismas medidas de tendencial central? Sí la respuesta es negativa, justificar y si es positiva, escribir una distribución distinta a la que escribiste pero que tenga la misma media, mediana y moda.*

Un ejemplo de esto podría ser la distribución 1: 3 4 4 4 5 con media = moda = mediana = 4 y la distribución 2: 1 4 4 4 7 7 con media = mediana = moda = 4.

A continuación, se podría analizar la diferencia entre esas distribuciones, por ejemplo, observando que la dispersión absoluta es mayor en la distribución 2, por tener mayor rango y también mayor dispersión relativa medida a través de la desviación o utilizando la regla empírica. Para esto, en la misma actividad se podría agregar una

consigna como la siguiente: *Luego de construir las dos distribuciones con la misma media, mediana y moda: a) Calcula el rango, la desviación estándar y el coeficiente de variación para cada distribución. b) Compara las distribuciones utilizando las medidas de variabilidad calculadas. ¿Cuál de las dos distribuciones presenta mayor variabilidad? ¿Qué significa esto en términos del contexto de los datos? c) Representa gráficamente ambas distribuciones ¿Qué diferencias visuales observas entre las distribuciones? ¿Cómo se relacionan estas diferencias con las medidas de variabilidad que calculaste? d) Reflexiona: ¿Es suficiente conocer las medidas de tendencia central para describir completamente una distribución de datos? ¿Por qué es importante analizar también la variabilidad?*

- *La distribución:* Ruiz et al. (2011), proponen un experimento para llevar a cabo con un grupo de estudiantes para maestros. El mismo consistió en decidir si el grupo tenía o no buenas intuiciones sobre el azar. El experimento consistió en inventar una secuencia de veinte lanzamientos de una moneda equilibrada (sin lanzarla realmente) y comparar con veinte lanzamientos reales de la moneda. Los alumnos debían, con los datos recolectados, responder a una pregunta inicial asociada a la intuición sobre el azar. Cuando recolectaron la información de cada alumno, los autores a partir de una diferenciación entre cuatro niveles de construcción de gráficos, propuesta por Batanero et al. (2010), notaron que la mayoría de los alumnos sintieron la necesidad de realizar gráficos para organizar los datos, pero hicieron uno para cada variable mientras que, en un porcentaje menor, hicieron un solo gráfico de las dos variables.

El ejemplo anterior, habilita una posibilidad para profundizar sobre la idea de distribución, considerada una de las ideas fundamentales más relevantes y transversales de la Estadística (Cabrera et al., 2020; Bertero y Tauber, 2024). Esto es así, debido a que

los datos no pueden ser analizados aisladamente sino en su conjunto, es decir teniendo en cuenta la distribución de los mismos. La idea de distribución, a su vez, permite hacer una conexión con los datos entre sí, con las medidas que describen a ese conjunto de datos y, también con la población de donde se han obtenido los mismos y con las posibles muestras que pudieran surgir de ella. Esto último permitiría conectar con las tres ideas fundamentales que describimos a continuación, especialmente con la de muestreo e inferencia, ya que entender la idea de distribución y sus medidas asociadas, es fundamental para comprender la idea de distribución de probabilidad y también la de distribución muestral que es el fundamento teórico de la inferencia estadística.

- *La asociación y correlación:* A diferencia de la Matemática, las variables con las que se trabajan no están asociadas de manera directa y determinista, es decir, a cada valor de la variable independiente no le corresponde un único valor de la variable dependiente, sino que a cada valor de la variable independiente le corresponde una distribución de valores de la variable dependiente, y en algunas ocasiones, sólo se analiza la asociación que existe o no entre variables, pero no se puede indicar una relación de causa-efecto.

Desde hace unos años se viene trabajando en las escuelas secundarias de la provincia de Santa Fe, con la incorporación de actividades que involucren diversas problemáticas sociales. Las mismas están contempladas dentro de los Núcleos Interdisciplinarios de Contenidos (NIC, 2016), entendidos como los saberes a ser enseñados desde una perspectiva interdisciplinar, configurados desde disciplinas escolares como Historia, Ética, Economía, Geografía, Filosofía, Física, Matemática, Química, Biología, Psicología, Ciencia Política. Los mismos, se basan en problemáticas sociales y culturales propias del contexto donde habitan los estudiantes y en las que se presentan propuestas de enseñanza que trabajen con una concepción integrada de los

saberes, superando visiones fragmentadas y atomizadas. Una de ellas es la siguiente propuesta de trabajo:

Vínculos violentos en la convivencia escolar:

- A partir de las inscripciones y leyendas de bancos, baños, paredes de la escuela, reflexionar: ¿Qué modos de vinculación reflejan? ¿Muestran estereotipos de género?
- Identificar prejuicios vigentes en los discursos cotidianos en el aula. ¿Qué valoraciones conllevan?
- Elegir una situación de agresión física vivenciada o visualizada. Entre todos, pensar posibles causas, poner en palabras los sentimientos y las emociones que creemos vivieron los protagonistas, pensar juntos alternativas de resolución.
- Investigar las biografías de referentes culturales, políticos, deportivos, musicales, que hayan contribuido a la no violencia.

(NIC. Ministerio de Educación Provincia de Santa Fe. Abril de 2016, p. 88)

Estas son algunas de las propuestas, a las cuales podría sumarse, desde el área de Matemática, una mirada estadística que explique la violencia escolar. Es decir, la Estadística posibilitaría definir distintas variables asociadas que permitirían estudiar distintos indicadores estadísticos de la violencia. Por ejemplo, a través de tasas de casos denunciados, niveles de agresión (valorando a través de una escala dichos niveles). Luego con toda la información, se podría analizar tanto la asociación entre variables cualitativas, así como la relación o correlación entre variables cuantitativas, tal como el análisis de la relación entre el número de casos denunciados y el tamaño de población de cada ciudad y plantear si existe o no relación de causa-efecto entre las variables analizadas.

- *La probabilidad:* en Estadística es necesario utilizar modelos aleatorios donde se pueda trabajar con distintos enfoques de Probabilidad: la concepción clásica, el enfoque frecuencial y el enfoque subjetivo.

En el libro analizado anteriormente, para iniciar el cálculo de probabilidades, se presenta la situación incluida en la Figura 3 (la numeración de la actividad continúa de las actividades anteriores dentro de la unidad general Estadística y Probabilidad). Para resolver las preguntas planteadas, se pueden seguir distintos caminos. Una de ellas, es abordar la situación desde una concepción clásica del cálculo de probabilidad, donde se considera que todos los eventos posibles de un determinado experimento aleatorio, tienen la misma probabilidad de ocurrir. En el caso del juego propuesto por la amiga de Luli, se puede pensar que las cartas utilizadas tienen la misma probabilidad de salir, y sin necesidad de realizar el experimento, calcular los casos favorables sobre los casos posibles y así llegar a la probabilidad teórica.

Figura 3.

Actividad sobre probabilidad

[23] A Luli le gusta un chico, y organizó una salida donde estarán él y un amigo, junto a dos amigas de ella. Como Luli es muy romántica, no quiere hacer nada para forzar la situación. Por ejemplo, si van a ir los cinco al cine, o a tomar algo, ella no va a hacer nada para sentarse al lado de él. “Que lo decida el destino”, piensa Luli. Sin embargo, como la carcome la ansiedad, quiere hacer un juego de cartas que le enseñó una amiga para saber cuál es la probabilidad de que se sienten juntos, si depende del azar. Si se sienta al lado de ella más veces de las probables, es porque hay onda. De una baraja de póker, Luli elige 5 cartas entre las que están el rey (que lo representa a él), la reina (que la representa a ella) y tres cartas más que representen a los otros chicos.

Luli mezcla las cinco cartas y las da vuelta sobre la mesa, una al lado de la otra, para ver si el rey y la reina quedan juntos.

- Si Luli se imagina que van al cine y acomoda las cartas en línea, ¿qué probabilidad hay de que los reyes queden juntos?
- Si ahora se imagina que van a una confitería con mesas circulares, y acomoda las cartas en círculo, ¿qué probabilidad hay de que los reyes queden juntos?
- La amiga le dijo que para saber cómo le va a ir, tiene que hacer el juego 3 veces, y si los reyes quedan juntos por lo menos una vez, la suerte está de su lado. ¿Qué probabilidades tiene ahora Luli en los ítems **a.** y **b.** si le hace caso a su amiga?
- Comparen sus respuestas y los procedimientos usados con los de los otros grupos. Luego, lean la información de la página siguiente.

Nota: Salpeter et al. (2010)

Otra forma, podría ser realizar el juego cien veces y, a partir de los resultados observados, construir la distribución de frecuencias e inferir sobre la aproximación entre la probabilidad teórica y la probabilidad frecuencial. Pero, también a su vez, en esta actividad interviene la probabilidad subjetiva, ya que al juego lo están realizando con el interés de saber si el chico que le gusta tiene intenciones con Luli más allá de una amistad, por la cantidad de veces que él se sienta al lado de Luli. Para poder averiguar esto, de antemano, se usa la probabilidad subjetiva suponiendo que si la cantidad de veces que quedan sentados uno al lado del otro, es mayor que la que supone el azar, entonces Luli puede estar esperanzada con él. Tirar tres veces las cartas y a partir de ahí tomar una decisión es puramente subjetivo.

Esta situación muestra la complejidad y riqueza conceptual que podría derivarse de la actividad, ya que dependiendo del enfoque que se utilice (o mejor aún, si se utilizan los tres enfoques), se deberán aplicar distintos conceptos, propiedades y resúmenes. En definitiva, interviene nuevamente las ideas de distribución, de variabilidad de datos y todo ello podría habilitar el trabajo con las ideas que se describen a continuación.

- *El muestreo y la inferencia:* Elaborar inferencias confiables es el objetivo principal de la Estadística y para ello, es necesario trabajar con datos extraídos de muestras que sean adecuadas a tal fin, para poder realizar generalizaciones válidas, con cierto grado de probabilidad.

Retomando el ejemplo de Ruiz, et al. (2011), se podría trabajar con el análisis de las dos muestras obtenidas por los alumnos, una de manera aleatoria, obtenida al lanzar la moneda equilibrada y otra de manera subjetiva, inventando los posibles resultados si se lanzaría la moneda. Para cada una de ellas, se podría analizar la cantidad de rachas y la longitud, la cantidad de caras y cruces, comparar estos resultados para decidir qué

muestra es aleatoria y cuál inventada, al mismo tiempo que utilizar inferencias para comprobar lo supuesto.

Figura 4.

Esquema resumen de las Ideas Fundamentales de la Estadística



Nota: Elaboración propia

1.6. La formación estadística de los profesores de matemática

Existen diversas investigaciones (Araneo y Tauber, 2023; Araneo, 2024; Cabrera et al., 2020; Sánchez Acevedo et al., 2021; Cabrera et al., 2022; Pinto et al., 2018; Tauber, 2022 b, Tauber y Santellán, 2022; entre otros) relacionadas al trabajo de los docentes de Matemática y sobre todo de los estudiantes avanzados de carreras de enseñanza de la

Matemática y de enseñanza de nivel primario. En todas ellas hay un factor común: la escasa formación estadística de los profesores. Es constante escuchar a los docentes decir que no enseñan Estadística porque no llegan con el tiempo y las razones que indican refieren a que no lo hacen porque es el último tema que se planifica, porque así se encuentra en los Diseños Curriculares (Tauber, 2022a). Pero esto es sólo una forma de justificar una decisión propia del profesor, sabemos que las planificaciones no son estáticas, que pueden ser modificadas y de hecho así debería ser, teniendo en cuenta los grupos de trabajo o las diversas situaciones que van surgiendo a lo largo de un ciclo lectivo. La realidad es que el docente no se siente preparado para llevar adelante los contenidos de estadística, lo cual ha quedado expresado en algunas investigaciones (Araneo, 2024; Tauber, 2022b), aunque en muchos casos, en lugar de reconocer esta realidad, se excusa con los tiempos lectivos.

Un estudio realizado en México, por García Delgado y Ojeda Salazar (2013), con estudiantes del último año de la Licenciatura en Educación con Especialidad en Matemáticas, al finalizar un curso sobre predicción y azar, reveló la necesidad de fortalecer la formación de los futuros profesores en Matemáticas en relación a conceptos asociados a la Estadística tales como medidas de probabilidad, espacio muestral, valores de la variable aleatoria. Así como también la evidencia del predominio del pensamiento determinista y aritmético. Para arribar a estas conclusiones, se les presentó a los futuros docentes un cuestionario con seis preguntas de las cuales, cinco fueron con opción múltiple y la última, una pregunta abierta, en la que en todos los casos debían justificar la opción seleccionada. Las situaciones planteadas ponían en juego las ideas fundamentales asociadas a las medidas de probabilidad, espacio muestral, adición de probabilidades, regla del producto e independencia, equidistribución y simetría, combinatoria, modelo de urna y simulación, variable estocástica, la ley de los grandes números y muestra. Todos

contenidos correspondientes al nivel secundario, para cuya docencia se preparaban los participantes en esta investigación.

En un trabajo realizado por Bertorello y Albrecht (2013), sobre los errores cometidos por profesores de Matemática y estudiantes de dicho profesorado, en la resolución de tareas estadísticas, encontraron que tanto alumnos como docentes cometían errores significativos y que, en aquellas actividades que requieren de relaciones más complejas entre conceptos estadísticos, en las que intervienen diversos elementos de la alfabetización y del razonamiento estadístico, eran más difíciles de resolver aún para los profesores de Matemática en ejercicio. En este estudio, se trabajó con la comparación de dos grupos, uno formado por docentes y estudiantes del profesorado en Matemática, que estaban participando de una jornada organizada por el Día mundial de la Estadística. También, se encuestó a estudiantes de otras carreras universitarias que se encontraban realizando su primer curso de Estadística. El segundo grupo, estaba conformado por docentes y estudiantes avanzados de la carrera de profesorado en matemática que estaban participando de un curso de extensión presencial de Estadística, cuyo objetivo principal era capacitar a los profesores de Matemática en el diseño de actividades para el aula que propicien la generación de algunas ideas fundamentales de la Estadística, tales como la aleatoriedad y la variabilidad.

Zapata – Cardona y González Gómez (2017), estudiaron las imágenes que un grupo de profesores en Matemática tenían acerca de la Estadística y de su enseñanza. Este grupo estuvo conformado por docentes que trabajaban en nivel primario y secundario, los que la mayoría no habían tenido una continuidad en la formación de Estadística. La imagen, la manera en la que estos docentes se veían en relación a la Estadística, estaba relacionada a la experiencia que tuvieron en su formación, la cual no había sido de las mejores puesto que les había resultado difícil, poco comprensiva, sin sentido, muy

metódica, con muchas fórmulas por aprender y aplicar. Consideraban a la Estadística como la ciencia de los gráficos, las fórmulas y como aplicación a pruebas estandarizadas.

Por su parte, Sánchez Acevedo et al. (2021), se propusieron explorar y describir los niveles de comprensión gráfica que logran futuros profesores de Matemática de Chile al leer gráficos estadísticos. Para ello realizaron un análisis basado en los niveles de comprensión gráfica propuesto por Friel et al. (2001), los cuales se detallan más adelante. En sus resultados encontraron que los futuros profesores presentan respuestas que pudieron categorizarse en un nivel inicial de comprensión gráfica, es decir, pueden establecer relaciones directas entre unas variables y algún elemento distintivo de un gráfico estadístico, pero en ninguna de las respuestas encontraron aspectos relativos a la variabilidad o una adecuada formalización de la asimetría de la distribución; tampoco encontraron evidencias sobre un posible razonamiento inferencial, que permitiría ver una comprensión en un nivel más allá de los datos. También muestran su preocupación por la gran cantidad de respuestas en relación con la interpretación que son incorrectas.

Por su parte, Ruiz et al. (2011), presentaron un informe sobre el uso de gráficos estadísticos en la comparación de distribuciones por parte de futuros profesores de Educación primaria, en España. Para ello, analizaron la representación gráfica de la distribución y la forma en que estos estudiantes interpretan dichos gráficos al comparar dos variables estadísticas dentro de un proyecto abierto de análisis de datos, y continuaron sus estudios previos sobre el tema (Arteaga, 2011; Arteaga y Batanero, 2010) en los que evaluaron errores de los futuros profesores en la construcción de gráficos estadísticos. En el trabajo expuesto, la forma de evaluar la actividad se realiza a partir de dos puntos: definir niveles jerárquicos en la lectura e interpretación de gráficos y describir errores en la construcción de gráficos por parte de los estudiantes.

En cuanto al primer punto, los autores, adhieren a los trabajos propuestos por Friel et al. (2001), que diferencian entre: *leer los datos*, lectura literal del gráfico sin interpretar la información contenida en el mismo, por ejemplo, solo leer las frecuencias en un gráfico de barras. *Leer dentro de los datos*, interpretación e integración de los datos en el gráfico, por ejemplo, si se comparan las frecuencias de dos barras del gráfico mencionado. *Leer más allá de los datos*, hacer predicciones e inferencias a partir de los datos sobre informaciones que no se reflejan directamente en el gráfico, por ejemplo, predecir un crecimiento o decrecimiento en el periodo posterior al último observado en una serie de tiempo. *Leer detrás de los datos*, consistente en valorar críticamente el método de recogida de datos, su validez y fiabilidad, así como las posibilidades de extensión de las conclusiones. Un ejemplo de ello se daría si se identifica que un muestreo ha sido intencional y, por tanto, no es posible realizar una inferencia con alcance a la población (Santellán, 2019).

El estudio se realizó en una clase práctica (Godino et al., 2008) de un curso de Currículo Matemático (segundo año, en el plan español de formación de maestros de primaria) en la Universidad de Granada. Los estudiantes (en total 113) estuvieron divididos en tres grupos, aproximadamente del mismo tamaño. La práctica consistía en la realización del proyecto “*Comprueba tus intuiciones sobre el azar*”, que es parte de una unidad didáctica diseñada para introducir los temas sobre “tratamiento de la información, azar y probabilidad”, en los primeros años de Educación Secundaria Obligatoria y también, en los cursos de formación de maestros. Se les propuso a los estudiantes llevar a cabo un experimento para decidir si el grupo en conjunto tenía o no buenas intuiciones sobre el azar. El experimento consistió en inventar una secuencia de veinte lanzamientos de una moneda equilibrada (sin lanzarla realmente) y comparar con veinte lanzamientos reales de la moneda. Al finalizar la sesión, se les pidió producir individualmente un

informe escrito para contestar la pregunta planteada. Los estudiantes tuvieron libertad para elegir los gráficos o resúmenes estadísticos que considerasen convenientes o bien usar computadora. A la semana siguiente se recogieron y analizaron las producciones de los estudiantes.

Los gráficos elaborados por los futuros profesores en los informes escritos, se clasificaron de acuerdo a su complejidad semiótica, según la jerarquía definida por Batanero et al. (2010). Los resultados obtenidos indican que la construcción e interpretación de gráficos es una habilidad altamente compleja. Los autores confirman las dificultades descritas por Bruno y Espinel (2005) y Espinel (2007) en futuros profesores, a pesar de que se espera que, a la larga, ellos transmitan el lenguaje gráfico a sus alumnos y que lo utilicen como herramienta en su vida profesional. Incluso cuando el gráfico construido es correcto, son muchos los estudiantes que muestran dificultades en su interpretación, no siendo capaces de unir las ideas de promedio y dispersión en la distribución, lo que provoca interpretaciones incompletas. En consecuencia, el concepto de distribución, esencia del razonamiento estadístico, según Wild y Pfannkuch (1999), no llega a ser utilizado de manera global por una parte de los futuros profesores. El razonamiento sobre la variabilidad, que es otro de los componentes esenciales del razonamiento estadístico, tampoco estuvo accesible para gran parte de los estudiantes.

1.7 Conclusiones del Capítulo 1

A partir de la exploración realizada en las secciones precedentes de este capítulo, se han podido identificar las dimensiones más relevantes en las que se centra la presente investigación, a saber:

- La identificación de las particularidades del razonamiento estadístico y sus distintos tipos.

- Las relaciones entre conceptos e ideas estadísticas fundamentales que intervienen en tareas que propicien el razonamiento estadístico.
- Las problemáticas asociadas con la comprensión de las ideas estadísticas en la formación de profesores de Matemática.

Todo ello, nos permite identificar la necesidad de indagar sobre los tipos de razonamiento implícitos cuando se lee e interpreta información estadística presentada en los medios de comunicación y/o cuando se reflexiona sobre cómo debería ser un diseño experimental a partir del cual se deban recabar datos confiables. Asimismo, nos impulsa a investigar cómo razonan los profesores cuando se enfrentan a la toma de decisiones basada en evidencia estadística. Es así que, en el próximo capítulo, se busca delinear un marco referencial que permita caracterizar los razonamientos estadísticos que se utilizan cuando se analiza información real y de qué manera se puede evidenciar la comprensión gráfica.

CAPÍTULO 2.

MARCO REFERENCIAL

2.1. Antecedentes directos de la investigación

A continuación, se exponen algunas investigaciones que son antecedentes directos para nuestro trabajo, pues permitirán fundamentar el proceso de investigación y diferenciar algunos constructos de interés que servirán para la delimitación del marco de referencia.

Sánchez (2010) se pregunta: *¿Cómo evoluciona el razonamiento de los profesores en servicio durante una actividad de predicción en situación de incertidumbre con apoyo de un software de estadística? ¿Qué tipo de dificultades y concepciones se revelan durante ese proceso?*

Para responder a estos interrogantes, se realizó un estudio con seis profesores de nivel secundario, que estaban inscritos en el primer cuatrimestre de un programa de una Maestría en Educación. Sólo dos de ellos tenían formación inicial de profesor, tres eran ingenieros y uno, licenciado en Administración. Como parte de sus estudios, los seis profesores participaron en actividades con el programa *Fathom*, durante dos semanas, tres

horas por semana, en la que aprendieron rudimentos del software e hicieron simulaciones para calcular probabilidades. Al comenzar la tercera semana, cada uno de ellos fue sometido a una entrevista, la cual estuvo basada en la resolución de una actividad sobre predicción e incertidumbre. Luego de realizadas todas las entrevistas, se observaron y transcribieron las mismas buscando evidencias sobre la manera en que los profesores entienden las nociones involucradas y el papel que juegan los resultados del cálculo (que el software realiza) en sus razonamientos. Las evidencias encontradas fueron categorizadas para formar una jerarquía utilizando el modelo propuesto por Garfield (2002), para describir el desarrollo del razonamiento estadístico. Dicho modelo está compuesto de cinco niveles: 1) *Razonamiento idiosincrático*: se conocen algunas palabras y símbolos relacionados, por ejemplo, las medidas de tendencial central, pero se utilizan sin comprender su sentido e incluso, en la mayoría de las veces, de manera errónea. 2) *Razonamiento verbal*: se puede dar una explicación de los conceptos o seleccionar de manera correcta una definición, pero no se la relaciona con los elementos o no se aplica el conocimiento a una situación real. 3) *Razonamiento transicional*: se identifica o conoce uno o dos procesos estadísticos, pero no se los integra completamente. 4). *Razonamiento procedimental*: se identifican todos los elementos y componentes de un proceso, pero no se logra relacionarlos entre sí ni comprender el proceso en su conjunto. 5) *Razonamiento integrado del proceso*: se interpreta por completo el proceso estadístico, se comprende el lenguaje específico, se pueden realizar explicaciones utilizando ese lenguaje y se realizan predicciones con confianza.

Las conclusiones a las que arribó el autor fueron, por un lado, que la jerarquía que se elaboró a partir de los registros de las expresiones de los profesores frente a una tarea de predicción, constituyó una posible trayectoria a lo largo de la cual los sujetos fueron resolviendo relaciones complejas. Esto es, ir más allá del ejemplo concreto propuesto en

la entrevista, para lograr un pensamiento más general, teniendo en cuenta, por ejemplo, la Ley de los Grandes Números. Por otro lado, concluyó que la respuesta a la que llegaron los profesores sólo fue posible gracias a la interacción entre el sujeto y el entrevistador, apoyados en el software.

Este artículo es de gran interés para nuestra investigación porque nos permitió realizar un primer acercamiento a los niveles de razonamiento estadístico propuestos por Garfield (2002). Además, se presenta una actividad concreta aplicada a los profesores, mostrando las intervenciones que el entrevistador fue realizando para guiar el trabajo del entrevistado, sin influir en las respuestas del mismo. Aunque en esta tesis no se han realizado entrevistas, la actividad analizada en este trabajo, se tomó como guía para el análisis de contenido previo que se realiza en el Capítulo 4.

Inzunsa y Jiménez (2013), utilizaron la taxonomía SOLO (*Structure of Observed Learning Outcomes*), a partir de la cual muestran los resultados de una investigación sobre el aprendizaje de la inferencia estadística en estudiantes de Matemática, en particular analizan su nivel de razonamiento estadístico acerca de los conceptos y el proceso que involucran las pruebas de hipótesis. Para ello, parten de una pregunta que guía su investigación: *¿cuál es el nivel de desarrollo y cómo se caracteriza el razonamiento estadístico de estudiantes universitarios de Matemáticas acerca de las pruebas de hipótesis estadísticas?*

Los sujetos de estudio que participaron en la investigación fueron once estudiantes voluntarios del último grado de la Licenciatura en Matemática, en la Universidad Autónoma de Sinaloa, que tomaron como parte de su formación un curso de Estadística Matemática que contenía el tema de las pruebas de hipótesis.

El análisis de los datos ha sido básicamente cualitativo, para lo cual cada ítem requería una justificación de la respuesta. No todos los ítems fueron diseñados para contemplar los cinco niveles del modelo SOLO y ningún ítem fue diseñado para el nivel abstracto extendido. Con base en el análisis de las respuestas y la actividad matemática desarrollada por los estudiantes, se ubicó a cada uno de ellos en alguno de los niveles del modelo SOLO que fueron considerados previamente.

Los resultados de la investigación muestran que las pruebas de hipótesis son un concepto complejo para los estudiantes universitarios, aun cuando han tomado cursos de Estadística y fundamentos de Teoría de la Probabilidad. Un alto porcentaje de estudiantes se ubicaron en el nivel preestructural, en ítems que evaluaban conceptos claves. En los ítems que contemplaban los niveles superiores del modelo SOLO, muy pocos estudiantes se ubicaron en los niveles multiestructural y relacional. Los ítems de mejor desempeño abordaron conceptos de formulación de hipótesis y relación del valor p con la significancia estadística. En este sentido, el razonamiento estadístico de los estudiantes que participaron en la investigación, se caracteriza por ser aislado en relación con los diversos conceptos que se involucran en las pruebas de hipótesis, esto derivado de la falta de comprensión y por creencias erróneas sobre diversos conceptos involucrados. Ello trae como consecuencia que, de acuerdo con las categorías del modelo SOLO, se ubiquen en un nivel de razonamiento estadístico de preestructural a uniestructural principalmente (los más bajos de la categorización).

Este artículo es de relevancia para nuestra investigación puesto que los resultados a los que arribaron, son un elemento importante que se tuvo en cuenta al momento de diseñar las tareas que se proponen a profesores de Matemática en nuestra investigación. Si bien en los instrumentos que hemos diseñado no se han incluido tareas específicas sobre inferencia estadística, en algunas de ellas, como por ejemplo la Actividad 3 en

ambos formatos del instrumento (Anexo 1), para poder elaborar un titular como se solicita en una de ellas, se debe realizar una estimación basada en información gráfica, con lo cual, se estaría realizando una inferencia informal y, en consecuencia, se deberían utilizar elementos del razonamiento inferencial informal asociado a niveles avanzados de razonamiento estadístico.

Por otra parte, la investigación de Ruiz et al. (2011), que hemos descrito en el capítulo anterior, nos permite considerar la forma de evaluar la actividad y de qué manera analizaron la lectura e interpretación de gráficos que realizaron los sujetos de estudio. En este sentido, se pudo identificar que los autores, ponen en práctica la jerarquización sobre lectura de gráficos estadísticos, elaborada por Friel et al. (2001), quienes identifican cuatro niveles que se delimitan de la siguiente manera:

- *leer los datos*, lectura literal del gráfico sin interpretar la información contenida en el mismo;
- *leer dentro de los datos*, interpretación e integración de los datos en el gráfico;
- *leer más allá de los datos*, predicciones e inferencias a partir de los datos sobre informaciones que no se reflejan directamente en el gráfico; y
- *leer detrás de los datos*, consistente en valorar críticamente el método de recogida de datos, su validez y fiabilidad, así como las posibilidades de extensión de las conclusiones.

Los resultados basados en esta categorización indicaron que la construcción, lectura e interpretación de gráficos requiere de razonamientos altamente complejos. Estas categorías de análisis han servido de referencia directa para nuestra investigación.

Por su parte, Vigo Ruiz (2016), evaluó el nivel de lectura de gráficos estadísticos elementales, alcanzado por un grupo de estudiantes de Formación Profesional Básica, que

se encuentran en la etapa inicial de sus estudios. En su trabajo se propone la elaboración de un cuestionario propio, que se contextualiza en la muestra de estudiantes y que permite evaluar el nivel de lectura que alcanzan dichos estudiantes. Para la construcción de este instrumento se seleccionaron de Internet, cinco gráficos estadísticos (se incluyeron gráficos de barras, de barras bidireccionales, de líneas, de sectores y cartograma) y se elaboraron las preguntas que acompañaron a los resúmenes gráficos, de tal manera que las mismas propiciaran razonamientos críticos. La muestra estuvo conformada por 47 estudiantes, de dos cursos diferentes de 1° y 2° de Formación Profesional Básica, y como se trató de un estudio de corte exploratorio, no se trató de generalizar los resultados a otro alumnado o contexto.

Para el análisis de las respuestas se utilizó una jerarquización elaborada a partir de los niveles de lectura de gráficos de Curcio (1989), que es el antecedente directo de la jerarquización propuesta por Friel et al. (2001), considerada por Ruiz et al. (2011).

En cuanto a los resultados obtenidos, se menciona que un muy bajo porcentaje de alumnos alcanzó el nivel máximo en cada una de las preguntas y que, además, hubo un porcentaje considerable de respuestas que se identificaron en el nivel 0, indicando que no hubo una buena interpretación de la información gráfica o directamente los estudiantes no lograron leer la información. También, se observó que el nivel de interpretación de gráficos estadísticos depende en gran medida del tipo de gráfico que se esté analizando (por ejemplo, se observaron respuestas más satisfactorias en los gráficos de barras, pirámides de población y cartograma), mientras que se registró una mayor dificultad en los niveles más avanzados, particularmente en aquellos que requerían de capacidad crítica y razonamiento.

Estos resultados, también aportan a nuestro trabajo, dado que han sido considerados cuando se seleccionaron los gráficos que se incluyeron en el instrumento y también, sirve de referencia directa en el análisis de las respuestas que realizamos en el Capítulo 5.

Fernández Coronado et al. (2019), llevaron adelante una investigación cualitativa en la que exploraron la comprensión de estudiantes universitarios sobre una tabla y un gráfico. La muestra involucró 36 estudiantes del primer semestre de la Licenciatura en Matemáticas de una universidad pública de México, de edades entre 18 y 31 años, que fueron seleccionados por medio de un muestreo no probabilístico por conveniencia.

Las tareas fueron dos, una referida a la lectura e interpretación de una tabla, la otra, refiere a la lectura e interpretación de los mismos datos, pero representados mediante un gráfico de barras. Ambas tareas se consideraron de manera abierta, ya que no presentaban preguntas orientadoras, sino que se les solicitó a los estudiantes leer, interpretar y comparar datos, observar tendencias, predecir, generar conclusiones y realizar críticas, en general, redactar enunciados sobre los datos estadísticos.

Para analizar los datos, propusieron una jerarquía elaborada a partir de los niveles de Curcio (1989) y la jerarquía de Aoyama (2007). En cuanto a los resultados, observaron que casi todos los estudiantes transitaron por el primer nivel, ya que realizaron una lectura literal de las variables y de los porcentajes, y por el nivel 2, porque lograron efectuar comparaciones, aunque algunas de estas respuestas presentaron errores. También, destacan que, el 30% de los estudiantes alcanzaron el cuarto y máximo nivel, al integrar los datos con el contexto, expresando conclusiones o hipótesis explicativas sobre el comportamiento de los datos. Otra conclusión que obtuvieron, se centró en que el nivel de comprensión se ve influenciado por el tipo de representación, ya que en el resumen

tabular los estudiantes alcanzaron niveles de comprensión mayores que en la representación gráfica.

Ruiz (2019), presenta una breve descripción y resumen de diferentes investigaciones sobre construcción de gráficos, interpretación de gráficos, búsqueda de tendencias o realización de predicciones. A partir de esto, formaliza el marco teórico en el que basó su estudio, en el cual define los elementos estructurales de los gráficos estadísticos y, por otro lado, los niveles de lectura e interpretación de los mismos.

El objetivo general de este estudio fue analizar los niveles de lectura alcanzados por los estudiantes, y determinar si existían diferencias entre los niveles de lectura según el sexo y el curso, y si se encontraba relación entre dichos niveles y otras variables como la edad o el rendimiento en matemática. Para ello, trabajó con 52 estudiantes de dos cursos (primero y tercero) de un colegio privado de España, quienes contestaron un cuestionario con 4 ítems sobre diferentes tópicos, con preguntas relacionadas con la interpretación de un gráfico y su contexto.

Para analizar las respuestas, el investigador tomó de referencia la escala propuesta por Vigo Ruiz (2016), para el nivel de lectura y comprensión. En líneas generales, observó que la mayoría de los estudiantes mostró la capacidad de leer adecuadamente los datos, hacer comparaciones e identificar tendencias, pero se presentaron mayores dificultades en aquellas preguntas que exigían una evaluación crítica y reflexiva de la información presentada en el gráfico. También, indicó que pudieron observarse mejores resultados en los estudiantes de mayor edad.

Campos (2016) propone una educación estadística articulada con la educación crítica, por lo que considera que la enseñanza de la Estadística no debe reducirse al mero cálculo de fórmulas y procedimientos aislados y sin contexto. Por el contrario, debe

favorecer una actitud crítica hacia los datos y la información estadística que circula en los medios de comunicación. Para esto, los estudiantes deben desarrollar la capacidad de analizar críticamente los datos, identificar posibles sesgos y manipulaciones, y comprender el contexto social y político en el que se producen y utilizan las estadísticas.

En el artículo se presenta un proyecto denominado “El calentamiento global” en el que se invitó a estudiantes a investigar si el calentamiento global es un hecho o una hipótesis y si hay evidencias estadísticas comprobables que demuestren o refuten su investigación. Para ello, los alumnos recolectaron datos sobre las precipitaciones de Río de Janeiro y de San Pablo y las temperaturas de ambas ciudades en un determinado periodo de tiempo. Con los datos de temperaturas obtenidos desde la *website* del Instituto Nacional de Meteorología (INMET) y los datos de precipitaciones de lluvia provenientes de la Agencia Nacional de Administración Aeronáutica y Espacial (NASA), se diseñaron dos series de tiempo. La primera, que abarcó el período de 1979 a 2009, corresponde a las precipitaciones de lluvia, mientras que la segunda, que cubrió el período de 1979 a 2010, corresponde a las temperaturas.

A partir de los datos organizados en una serie de tiempo de temperaturas promedio mensuales, los estudiantes realizaron una regresión lineal usando el tiempo como variable explicativa, con el objetivo de determinar si existía una tendencia creciente o decreciente en la temperatura a lo largo del tiempo. Con los datos de la precipitación, los estudiantes elaboraron un gráfico para analizar la variabilidad a lo largo del tiempo.

Las conclusiones a las que llegaron los alumnos, es que no podían refutar la hipótesis del calentamiento global, ya que observaron las limitaciones de los resultados, puesto que sólo analizaron dos regiones y tal vez las series de tiempo no fueron tan extensas como para poder realizar una conclusión sobre las tendencias. Además, en el

debate que se generó en torno al análisis realizado, aparecieron ideas sobre las políticas públicas adoptadas por el gobierno de Brasil y de otros países, así como también las actitudes de los ciudadanos y qué acciones serían importantes realizar para ayudar a que no se agrave el problema del calentamiento global.

En cuanto a las conclusiones del artículo, Campos (2016) reconoce el potencial de la actividad, ya que al partir de la obtención de datos reales por parte de los alumnos y la cercanía del contexto con una problemática que les resultó interesante, permitió que lograran avanzar en cálculos, interpretaciones, análisis y validación de las conclusiones arribadas, generando una visión global del problema.

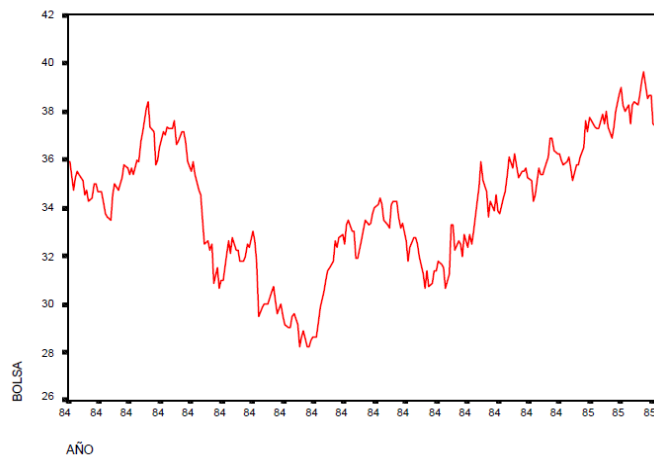
En el libro *Didáctica de la Estadística*, Batanero (2001), presenta un capítulo sobre la comprensión de tablas y gráficos. Allí expresa que, en muchas situaciones, los docentes consideran que para los alumnos es una tarea sencilla construir estos resúmenes, por lo que no suelen dedicarle tiempo a su enseñanza. Sin embargo, la autora señala que el resumen de los datos en tablas y gráficos, implica una transición a una distribución de frecuencias, lo que representa un concepto complejo. Para ejemplificar esta complejidad, Batanero (2001) presenta un ejemplo de una serie de tiempo, indicando las diversas maneras de leerla, considerando los niveles de lectura de gráficos de Curcio (1989). El ejemplo expuesto es el siguiente:

Ejemplo 3.11. Si analizamos las tareas que se requieren en la interpretación de una serie de tiempo, "leer los datos" se refieren a cuestiones sobre la lectura de las escalas o encontrar el valor de una de las coordenadas de uno de los puntos, dado el valor de la otra coordenada. "Leer dentro de los datos" se refiere, por ejemplo, a cuestiones sobre la tendencia, sobre si podría ser representada o no mediante una función lineal o sobre si se observan ciclos. La predicción del comportamiento

de la serie para los próximos meses, requeriría el trabajo en el nivel de "leer más allá de los datos". "Leer detrás de los datos" se refiere a valorar si los datos son completos, analizar la forma en que fueron recogidos y detectar posibles sesgos (p.80).

Figura 5.

Esquema resumen de las Ideas Fundamentales de la Estadística



Nota: Extraída del ejemplo 3.11 de Batanero (2001)

Tanto el documento de Campos (2016), como el de Batanero (2001), resultaron fundamentales como referentes para nuestra investigación, especialmente porque el instrumento de recolección de datos presenta actividades basadas en series de tiempo. El enfoque de Campos, que articula la educación estadística con una perspectiva crítica y contextualizada, nos proporcionó una guía para diseñar actividades que promuevan el análisis reflexivo y la toma de decisiones informadas por parte de los profesores al interpretar series de tiempo en contextos relevantes. Por su parte, la propuesta de Batanero, que destaca la complejidad de la comprensión de gráficos y la necesidad de desarrollar habilidades de lectura en diferentes niveles, nos brindó un marco para analizar cómo los profesores interpretan las series de tiempo presentadas en las actividades y qué

tipo de razonamientos ponen en juego al hacerlo, conectando este análisis con las ideas estadísticas fundamentales (IEF) que subyacen a la comprensión de este tipo de gráficos. De esta manera, ambos autores nos brindaron las herramientas conceptuales y metodológicas que nos ayudaron a abordar nuestro problema de investigación de manera significativa, considerando la importancia de las series de tiempo como herramienta para la comprensión de fenómenos complejos y su conexión con las IEF.

A partir de los antecedentes analizados, pudimos identificar que existen diversas investigaciones que se centran en la caracterización de cómo leen e interpretan gráficos y tablas estadísticas distintos sujetos de estudio. De lo relatado en el primer capítulo y en esta sección, es posible indicar que la mayoría de estos estudios se centran en estudiantes de educación secundaria o estudiantes de profesorados y muy pocos, son los que se centran en el trabajo con profesores en ejercicio. Es por ello, que nos motiva a estudiar cómo interpretan y comprenden los profesores de Matemática en ejercicio, la información estadística presentada a través de distintos resúmenes estadísticos y los procesos de diseño que se deberían seguir para obtener datos confiables.

2.2. Marco de referencia

Desde que iniciamos el trabajo de investigación han pasado muchos años, y en el medio, una pandemia. El mundo se paralizó, por un momento nos sentimos responsables y con culpa, por observar cómo nuestro entorno, los mares, las aves, animales salvajes y silvestres, las flores, parecían más calmos, más limpios, más libres. Lo contrario a como nos estábamos sintiendo nosotros: atrapados en una cuarentena interminable y un confinamiento repentino.

Muchos de nosotros empezamos a conectar con aquello que teníamos olvidado o dejado de lado, la pintura, la cocina, la lectura, las manualidades, el estudio. Con algo

más de tiempo para informarnos, nos encontramos abrumados con toda la información que recibíamos de los medios de comunicación, a través de la televisión, las redes sociales, los funcionarios del gobierno, las páginas oficiales, entre ellas, la de la Organización Mundial de la Salud -OMS-, revistas y diarios digitales. En ellos, se repetían palabras como la tasa de crecimiento del virus, tasa de mortalidad, tasa de letalidad, casos confirmados, casos asintomáticos, casos por contacto estrecho o familiar.

En muchas de esas noticias nos encontramos con gráficos, tablas, datos que estaban expuestos para que cualquier persona los lea, interprete, manipule y pueda comprender la gravedad o no de la diseminación del virus. Pero, ¿realmente todos comprendíamos esa información? Nuestros gobernantes tomaban decisiones en base a ella, pero, ¿realmente la comprendían?

De estos interrogantes y del interés surgido a partir de la revisión de antecedentes, se hace necesario delimitar los constructos o indicadores en los que se centrará nuestro marco de referencia, el cual permitirá guiar el análisis que se realiza en los próximos capítulos.

Como mencionan Batanero et al. (2021), para poder analizar y comprender la información que brindan los gráficos que se publicaban en la pandemia, no alcanza con un aprendizaje autónomo, requiere de un *sentido gráfico*, es decir, una capacidad que debe ser educada, que contempla el *sentido estadístico*, entendido como la capacidad para interpretar el contexto en el que fueron obtenidos los datos, comprender la variación y poder hacer inferencias o predicciones. Además, como plantea Aoyama (2007), es de suma importancia que los sujetos, tanto estudiantes como profesores o cualquier ciudadano, desarrollen habilidades de interpretación gráfica puesto que están cada vez más expuestos a diversas informaciones basadas en representaciones gráficas y encuestas estadísticas obtenidas de diversos medios tecnológicos. Así, cada vez es más

imprescindible comprender cómo se presenta la información y ser capaces de hacer preguntas críticas y obtener conclusiones derivadas de ella.

Hoy en día los contenidos estadísticos que se desarrollan en el ámbito escolar están muy desfasados de la información que tenemos a nuestro alcance. Friel et al. (2001), analizaron la importancia de la representación gráfica para comprender los conceptos de Estadística y la interpretación de datos en el ámbito escolar, y consideran la necesidad de incorporar métodos y estrategias que mejoren las habilidades de los estudiantes para analizar y comunicar datos a través de gráficos. Los autores, destacan las complejidades de la comprensión de los gráficos estadísticos, considerando el contexto y el desarrollo del sentido gráfico, el diseño y la construcción de tablas y gráficos y el conocimiento previo de los estudiantes. Esta brecha entre la enseñanza tradicional y la necesidad de una nueva enseñanza, requiere repensar la forma en la que se enseña la Estadística en el aula, tal como lo plantean los autores y también requiere conocer qué es lo que comprenden los profesores y de qué forma lo hacen. Este conocimiento puede servir de insumo para rediseñar las propuestas de formación y actualización de los profesores en ejercicio.

Asimismo, Batanero et al. (2021) coincidiendo con Pinto Sosa y Marín Ché (2023), destacan la importancia de enseñar en las escuelas otros tipos de gráficos que sean similares a los brindados por los medios de comunicación, para que los alumnos adquieran las competencias, puedan interpretar y reforzar su capacidad crítica ante la información presente y a su alcance. Para que esto suceda es indispensable que los docentes se capaciten en relación a la construcción y análisis de gráficos, de manera de poder brindar una educación más eficaz a sus estudiantes.

Por su parte, Rodríguez-Muñoz et al. (2020), analizaron los conocimientos estadísticos y didácticos que debería movilizar el profesorado de Matemáticas de educación secundaria, para promover la alfabetización estadística y de datos a partir de

contextos cotidianos y de interés social, junto con herramientas como la manipulación tecnológica para manejar bases de datos de gran tamaño. Asimismo, estos autores, presentan cuatro experiencias de aula contextualizadas en el COVID-19, persiguiendo el objetivo de desarrollar la alfabetización estadística y de datos del alumnado. Se concluye que la alfabetización estadística y de datos, junto con la alfabetización probabilística, permiten desarrollar una mirada crítica contra datos manipulados, noticias falsas, etc., y tomar decisiones informadas.

Este panorama y la necesidad de conocer el nivel de comprensión de los profesores de Matemática frente a la información disponible a partir de la pandemia, nos impulsó a investigar sobre los razonamientos que evidencian los profesores de Matemática, cuando analizan información general e interpretan gráficos estadísticos que fueron publicados en distintos estudios realizados durante la propagación del COVID-19. Asimismo, como un complemento asociado a los distintos tipos de razonamiento, concebidos tal como los plantea Garfield (2002), consideramos que es necesario delimitar un sistema de indicadores que nos permita dar cuenta del nivel de comprensión gráfica que pueda evidenciarse en los sujetos de estudio.

2.2.1. Niveles de comprensión gráfica

Considerando que se decidió diseñar un instrumento basado en información gráfica de COVID-19, publicada en medios de comunicación, resulta de relevancia considerar el trabajo de García-García et al. (2020). Estos autores, realizaron un trabajo de investigación sobre el análisis de gráficos en estudiantes de secundaria. Para el mismo, utilizaron un marco referencial mixto que se basaba en la taxonomía definida por Curcio (1989), complementado con la jerarquía de Aoyama (2007). Así, construyeron una nueva categorización formada por cinco niveles. Los autores, consideraron que ambas formas de análisis podían articularse, ya que:

la taxonomía de Curcio establece niveles de lectura apoyados en los elementos del gráfico y esboza brevemente la posibilidad de valorar críticamente la información (...) y la jerarquía de Aoyama se enfoca más en una lectura apoyada en la valoración de la información, es decir, en una lectura crítica de esta. (García – García, 2020, p. 5).

De esta manera, la jerarquización propuesta por García – García et al. (2020), fue la siguiente:

- *Nivel 0_1: Perspectiva personal:* en la que se incluye el Nivel Idiosincrásico, propuesto por Aoyama, y permite identificar un nivel de lectura que solo se basa en las experiencias personales del lector. Esto ocurriría si, por ejemplo, ante un gráfico como el de la Figura 6, una persona indicara que Messi ha sido el mayor goleador en los mundiales de todos los tiempos, solo porque es fanático del jugador y no analiza la información que evidencia que ha habido otros jugadores que han efectuado mayor cantidad de goles en los mundiales o que han tenido una proporción mayor.
- *Nivel 1_2: Lectura literal:* esta categoría coincide con el nivel propuesto por Friel et al. (2001), denominada: *Leer los datos*, y tiene en cuenta la lectura básica propuesta por Aoyama. En este nivel se visualiza la lectura de las variables, de la frecuencia de las mismas, el título y/o la fuente. No se realizan interpretaciones. Por ejemplo, si al leer el gráfico de la Figura 6, alguien indica que Messi ha realizado 13 goles en 26 partidos.

Figura 6

Los máximos goleadores de todos los tiempos



Nota: Statista

- **Nivel 2: Comparativo:** Está asociado a la *Lectura detrás de los datos* que hemos descrito antes. El lector identifica cambios en los datos, los puede comparar tanto de manera vertical, identificando el valor de la variable con mayor frecuencia, como de manera horizontal, es decir, si hubo un aumento o decrecimiento en los datos. Pero no explica el motivo de esos cambios. Sólo los compara.
- **Nivel 3_3: Predictivo:** En este nivel se sigue considerando la noción de lectura básica, pero se agrega el Nivel 3 de Friel et al. (2001): *Leer más allá de los datos*. Aquí podría observarse que el lector realiza una predicción a partir de los datos observados. Sigue siendo una lectura básica, en el sentido que no logra contextualizar esa predicción o no logra fundamentarla.
- **Nivel 4_4: Integrativo:** En este nivel se agrupan los niveles 3, 4 y 5 de Aoyama: Racional/literal, Crítico, Elaboración de hipótesis y modelos. Desde la mirada de Friel et al. (2001), se encuentra el *Leer detrás de los datos*. Así, en este nivel

conjunto se espera que el lector logre hacer una integración entre la valoración crítica, la racional y la hipotética relacionando su lectura con los datos, variables, comparaciones observadas y con el contexto. Además, teniendo una mirada crítica respecto a la fiabilidad del instrumento y a la forma de recolección y organización de los datos empleada. Por ejemplo, en la información de la Figura 6, se estaría en este nivel si se considera que los datos representados están asociados solo con jugadores en partidos de la Copa Mundial de Fútbol, con lo cual se podrían hacer estimaciones de quién ha sido el mejor jugador en ese tipo de competencia, pero no se podrían extender esas conclusiones a todos los jugadores de fútbol.

Para llevar a cabo nuestra investigación, se decidió considerar la categorización expuesta anteriormente, pero teniendo en cuenta los resultados indicados por Tauber (2022) y Departamento Matemática FHUC (2023), en relación con la realidad formativa de los profesores de Matemática de Argentina, en relación con la Estadística, se ha decidido crear algunas categorías complementarias, las cuales se describen a continuación.

2.2.2. Niveles de razonamiento estadístico

Como se ha analizado en el primer capítulo, hay diversos enfoques que permiten reflexionar sobre los tipos de razonamientos estadísticos que se pueden poner en práctica cuando un sujeto se enfrenta al análisis de información.

Dado que el presente trabajo de investigación pretende analizar los tipos de razonamientos que los profesores ponen en relación al analizar información ya procesada y, considerando que al realizar un diseño estadístico con posterior toma y análisis de los datos se deben poner en juego diversos razonamientos asociados a los datos, al muestreo, a los resúmenes, a la distribución y a la inferencia, entre otras cosas, tal como plantean

autores como Pfannkuch y Wild (2004), es que adoptamos la categorización de razonamientos enunciada por Garfield (2002).

Es así que, siguiendo lo postulado por la autora, en nuestro trabajo, consideramos la siguiente categorización de niveles de razonamiento:

- 1) *Razonamiento idiosincrático*. Se observa cuando se conocen algunas palabras y símbolos estadísticos y se los utiliza, pero sin entenderlos completamente, o incluso, cuando se los aplica incorrectamente y sin relacionarlos con la información.
- 2) *Razonamiento verbal*. En este caso, se observa que las personas conocen verbalmente los conceptos, pero no pueden aplicarlos a los problemas o contextos.
- 3) *Razonamiento transicional*. Se da cuando alguien es capaz de identificar correctamente uno o dos elementos de un proceso estadístico, pero no logra integrarlos totalmente.
- 4). *Razonamiento procedimental*. Cuando se logra identificar los elementos de un concepto o proceso estadístico, pero no se logra integrar totalmente esos elementos o entender el proceso en su conjunto.
- 5) *Razonamiento integrado del proceso*. Se da cuando se entiende por completo un proceso estadístico, coordinando adecuadamente sus elementos. Además, se integran distintos significados del lenguaje estadístico y se pueden explicar los procesos utilizando ese lenguaje.

Un ejemplo concreto para identificar los diferentes niveles de razonamiento, propuesto por Garfield (2002), podría ser la siguiente situación en la que un grupo de

estudiantes de Matemática se enfrenta a la tarea de diseñar una encuesta para conocer las preferencias musicales de los alumnos de la escuela.

Si uno de ellos simplemente responde que les preguntaría si les gusta escuchar música, estaría *razonando de manera idiosincrática* al no considerar información más específica y qué información útil le facilitaría la toma de datos con mayor poder explicativo. En este caso, se observaría un uso superficial del lenguaje estadístico, sin considerar las implicaciones de las preguntas que se hacen. Si otro estudiante propone hacer la encuesta a una muestra, pero no puede especificar cómo realizaría la elección de la misma, su forma de pensar estaría asociada a un *razonamiento verbal*, puesto que reconoce la necesidad de una muestra, pero no puede comprender cuáles son las consecuencias prácticas de elegir distintos tipos de selección de los individuos que conformarán la muestra. En consecuencia, no estaría comprendiendo la relevancia de la representatividad de una muestra para lograr generalizaciones confiables.

Un ejemplo de *razonamiento transicional*, se daría si un alumno propone organizar los datos obtenidos en una tabla de frecuencias, pero no puede explicar cómo y para qué realizaría el análisis de esos datos. En este nivel de razonamiento, se logra identificar algunos elementos del proceso estadístico, pero no una comprensión global del mismo. En cambio, si otro estudiante agrega que organizaría los datos en un gráfico de barras que represente los distintos estilos musicales que escuchan sus compañeros, pero no logra explicar cómo utilizaría ese resumen para analizar y dar respuesta a la pregunta de investigación, estaría en un *nivel de razonamiento procedimental*, ya que se centra en los procedimientos estadísticos, pero no logra integrar los diferentes aspectos del análisis.

Finalmente, en el nivel de *razonamiento integrado del proceso*, se encontraría un estudiante que es capaz de dar cuenta de todo el proceso para llevar adelante la

investigación propuesta, indicando el modo de tomar la muestra, la redacción de preguntas, la selección del método de análisis de datos y la interpretación de los resultados, utilizando conceptos estadísticos de manera correcta y relacionándolos con el contexto escolar y el de los alumnos encuestados. Este nivel de razonamiento se caracteriza por una comprensión completa del proceso estadístico y por la capacidad de integrar diferentes elementos del análisis en un contexto específico.

2.3. Categorías teóricas adoptadas en nuestro marco teórico

La categorización basada en los niveles de razonamiento descritos en el apartado anterior, permite construir indicadores de razonamiento estadístico que, asociados a los niveles de comprensión gráfica de García-García et al. (2020), son los referentes teóricos directos que adoptamos para elaborar el análisis de contenido previo de los instrumentos utilizados en esta investigación y también, en el análisis que se ha realizado sobre las respuestas de los profesores.

Es necesario aclarar que se ha debido integrar los dos sistemas de niveles: de razonamiento y de comprensión gráfica, porque en el instrumento se incluyeron actividades basadas en información gráfica y otras, en las que se deben hacer anticipaciones y toma de decisiones sin tener datos o información, partiendo de una situación hipotética de diseño de un estudio estadístico.

Como hemos mencionado previamente, la categorización de García-García et al. (2020), debió ser adaptada con base en el conocimiento previo acerca de la formación que, en general, reciben los profesores de Matemática en Argentina. Es por ello que, las categorías del sistema de indicadores resultante, para la comprensión gráfica, se basa en los cinco niveles enunciados por García-García et al. (2020), a los que agregamos dos subcategorías, particularmente en los niveles 2 y 4, tal como se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1
Niveles de Comprensión gráfica utilizadas en nuestro estudio

Niveles de comprensión gráfica	Componente característico	Caracterización general
Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático	Ingenuo	Lectura basada en la experiencia individual o perspectivas personales del lector, sin conectar características extraídas de la situación planteada, de la tabla o del gráfico con el contexto.
Nivel 1_2 Leer los datos – Lectura básica	Lectura literal de la información/situación o resumen: lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	No se realizan interpretaciones ni cálculos adicionales. Sólo se identifican variables, porcentajes o datos numéricos basándose en la manera en que se encuentran en la tabla o gráfico. Se identifican posibles variables que derivan de la situación planteada sin reflexionar sobre la manera en la que se toman los datos asociados a las variables.
Nivel 2 Leer dentro de los datos	Categoría 2_1: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos.	Se identifican variables y se observan variaciones utilizando un lenguaje cotidiano sin fundamentar con información cuantitativa.
	Categoría 2_2: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. Cálculos matemáticos	Se realizan comparaciones entre los datos de la tabla o gráfico. Se identifica el mayor (menor) porcentaje o valor. Aumentos (disminuciones) fundamentados con valores obtenidos de la información. Se realizan cálculos.
Nivel 3_3 Leer más allá de los datos – Racional / Literal	Predicción de una tendencia o de un valor. Integración con el contexto racional / literal	Se leen valores, se realizan comparaciones, se detectan tendencias particulares, y se explican significados contextuales literalmente en términos de las características que muestra la tabla o gráfico, pero no se sugieren interpretaciones alternativas.
Nivel 4_4 Leer detrás de los datos – Crítico	Integración con el contexto valoración crítica	Se realiza una evaluación de la fiabilidad de los datos y/o, la forma en la que se recolectan y organizan los datos.
Nivel 4_5 Leer detrás de los datos – Elaboración de hipótesis y modelos	Integración con el contexto hipotético	Se lee, acepta y evalúan los datos representados en la tabla o gráfico, formando hipótesis explicativas.

Nota: Adaptación propia basada en García-García et al. (2020)

2.4 Conclusiones del Capítulo 2

Los niveles de comprensión gráfica resumidos en la Tabla 1 y los tipos de razonamiento estadística de Garfield (2002), nos han permitido construir un sistema de indicadores que nos brindará información valiosa para cubrir los objetivos que nos proponemos lograr en esta investigación, los cuales se detallan en el siguiente capítulo.

Además, es importante destacar algunas conclusiones obtenidas de los antecedentes directos de nuestra investigación que tuvimos en cuenta al elaborar y analizar los instrumentos diseñados (Capítulos 3 y 4) y también, en las conclusiones de los Capítulos 5 y 6. Así, los principales puntos de referencia que surgen de este capítulo son:

- En la mayoría de los antecedentes revisados se ha trabajado con estudiantes de secundaria o de universidad. Hay pocos estudios, especialmente en Argentina, basados en profesores en ejercicio, por lo tanto, consideramos que nuestro trabajo puede aportar información original y de valor para la formación de profesores.
- Son diversos los trabajos que toman de referencia a Curcio (1989) y Friel et al. (2001), para la construcción de un sistema de indicadores que permitan analizar la comprensión y el sentido gráfico. Ello brinda un respaldo importante al sistema de indicadores que hemos elaborado en este trabajo, en el cual también se ha tenido en cuenta las particularidades observadas por otros autores en la formación de profesores en Argentina (Tauber, 2022b y Tauber y Santellán, 2022).
- La mayoría de los antecedentes que han analizado el nivel de razonamiento o de comprensión gráfica, han reportado que en la mayoría de los sujetos de estudio predominan los dos primeros niveles, tanto de razonamiento como de comprensión gráfica, indicando que son pocos los que logran evidenciar niveles más complejos.

- Asimismo, en cuanto al tipo de representaciones gráficas, indican que se observan mayores dificultades cuando los gráficos presentados son más complejos. De manera complementaria, se observaron dificultades en la evaluación crítica y reflexiva de la información publicada a partir de resúmenes gráficos, aunque evidencian una lectura básica adecuada.

CAPÍTULO 3.

METODOLOGÍA

La revisión de antecedentes y la delimitación del marco referencial nos ha permitido enunciar los objetivos de la investigación. Así, en la primera sección enunciamos los mismos y en las siguientes, se precisan las características metodológicas de la investigación, sus fases, instrumentos y técnicas utilizadas.

3.1. Objetivos del trabajo

- *Objetivo general:*

Explorar los modos de razonamiento y la comprensión gráfica que tienen los profesores de Matemática en ejercicio, cuando resuelven tareas que, implican tener un *sentido gráfico y estadístico* para tomar decisiones basadas en información contextualizada, utilizando como ejemplo gráficos sobre COVID-19, publicados en medios de comunicación, los cuales podrían extenderse a otros tipos de gráficos o bien a los mismos gráficos pero en otros contextos.

- *Objetivos específicos:*

Para alcanzar este objetivo general, nos proponemos lograr los siguientes objetivos específicos:

OE1: *Validar un cuestionario, diseñado específicamente para esta tesis, con tareas centradas en la comprensión de gráficos estadísticos, publicados en la pandemia de COVID-19 y en el proceso estadístico previo a la toma de datos.*

OE2: *Caracterizar los razonamientos estadísticos evidenciados por los profesores de Matemática en las resoluciones de las tareas planteadas en el cuestionario.*

OE3: *Describir los niveles de comprensión gráfica que evidencian los profesores de Matemática al analizar información presentada en gráficos estadísticos sobre COVID_19.*

3.2. Enfoque general de investigación

Se realizó una investigación cualitativa de alcance exploratorio. Siguiendo las tipologías enunciadas por Rodríguez Gómez y Valdeoriola Roquet (2009), implementamos un estudio de caso a un grupo de profesores de Matemática en ejercicio, debido a que seguimos un proceso de indagación orientado por un examen detallado, comprehensivo, sistemático y en profundidad del objeto de investigación. Dentro del estudio de caso, podemos decir que es del tipo instrumental, pues examinamos un caso particular para proporcionar más información sobre un tema. Como se ha mostrado en la revisión de antecedentes, nuestro tema de estudio ha sido poco abordado en nuestra región y ámbito educativo. De esta manera, el caso adopta un papel secundario y su utilidad radica en la aportación de datos para comprender e identificar los razonamientos estadísticos que los profesores de Matemática emplean cuando deben interpretar

información basada en resúmenes exploratorios y cuando deben tomar decisiones con base en dicha información.

En este sentido, y siguiendo los aportes de Rodríguez Gómez y Valdeoriola Roquet (2009), el estudio de caso se define como una estrategia de investigación que permite analizar en profundidad un fenómeno en su contexto real, cuando los límites entre el fenómeno y el contexto no se encuentran claramente definidos. En el marco de esta investigación, se optó por un estudio de caso único de carácter inclusivo, dado que el caso se centra en los razonamientos estadísticos de profesores de Matemática en ejercicio, pero dentro de este caso se reconocen múltiples unidades de análisis, correspondientes tanto a los diferentes participantes como a las tareas específicas que cada uno resolvió. Esta estructura metodológica posibilita examinar las particularidades individuales de los profesores y al mismo tiempo, identificar patrones comunes o tendencias que emergen en sus modos de razonamiento y de comprensión gráfica.

El carácter inclusivo del caso permite abordar el fenómeno desde distintos niveles de análisis (individual y colectivo), lo que enriquece la comprensión del objeto de estudio. A su vez, la elección de un caso único se justifica por el interés en profundizar en un contexto particular y representativo, más que en obtener resultados generalizables. De acuerdo con la perspectiva cualitativa, el propósito principal es lograr una comprensión profunda y contextualizada de los procesos de razonamiento estadístico que se ponen en juego en situaciones reales de interpretación de información gráfica y numérica.

Por otra parte, se utiliza como técnica el análisis de contenido cualitativo, en el sentido planteado por Mayring (2000), quien lo define como un procedimiento empírico, sistemático y controlado de interpretación de textos dentro de su contexto comunicativo. Este enfoque permite conservar la rigurosidad del análisis de contenido cuantitativo, pero orientándose hacia una interpretación cualitativa, basada en la identificación y

categorización de significados presentes en los datos. La aplicación de esta técnica resulta coherente con la naturaleza exploratoria y descriptiva de la investigación, ya que posibilita examinar las producciones escritas de los profesores en profundidad y desde una perspectiva contextual, favoreciendo la comprensión de los modos de razonamiento y de los niveles de comprensión gráfica implicados en sus respuestas.

3.3. Fases de la investigación

En esta investigación hemos delimitado cuatro fases, que nos han permitido ir ampliando nuestro campo de conocimiento en función de los objetivos propuestos.

En un primer momento, la etapa de indagación bibliográfica junto con las preguntas planteadas en el Capítulo 1 y los objetivos de esta investigación, nos han posibilitado definir nuestro problema de investigación y posicionarlo dentro de las problemáticas analizadas en las investigaciones más actuales referidas a la Educación Estadística. A su vez, en esta fase, hemos identificado los referentes teóricos necesarios para definir un modelo de análisis que sea adecuado para evaluar los razonamientos y la comprensión que se derivan de tareas enfocadas en la *cultura estadística*.

En base a este marco de referencia, en una segunda fase, nos hemos centrado en la elaboración del instrumento, que es el que nos aporta información relevante para nuestra investigación. En esta etapa, hemos recuperado los aportes principales de los referentes analizados en la primera fase y, a partir de sugerencias o resultados de esos referentes, hemos construido dos versiones de un cuestionario que se centra en el análisis de distintos tipos de resúmenes estadísticos asociados con información publicada sobre COVID-19.

En la tercera fase, se ha realizado un análisis previo del instrumento, con el fin de reconocer y explicitar los razonamientos, argumentos e indicadores de comprensión gráfica, que en cada una de las tareas propuestas en el instrumento podrían aparecer.

Hemos asociado la estructura del instrumento con el marco de referencia, concluyendo sobre las relaciones teóricas entre los elementos intervinientes en las tareas del instrumento. La relevancia de esta fase de la investigación, se basa en que el análisis del instrumento permite brindar evidencias sobre la validez de contenido del mismo. La segunda y tercera fase de la investigación, buscan cubrir el objetivo específico 1.

En la cuarta y última fase de nuestra investigación, hemos aplicado el instrumento y a partir de dicha aplicación, considerando los niveles de comprensión gráfica y los tipos de razonamientos estadísticos, hemos realizado el análisis de las respuestas que los sujetos de estudio proporcionaron. En esta etapa, a partir de la identificación de unidades de análisis en la resolución de cada profesor, se buscó reconocer los tipos de razonamientos, así como las relaciones entre conceptos estadísticos que se evidencian en las respuestas, de modo de poder evaluar los niveles de comprensión gráfica de los profesores en relación con la información presentada en gráficos estadísticos. Esta última etapa, nos ha permitido cubrir los objetivos específicos 2 y 3.

3.4. Sujetos participantes

El tipo de muestreo que se utilizó fue por conveniencia, tal como lo definen Cohen y Manion, (1990), considerándolo un tipo de muestreo no probabilístico en el que la selección de los participantes está regida por su disponibilidad, accesibilidad o proximidad al investigador, más que por criterios de representatividad estadística. Si bien el muestreo por conveniencia presenta limitaciones en cuanto a la representatividad de la muestra, consideramos que es adecuado para los objetivos de este trabajo, que como se mencionó en el apartado anterior, se centra en explorar los modos de razonamiento y la comprensión gráfica que tienen los profesores de Matemática en ejercicio. En nuestro caso, contábamos con una base de datos de correos electrónicos de profesores de Matemática obtenidos de una Jornada de Educación Estadística y de un Curso de

Educación Estadística, ambos realizados en la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad Nacional del Litoral, así como también de compañeros de trabajo y colegas.

De esta manera, se les compartió un formulario Google con un cuestionario que presentaba distintas actividades que tenían desde preguntas personales, como años en la docencia, niveles en los que trabaja, formación en estadística, hasta preguntas relacionadas específicamente con actividades centradas en los conceptos estadísticos intervinientes en el análisis de gráficos, particularmente asociados a la propagación del virus COVID-19.

Cabe aclarar que, por cuestionario, entendemos que es un instrumento de recolección de datos que “(...) consiste en un conjunto más o menos amplio de preguntas o cuestiones que se consideran relevantes para el rasgo, característica o variables que son objetos de estudio.” (Bisquerra, 2004, p. 88).

Se diseñaron dos versiones de cuestionario, que fueron compartidos a través de formularios de Google y enviados por correo electrónico a finales del mes de septiembre de 2021, los cuales contenían algunas actividades diferentes. Ambas versiones se distribuyeron de manera aleatoria a los profesores que aceptaron participar del estudio (previamente contactados por mail). Ambas versiones completas pueden encontrarlas en el Anexo 1.

La muestra obtenida estuvo conformada por diecisiete profesores que contestaron el correo enviado. Al momento de responder el cuestionario, la mayoría (88%), se desempeñaban en el nivel secundario (dos de los diecisiete no trabajaban en este nivel) y un 53% en el nivel universitario. Solo una minoría (12%), trabajaba en la formación de profesores y un 47% lo hacía en el nivel superior no universitario. Si bien la mayoría de ellos (76%) enseñaba estadística, su formación en la disciplina era diversa. Esta información fue obtenida a partir de una de las preguntas del cuestionario en la que se les

pidió a los encuestados que asignaran una puntuación a su formación de grado utilizando una escala del 1 al 5, donde 1 representa la evaluación más baja y 5 la más alta. Un 12% consideró que su formación de grado en relación a la estadística estuvo centrada en fórmulas, en teoría abstracta, en habilidades procedimentales básicas como organizar datos y resumirlos en gráficos (puntuación 1 y 2). Un 23% consideró que su formación de grado además de estar centrada en habilidades procedimentales también estuvo orientada a la comprensión básica de conceptos, vocabulario y símbolos estadísticos (puntuación 3). Por su parte, el 47% respondió que su formación estuvo basada en la interpretación, resumen y análisis de datos reales y en las relaciones entre conceptos (puntuación 4). Sólo uno de los profesores manifestó que su formación se centró en la puntuación más alta en la que se integraron los fundamentos teóricos de la estadística con aplicaciones multidisciplinares, utilizando datos reales contextualizados en problemas y/o proyectos.

Específicamente, el Cuestionario 1, fue respondido por seis profesores con diversa experiencia en la docencia. La mitad de ellos, al momento de responder el cuestionario, tenían una antigüedad entre tres y cinco años, dos (33%) contaban con quince años de antigüedad y uno poseía una trayectoria de veintidós años en la docencia. El 67% se desempeñaba en el nivel secundario y el mismo porcentaje en el nivel universitario, mientras que el 50% lo hacía en el nivel superior no universitario. Uno de los seis encuestados además trabajaba en la formación de profesores. Aquí, cabe aclarar que un mismo profesor puede desempeñarse en más de un nivel educativo, es por ello que las frecuencias suman más del 100%.

En relación con la enseñanza de la estadística, cinco de los seis profesores encuestados (83%) indicaron que la imparten. Entre las razones que justifican esta elección, algunos destacan su importancia para la ciudadanía (considerada fundamental

para la alfabetización científica y la interpretación crítica de la información), otros su valoración personal (expresaron su afinidad por la estadística y su transversalidad) y la inclusión de contenidos estadísticos en el currículo de diferentes niveles educativos. Sólo un profesor manifestó que trabaja en el ciclo básico del nivel secundario en el que los contenidos se centran en álgebra y geometría, por lo que no enseña estadística.

También se les preguntó si durante los últimos tres años realizaron alguna capacitación, formación y/o actualización relacionada con Estadística o con Educación Estadística. El profesor que no enseña estadística tampoco realizó ninguna capacitación y los restantes encuestados indicaron haber participado en diversas instancias de formación, motivados principalmente por la necesidad de mejorar la significatividad de los aprendizajes de sus estudiantes, superar las limitaciones de su formación inicial en el profesorado, adquirir herramientas didácticas específicas para la enseñanza de la estadística y mantenerse actualizados en su área de desempeño.

El Cuestionario 2 fue respondido por un grupo de once profesores y al igual que en el Cuestionario 1, la experiencia en la docencia es variada. Al momento de responder el cuestionario, tres de ellos tenían hasta un año de antigüedad, mientras que el 36% tenían entre cuatro y ocho años de experiencia. El 18% de los profesores, entre diez y once años de antigüedad, uno con quince años y otro contaba con una trayectoria de treinta años en la docencia. En relación al nivel educativo en el que se desempeñaban, todos los docentes lo hacían en el nivel secundario, mientras que el 45% también lo hacía en el nivel universitario y el mismo porcentaje en el nivel superior no universitario. Solo uno de los encuestados se dedicaba a la formación de profesores. La mayoría, el 73%, indicó que enseñaba estadística al momento de responder el cuestionario. Entre las razones que justifican su enseñanza, se destaca la importancia que le otorgan a esta disciplina. Muchos profesores señalan que la estadística forma parte del currículo escolar y es un eje

curricular en diferentes niveles educativos, además de vincularse estrechamente con contenidos de otras asignaturas de la educación secundaria. Asimismo, enfatizan su importancia para que los estudiantes puedan leer, interpretar y analizar críticamente la información que circula en los medios de comunicación, previniendo así el uso de información falsa o sesgada. También se destaca su potencial para el aprendizaje basado en proyectos, al ser una ciencia transversal que permite abordar diferentes temáticas de manera interdisciplinaria.

En cuanto a la formación en estadística, el 67% de los profesores realizó algún curso de estadística en los últimos tres años, mientras que el resto no lo hizo. Entre los motivos expresados por quienes sí se capacitaron, se destacan la necesidad de complementar su formación académica, superando la visión tradicional centrada en fórmulas y cálculos; el deseo de fortalecer el "sentido de prevención" en los estudiantes, brindándoles herramientas para analizar críticamente la información y evitar sesgos; la búsqueda de nuevas estrategias de enseñanza y el enriquecimiento a través del intercambio con otros profesores; el interés personal en la materia, reconociendo su utilidad en la vida diaria; y la participación en instancias de formación específicas, como postgrados en estadística aplicada (UNC) y jornadas de educación estadística (FHUC - UNL).

3.5. Instrumento de recolección de datos

Como mencionamos antes, para la recolección de datos se diseñaron dos versiones de cuestionarios que incluyeron cuatro tareas cada uno, diseñadas exclusivamente para esta investigación, con excepción de la Actividad 3 del Cuestionario 2, que es una adaptación de Tauber (2021). La primera y la última actividad, coinciden en ambos cuestionarios y se basan en pensarse como “Estadístico por un mes”. Ambos formatos de cuestionarios se presentan de manera completa en el Anexo 1.

La decisión de realizar dos versiones distintas de cuestionarios, con actividades diferentes, se debió a que nuestro objetivo no era realizar una comparación entre los dos grupos, sino obtener diferentes respuestas para analizar los razonamientos de los docentes en diversas situaciones. En este sentido, la variedad de actividades nos permite obtener una comprensión más acabada de los modos de razonamiento estadístico de los profesores, generando diferentes lecturas a partir de distintos gráficos. Por este motivo, las actividades 2 y 3 de cada cuestionario no tienen ninguna relación entre sí en cuanto a contenido ni a los gráficos propuestos, lo que enriquece el análisis y captura la complejidad de los procesos de razonamiento estadístico en diferentes contextos y situaciones.

En la primera tarea, se pide que el sujeto responda, de manera lo más clara y extensa posible, cómo haría para obtener los datos solicitados, a quién y qué organismos consultaría para conocer la variación en la propagación del virus COVID-19, en la provincia de Santa Fe, durante un mes determinado. En este caso, se realiza una pregunta abierta, que tiene como objetivo indagar sobre las ideas que utilizan o ponen en relación los encuestados, al tener que pensar en los procesos de toma de datos y/o en el diseño que se debería considerar para obtener esos datos.

La última actividad, invita a reflexionar sobre la respuesta dada en la Actividad 1, luego de haber realizado las demás actividades. Se solicita que indiquen si cambiarían, agregarían o tomarían las mismas decisiones planteadas al comienzo. En este sentido, se espera recabar evidencia sobre las reflexiones que realiza el encuestado sobre sus propias decisiones, las cuales pueden verse influidas por el análisis de información que debe realizar en las dos actividades intermedias.

Dado que el instrumento se envió por mail, que los encuestados tenían un tiempo prolongado (una semana aproximadamente desde la fecha de envío) para responder el

cuestionario y que lo hacían desde una computadora, celular o dispositivo con acceso a Internet, esperábamos que los sujetos evidencien una búsqueda de información relacionada con los datos sobre la propagación del virus, ya sea en páginas web de sitios oficiales o que pudieran considerar diferentes variables. Asimismo, se esperaba que reflexionaran sobre el proceso de diseño de la muestra y de la toma de datos, así como en la fiabilidad de los datos que podrían obtenerse a través de dicho proceso estadístico. Además, si no lo tuvieron en cuenta al comienzo, volver a pensar no solo en los modos de recolección de datos, sino también en la manera de analizarlos para poder cumplir con el estudio solicitado. Estas anticipaciones permitirían brindar información de relevancia sobre los modos de razonamiento que los encuestados ponen en juego efectivamente.

Para las Actividades 2 y 3 de cada cuestionario, los sujetos deben leer y analizar información gráfica relacionada al COVID-19, publicada en medios de comunicación. Aquí, proponemos dos actividades diferentes para cada formato de cuestionario (Ver Anexo 1), las cuales describimos brevemente a continuación.

En el Anexo 5 se puede encontrar un resumen de los contenidos desarrollados en cada una de las actividades. La lista de estos constructos se realizó considerando las ideas de Batanero et al. (2021), y las IEF expuestas en capítulos anteriores.

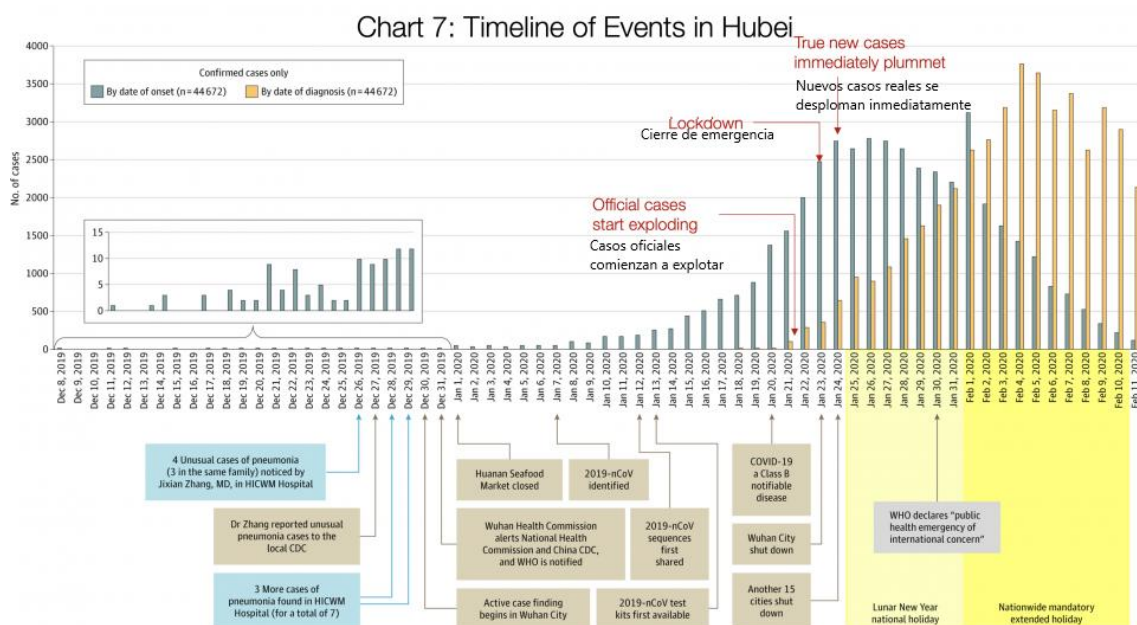
3.5.1. Contenido particular del Cuestionario 1

En el Cuestionario 1, la Actividad 2, presenta en un mismo resumen (Figura 7), dos series de tiempo, representadas a través de gráficos de barras simples. Si bien los gráficos de barras son más comúnmente utilizados para variables categóricas, en este caso se emplean para analizar la tendencia de una variable cuantitativa (número de casos) a lo largo del tiempo, lo que podría servir para hacer predicciones o tomar decisiones respecto de la evolución de casos (Mendenhall, et. al. 2006). En estos gráficos, se puede observar

la propagación del virus en la provincia china de Hubei, mostrando el número diario de casos desde que se detectó el primer paciente con coronavirus y el número de casos diarios de coronavirus según fecha de diagnóstico, desde diciembre de 2019 hasta febrero de 2020. A partir de una serie de preguntas, se invita a los encuestados a reflexionar sobre la información presentada, y se les solicitó tomar decisiones, no solo basadas en los datos sino en las comparaciones e integración del contexto propuesto.

Figura 7.

Series de tiempo presentadas en la actividad 2 del Cuestionario 1



Nota: Pueyo (2020) <https://www.pagina12.com.ar/253133-coronavirus-por-que-tenemos-que-actuar-ahora>.

Aclaración referida a la Figura 7: Se decidió no añadir, en los formularios de Google, el enlace del diario donde se extrajeron los gráficos, porque nos interesaba saber lo que los profesores lograban interpretar únicamente con la información del gráfico, de manera que no se vieran influenciados por lo que comentaba o concluía el artículo del periódico.

La Actividad 3, requiere de la interpretación de un gráfico de burbujas (Figura 8), que presenta la comparación de tres modelos basados en la restricción de los viajes diarios en China, según si no se reducen los viajes o si lo hacen en un 40% o en un 90% respectivamente. El tamaño de las burbujas indica la incidencia diaria por cada 1.000 personas en China, excluyendo Wuhan. Con esta actividad buscamos que los profesores puedan realizar una predicción de la tendencia en el retraso en la propagación comparando los tamaños de las burbujas y considerando el porcentaje de reducción de viajes.

Figura 8.

Gráfico de burbujas presentado en la actividad 3 del Cuestionario 1



Nota: Pueyo (2020) <https://www.pagina12.com.ar/253133-coronavirus-por-que-tenemos-que-actuar-ahora>

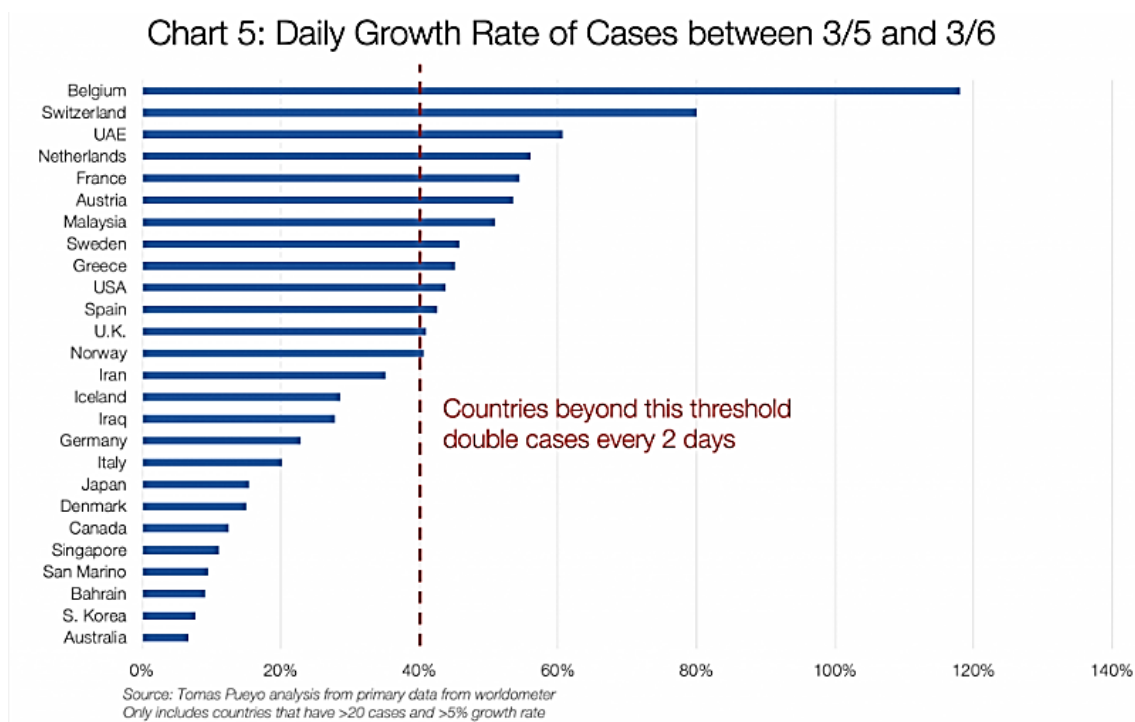
3.5.2. Contenido particular del Cuestionario 2

La Actividad 2 de esta segunda versión de cuestionario, presenta un gráfico de barras horizontales (Figura 9), en el que se describe la tasa de crecimiento diario de casos, entre el 5 de marzo y el 6 de marzo, para distintos países. En el mismo gráfico, se observa una línea de puntos vertical que corresponde al 40% de crecimiento diario y una leyenda a su lado diciendo: “Los países que superan este umbral duplican los casos cada dos días”. El encuestado debe realizar una predicción sobre cómo se esperaría que fuera la tasa de crecimiento para cada país y que pueda describir el gráfico utilizado para resumir

la tendencia durante una semana. Aquí, se deben leer los datos ofrecidos por el gráfico para identificar los países en los que la tasa de crecimiento se mantendría igual y para los que se duplicaría su tendencia. Pero, además, al pedir que imaginen y describan un nuevo gráfico, deben realizar cálculos matemáticos, y para ello, deben conocer cómo obtener la tasa de crecimiento (o buscar previamente esa información).

Figura 9.

Gráfico de barras simples presentados en la actividad 2 del Cuestionario 2



Nota: Pueyo (2020) <https://www.pagina12.com.ar/253133-coronavirus-por-que-tenemos-que-actuar-ahora>

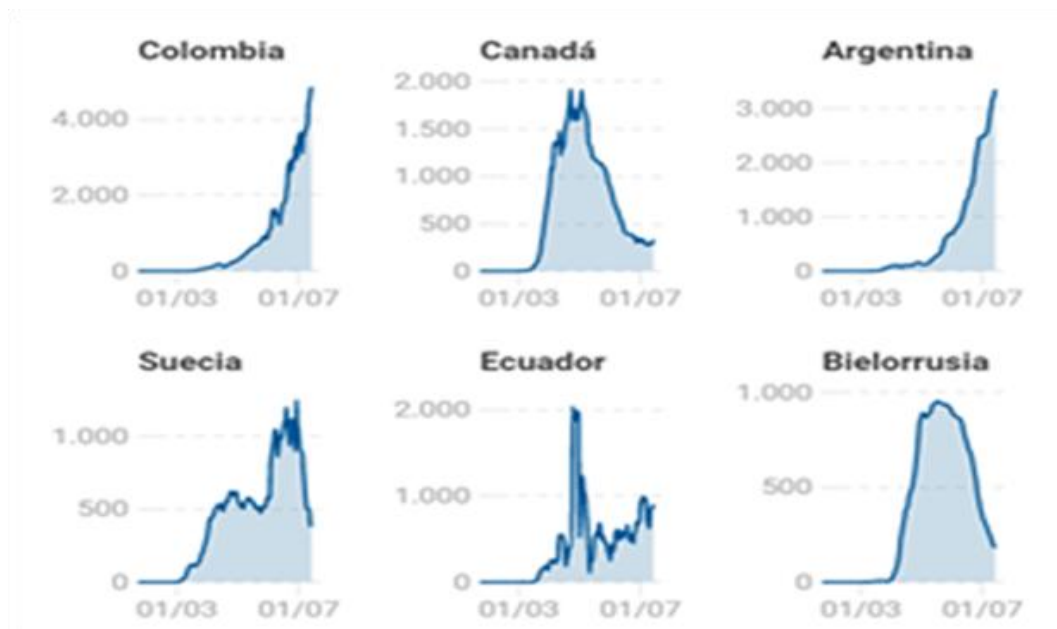
La Actividad 3, presenta dos gráficos (Figuras 10 y 11), una serie de tiempo y una distribución de frecuencias relativas, relacionados al COVID-19. En esta tarea se presentan dos partes.

Por un lado, se pide que seleccionen el tipo de distribución que representa cada gráfico y que justifiquen la elección. Se espera que puedan diferenciar un gráfico asociado a una serie de tiempo, de un histograma asociado a una distribución de frecuencias, a

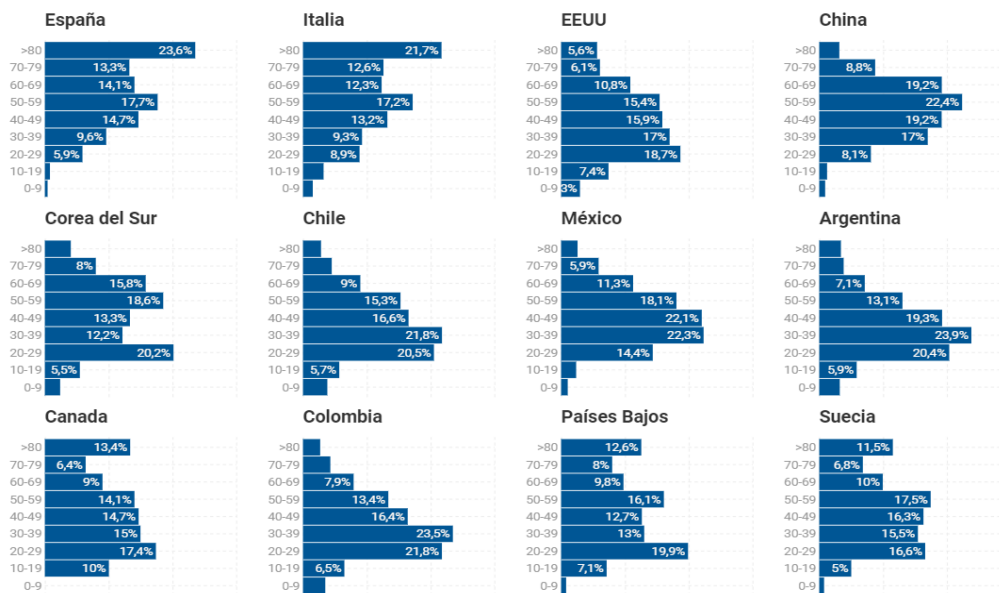
partir de la lectura de la información presente en cada uno, como, por ejemplo: tipo de variable, título, valores en los ejes, variación o variabilidad, entre otros. Por otro lado, observando el gráfico de la Figura 10, deben realizar una comparación del comportamiento en la variación de la cantidad de nuevos casos diarios, confirmados al 1 de julio de 2020, en Colombia, Ecuador y Argentina y expresar, en un titular de 10 palabras, lo más importante de la comparación anterior, indicando los motivos por los que eligen ese titular. Esta parte de la actividad requiere ser concisos con el titular elegido, pero al mismo tiempo que esas palabras puedan expresar la información más relevante que se observa en el gráfico. Es una manera distinta de resumir lo observado y evidencia una lectura que va más allá de los datos (Friel et al., 2001), integrando el contexto y realizando comparaciones.

Figura 10.

Series de tiempo del número de nuevos casos diarios de COVID-19 confirmados, según país, al 1 de julio de 2020



Nota: El Diario (España)

Figura 11.*Porcentaje de casos confirmados por país al 17 de marzo de 2021**Nota:* El Diario (España)

Todas las preguntas que forman cada una de las actividades, estuvieron pensadas y diseñadas de tal manera que permitieran recabar información sobre los distintos razonamientos estadísticos que podían surgir al resolver actividades que implican lectura, análisis y toma de decisiones basadas en información estadística. Además, en aquellas que requieren la lectura, análisis e interpretación de información gráfica (Actividades 3 y 4 de ambos cuestionarios), también se buscó recabar información sobre los niveles de comprensión gráfica.

3.6. Técnicas de análisis de datos

Siguiendo a Hernández Sampieri et al. (2014), la recolección de datos se ha basado en el análisis de documentos, registros, materiales y artefactos. Más precisamente, se realiza el análisis de documentos grupales enunciados por estos autores, ya que los datos de interés han sido las respuestas de los sujetos de estudios. Estos datos se obtuvieron a

partir de las resoluciones a las tareas incluidas en las dos versiones del instrumento, constituyendo estas respuestas nuestro material de análisis. En este caso, las resoluciones se obtienen de manera virtual a través de las respuestas del formulario Google.

Siguiendo a estos autores, en nuestra investigación, las unidades de análisis son las prácticas argumentativas, declaradas en sus respuestas por los profesores de Matemática en ejercicio.

En cuanto al análisis de datos, se ha utilizado la técnica de análisis de contenido, delimitada por Verma y Mallick (1999). Tal como manifiestan las autoras, este análisis objetivo y sistemático del contenido, que hemos encontrado en las respuestas a las tareas propuestas, nos permite analizar la información documental. En este proceso de análisis de los datos, el sistema empleado para categorizar el contenido de las respuestas son los tipos de razonamiento (Garfield, 2002) y los niveles de comprensión gráfica, que han sido adaptados de García-García et al. (2020), los cuales se han delimitado en el marco referencial.

Se realizaron dos tipos de análisis de contenido. El primero, se basó en un análisis previo de ambas versiones del instrumento. Para ello, primero se ensayaron respuestas esperadas a cada actividad y, a partir de las mismas, se describieron cuáles son los tipos de razonamiento que se espera que surjan de las respuestas. De esta manera, se pudo identificar, para cada actividad contenida en cada versión del instrumento, el tipo de razonamiento predominante. Además, en las actividades que están centradas en el análisis de información gráfica, también se buscó identificar el nivel de comprensión gráfica que cada tarea (o cada parte de la tarea) exige. Este tipo de análisis, permite realizar una valoración de la validez de contenido que tiene el instrumento y, a su vez, mostrar indicadores esperados, los cuales serán contrastados una vez analizadas las respuestas de los sujetos.

El segundo análisis de contenido, se basa justamente en las respuestas o resoluciones brindadas por los sujetos de estudio. Siguiendo la categorización enunciada en el marco referencial, se leyeron las respuestas, se identificaron las unidades de análisis principales y, a partir de ellas, se infirieron los indicadores de razonamiento y de comprensión gráfica. En una segunda etapa, se comparó este análisis con el análisis previo, de manera de poder identificar el grado de completitud de las respuestas con base en lo que se esperaba. Esa comparación permitió validar o no, el nivel de razonamiento y de comprensión gráfica asignado a cada sujeto.

De este modo, en el Capítulo 4, reproducimos el análisis previo asociado a las actividades de ambos formatos del cuestionario. Asimismo, en el Capítulo 5, realizamos el análisis de las respuestas que los sujetos brindaron a dichas actividades.

3.7. Conclusiones del Capítulo 3

Presentamos los objetivos de la investigación y el enfoque general que utilizamos para alcanzar dichos objetivos. Se presentaron las fases de investigación, a saber:

1. Indagación bibliográfica
2. Elaboración del instrumento
3. Análisis previo del instrumento
4. Aplicación del instrumento y análisis de las respuestas.

También se presentó los sujetos participantes y se explicitó el proceso de construcción de cada uno de los cuestionarios implementados con la descripción de las actividades contenidas en cada uno.

Finalmente, se describieron las técnicas de análisis de datos utilizadas para el análisis de contenido.

CAPÍTULO 4.

CARACTERIZACIÓN PREVIA DEL INSTRUMENTO

4.1. Introducción

Con el fin de cubrir el primer objetivo específico planteado, en este capítulo, se realiza el análisis de contenido previo de las actividades propuestas en las dos versiones del instrumento. El análisis de contenido realizado, busca identificar los razonamientos estadísticos que, en cada ítem de las actividades, serían necesarios poner en relación para dar una respuesta bien fundamentada y que integre los distintos conceptos estadísticos que surgen de la información presentada (en los ítems que se basan en información publicada) o de la información que sería necesaria para tomar una decisión. Los resultados obtenidos de este análisis nos permitieron realizar la evaluación de la validez de contenido de los instrumentos que se resume en la sección 4.2.

Siguiendo a Piñuel Raigada (2002), el objetivo básico de un análisis de contenido, es tomar un documento oral o escrito no cuantitativo, identificar las categorías y/o

unidades de análisis apropiadas y luego transformarlo en datos. La identificación de tales unidades del análisis se realizó en función de la elaboración de respuestas esperadas y la identificación en esas respuestas de los niveles de razonamiento que las mismas exigen. Esta identificación sirvió de base para que, una vez obtenidas las respuestas de los sujetos, se pudiera hacer una comparación de las respuestas brindadas por los sujetos con las esperadas y así, identificar cuáles han sido los niveles de razonamiento alcanzados efectivamente por los profesores y, a su vez, integrar con el nivel de comprensión gráfica que declaran.

4.2. Análisis de contenido previo basado en las actividades propuestas en el instrumento

En el Cuadro 1, se comparte el contenido de la Actividad 1, la cual se incluye en ambos formatos del instrumento. Dado que esta actividad no está ligada directamente con la lectura e interpretación de información gráfica, para el análisis de contenido, sólo se consideran los tipos de razonamientos, según Garfield (2002), que podrían surgir al dar respuesta a las preguntas planteadas.

Cuadro 1

Actividad 1: “Estadístico por un mes” (ambos cuestionarios)

El objetivo de esta actividad y de las que siguen es obtener información sobre las maneras en las que se puede leer la información. Por favor, te pedimos que te expliques todo lo que puedas en relación con cada pregunta. ¡Gracias!

Actividad 1. “Estadístico por un mes”

Suponiendo que, en octubre de 2020, te hubieran contratado para realizar un estudio estadístico sobre la variación en la propagación del virus COVID-19, en la provincia de Santa Fe. ¿Cómo lo hubieras hecho? ¿A quiénes habrías consultado para obtener los datos necesarios? ¿Qué le habrías preguntado?

Nota: Contenido de la Actividad 1 obtenido del Anexo 1

4.2.1. Análisis de contenido sobre tipos de razonamientos asociados a respuestas esperadas para la Actividad 1

En la segunda columna de la Tabla 2, se ejemplifican posibles respuestas en las que predomina cada tipo de razonamiento, tomado de Garfield (2002), y se explican las características del razonamiento que se podría evidenciar en las mismas. Las respuestas esperadas se escriben en cursiva en la segunda columna y al pie de la tabla, se escribe la respuesta esperada asociada al Tipo de razonamiento integrado al proceso, la misma no se incluye en la tabla por su extensión.

Tabla 2.

Respuestas esperadas según tipos de razonamientos

Tipos de razonamientos	Respuestas esperadas
1) <i>Razonamiento idiosincrático.</i> Cuando se conocen algunas palabras y símbolos estadísticos y se los utiliza, pero sin entenderlos completamente o cuando se los aplica incorrectamente y sin relacionarlos con la información disponible.	<p><i>Se podría considerar el informe matutino que brinda el Ministerio de Salud de la provincia.</i></p> <p>Se identifica dónde conseguir información, pero no se realiza una valoración de la confiabilidad de la misma ni se presentan relaciones entre los datos que podría conseguir y el procedimiento de análisis de los mismos para obtener una conclusión.</p>
2) <i>Razonamiento verbal.</i> En este caso, se observa que las personas conocen verbalmente los conceptos, pero no pueden aplicarlos a los problemas o contextos.	<p><i>Tomo en cuenta los datos que informan en la radio respecto a la cantidad de infectados por día y eso ya brindará información sobre cómo se propagan los casos.</i></p> <p>Se considera un medio del cual se puede tomar la información, aunque no se valora la confiabilidad del mismo ni la actualización de los datos y si bien se considera una variable que podría ser adecuada, no se logra integrar las distintas dimensiones de un proceso de toma de datos y análisis estadístico.</p>
3) <i>Razonamiento transicional.</i> Se da cuando alguien es capaz de identificar correctamente uno o dos elementos de un proceso estadístico, pero no logra integrarlos totalmente.	<p><i>Podría considerar los datos diarios que brinda Ministerio de Salud de la provincia, registrar los casos y calcular la propagación a partir de ellos.</i></p> <p>Si bien se identifica un organismo oficial que puede brindar datos adecuados, no se valora la confiabilidad de los mismos o no se considera el tipo de metodología utilizada y no logra integrar esto a un proceso de análisis estadístico.</p>
4) <i>Razonamiento procedimental.</i> Cuando se logra identificar los	<i>Podría considerar los datos diarios que brinda Ministerio de Salud de la provincia, registrar los casos y calcular la</i>

elementos de un concepto o proceso estadístico, pero no se logra integrar totalmente esos elementos o entender el proceso en su conjunto.	<p><i>variación porcentual entre el último y el primer día del mes.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Si bien se identifica un organismo oficial que puede brindar datos adecuados, no se considera el tipo de metodología a utilizar. ▪ Se considera una variable y una medida estadística adecuadas, aunque esta última se concibe de una manera procedimental y restringida solo al primero y último día del mes.
5) <i>Razonamiento integrado del proceso.</i> Se da cuando se entiende por completo un proceso estadístico, coordinando adecuadamente sus elementos. Además, se integran distintos significados del lenguaje estadístico y se pueden explicar los procesos utilizando ese lenguaje.	<p>Al pie de esta Tabla se enuncia una respuesta esperada asociada con este tipo de razonamiento. En ella se observan las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se considera la posibilidad de tomar datos de un organismo oficial que es quien informa la metodología de medición. Se analizan las formas en las que se toman los datos y se consideran alternativas para validar dichos datos. ▪ Se consideran distintas variables que pueden brindar explicación a distintos aspectos del problema. ▪ Se observa una comprensión integrada del proceso estadístico que implica este tipo de estudios cuando menciona alternativas metodológicas para el diseño muestral. ▪ Se tiene en cuenta algunos tipos de análisis estadísticos que podrían aplicarse a los datos obtenidos, permitiendo reflexionar sobre la información que podrían aportar los resúmenes considerados. ▪ Se evidencian cuestionamientos sobre la primera forma de analizar la variación y se considera alternativas para obtener información más detallada, con lo cual piensa en otras alternativas del diseño muestral. ▪ Se evidencia conocimiento del lenguaje estadístico y se ensaya una explicación de los procesos utilizando ese lenguaje (Sánchez, 2010).

Nota: Elaboración propia

Respuesta esperada asociada con el *Razonamiento integrado del proceso*

Si me contrataran para analizar lo que sucedió en la provincia de Santa Fe, en el mes de octubre del 2020, respecto a la propagación del coronavirus, como primera acción, consultaría en las páginas oficiales, los registros realizados durante el periodo solicitado. Por ejemplo, en la página web oficial del gobierno de la provincia de Santa

Fe, se expresan los casos nuevos confirmados por localidades en un día determinado, los que son otorgados por el Ministerio de Salud de Santa Fe, a través de la Dirección Provincial de Epidemiología. En esta página, además se detallan los casos totales confirmados, el total de casos desde el comienzo de la pandemia hasta la fecha que se indique, de éstos se presentan los casos que fueron confirmados por criterio clínico-epidemiológico y por laboratorio. También, se detallan la cantidad de fallecidos en el día y el total de registros de fallecidos hasta la fecha, cuya causa originaria o causa básica de muerte es “Enfermedad por Coronavirus Covid-19”. A su vez, los casos recuperados, los activos y los internados, sobre los que se distingue entre pacientes internados en terapia intensiva, con asistencia respiratoria mecánica y sala general. Por último, se detallan los registros totales y de esos, los que fueron descartados.

<https://www.santafe.gob.ar/ms/covid19/partes-e-informes-diarios/>

Para analizar la variación en la propagación del virus, consideraría el número diario de contagios, confirmados desde el 1° al 31 de octubre de 2020, según el informe del Ministerio de Salud de Santa Fe y dado que, la metodología de la toma de datos fue variando desde el inicio de la pandemia, para corroborar la información brindada por el Ministerio, me comunicaría con los centros de salud, tanto públicos como privados (laboratorios y centros de salud donde se realizan los hisopados) para realizar una valoración de posibles modificaciones en los cálculos necesarios en el caso que se haya modificado la metodología de medición.

Para poder realizar, además, un estudio comparativo entre las diferentes regiones de la provincia, se podría dividir a la misma, por ejemplo, en departamentos, y analizar en cada uno de ellos, la proporción de casos diarios confirmados.

A su vez, para realizar una comparación más exhaustiva debería averiguar en cada departamento y/o ciudad santafesina los protocolos vigentes, así como también la

forma de contabilizar los casos positivos, debido a que hubo periodos en los que se contabilizaban no solo los hisopados positivos, sino también los contactos estrechos.

Otra manera de realizar el análisis solicitado, podría ser considerando días al azar en el período correspondiente al mes de octubre y de esos días, hacer la búsqueda antes mencionada. Este caso podría llevarse a cabo si el tiempo de recolección fuera reducido, puesto que la provincia de Santa Fe cuenta con diecinueve departamentos y con trescientos sesenta y cinco comunas y municipios, en una extensión de 133.007 km² y con una gran diversidad en términos de cantidad de habitantes en sus departamentos, así como también en el aislamiento y en la circulación de personas que podría afectar a la propagación del virus. Por esta razón, también se podría dividir a la provincia por regiones (actualmente cuenta con cinco regiones) y de ellas tomar al azar, localidades de distinto tamaño según cantidad de habitantes, para recolectar la proporción de casos de COVID 19 confirmados, durante todo el mes de octubre de 2020.

Una vez decidido el método con el que se tomarán los datos, se podrían utilizar diversos análisis exploratorios para describir la variación observada en el número de casos de COVID-19 en la provincia de Santa Fe. Dichos análisis pueden ser diversos, desde el uso de gráficos de barras, de líneas, de dispersión (Por ejemplo: considerando cantidad de infectados y cantidad de habitantes del departamento o ciudad) medidas estadísticas, cálculo de variaciones porcentuales para cada departamento de la provincia, entre otros. Estos análisis permitirían describir de qué forma se ha dado la propagación en cada región de la provincia durante el mes solicitado.

4.2.2. Análisis de contenido sobre tipos de razonamientos y niveles de comprensión gráfica asociados a respuestas esperadas para la Actividad 2 – Cuestionario 1

En el Cuadro 2, se presenta el contenido de la Actividad 2 presentada en el Cuestionario 1. La misma está basada en la lectura e interpretación de dos series de tiempo que presentan el comportamiento asociado al número de casos oficiales, informados en la provincia china de Hubei y al número de casos reales.

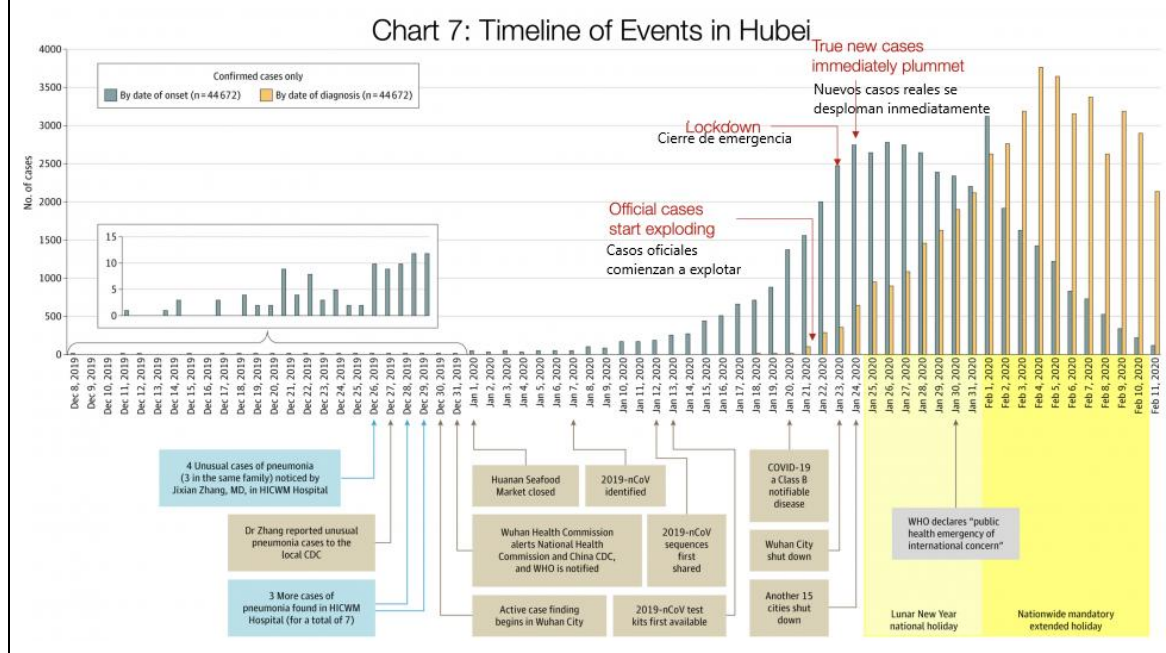
De manera particular, el análisis de contenido se centra en identificar las posibilidades de realizar: una lectura directa de la información presentada en los gráficos (ítem a), un análisis de tendencias y comparación entre los datos de las series de tiempo consideradas (ítem b) y una estimación y predicción basadas en el comportamiento de las series de tiempo (ítem c).

Cuadro 2

Actividad 2 (cuestionario 1)

En el Gráfico 1 se resumen los casos diarios de coronavirus, que ocurrieron en la provincia china de Hubei, desde el inicio de la propagación (9 diciembre de 2019) hasta el 11 de febrero de 2020. Los datos se discriminan según el número oficial de casos diarios (barras amarillas) y el número de casos reales diarios de coronavirus (barras grises).

Gráfico 1. Casos diarios en Hubei



Fuente: Pueyo, T. (2020) Chart 7: Timeline of Events in Hubei. (Gráfico 7: Línea de tiempo de eventos en Hubei) [Gráfico estadístico] Recuperado de <https://www.pagina12.com.ar/253133-coronavirus-por-que-tenemos-que-actuar-ahora>

- a. *El 21 de enero, el número de nuevos casos diagnosticados (amarillo) se dispara: se registran alrededor de 100 casos nuevos. Dos días después, las autoridades aislaron la ciudad de Wuhan. ¿Cuántos casos diagnosticados había al momento de tomar esa decisión?*
- b. *A partir del aislamiento (Lockdown en el gráfico) de varias ciudades, ¿cómo varió el número de casos diagnosticados? ¿Y el de casos reales?*
- c. *¿Por qué a pesar de que se aislaron las ciudades, los casos diagnosticados continuaron en aumento? ¿Qué significa que al 31 de enero los casos reales coinciden con los diagnosticados?*

Nota: Elaboración propia

En este caso, se ha elaborado una respuesta esperada lo más completa posible, que llamaremos “respuesta modelo”, porque con ella se intenta ejemplificar qué elementos se deberían tener en cuenta para responder a cada consigna. Esto permite reflexionar sobre qué razonamientos podrían estar implícitos en toda la Actividad 2. Además, como las consignas planteadas en los distintos ítems, se basan en información gráfica publicada en un informe, se hace fundamental identificar y describir cuáles podrían ser los niveles de comprensión gráfica implicados. A modo de síntesis, en la Tabla 3 se detallan los niveles de comprensión gráfica y razonamientos asociados con cada ítem. Cabe resaltar que, todas las respuestas esperadas se expresan en letra cursiva.

Respuesta posible o esperada a la Actividad 2. Ítem a. *Para el 23 de enero de 2020, se pueden contabilizar desde el gráfico 1, aproximadamente 350 casos diarios diagnosticados y 2500 casos diarios reales.*

Tipo de razonamiento asociado al ítem 2.a: dado que esta consigna solo requiere identificar elementos específicos, en este caso, requiere que el sujeto reconozca los datos de un día determinado, para dar una respuesta adecuada, se requeriría de un *razonamiento procedimental*.

Nivel de comprensión gráfica asociado al ítem 2.a: Dado que la respuesta implica la lectura de valores extraídos del gráfico y del reconocimiento de las variables implicadas (cantidad de casos reales por día y cantidad de casos diagnosticados por día), para este ítem se espera un *nivel de comprensión gráfica 1-2. Leer datos*, que implica la lectura literal o básica de datos y de variables.

Respuesta posible o esperada a la Actividad 2. Ítem b. *A partir del aislamiento de varias ciudades, en ambas series de tiempo, es posible observar que los casos siguieron en aumento. El número de casos diarios diagnosticados aumentó más del triple, ya que el 23 de enero de 2020, se registraron 350 casos diarios, siendo que el 21 de enero, se observaron 100 casos aproximadamente. En cuanto a los casos diarios reales, del 21 de enero al 23 del mismo mes, el aumento se dio en un 56% aproximadamente, de 1600 casos se llegó a 2500.*

Tipo de razonamiento asociado al ítem 2.b: En este caso también la consigna provoca un *razonamiento procedimental*, pero a diferencia del ítem a, requiere identificar e integrar mayor cantidad de elementos, algunos de los cuales están presentes en la información gráfica y otros, se deben calcular o estimar.

Nivel de comprensión gráfica asociado al ítem 2.b: En este caso, se requiere un Nivel 2. *Leer dentro de los datos*, ya que implica la realización de algunos cálculos para obtener las variaciones porcentuales en determinados periodos para ambas series de tiempo (calculadas a partir de la lectura de los datos correspondientes presentados en el gráfico). Asimismo, implica la comparación de las series de tiempo en el periodo bajo análisis.

Respuesta posible o esperada a la Actividad 2. Ítem c. *El 30 de enero de 2020, se declara emergencia sanitaria y se observan aproximadamente 2300 casos diarios*

reales y 1800 casos diarios diagnosticados. Desde el 21 de enero hasta el 4 de febrero de 2020, los casos diagnosticados continuaron aumentando (de 100 casos diarios diagnosticados se llegó a 3750).

Los casos diarios reales siguieron en aumento hasta el 24 de enero, fecha en la que llegaron a 2750 casos. En ese momento, se cerraron otras quince ciudades por lo que los casos diarios reales comenzaron a descender (desciende un 80% aproximadamente), llegando el 31 de enero, a valores muy cercanos a los casos diarios diagnosticados (2200 casos diarios reales y 2100 casos diarios diagnosticados).

Para el 1° de febrero, se registró un aumento del 40% en los casos diarios reales y de un 23% en los casos diarios diagnosticados. Esto pudo deberse al aislamiento de varias ciudades una semana antes. Luego de esa fecha, los casos diagnosticados comenzaron a aumentar (del 1° al 4 de febrero aumentó en un 44% aproximadamente y hasta el 12 de febrero, tuvo variaciones, descendiendo nuevamente un 44% y quedando en 2100 casos diagnosticados aproximadamente) pero, los casos reales fueron descendiendo hasta el último registro del 12 de febrero, donde hubo tan solo 100 casos reales. (Descendió en un 97% aproximadamente). Esto pudo deberse a que comenzaron a aparecer los síntomas en las personas, ya que la Organización Mundial de la Salud (OMS) estipula que: “el tiempo desde la exposición al COVID-19 hasta el momento en que comienzan los síntomas es, en promedio, de 5 a 6 días y puede variar de 1 a 14 días. Es por eso que, se recomienda a las personas que han estado expuestas al virus que permanezcan en casa y se mantengan alejadas de los demás durante 14 días, para evitar la propagación del virus, especialmente donde las pruebas no están fácilmente disponibles” (<https://www.who.int/news-room/q-a-detail/coronavirus-disease-covid-19>). Al haber cerrado todos los lugares y bajar la circulación de personas, también lo hizo la circulación del virus y por ese motivo los casos reales comenzaron a bajar.

Tipo de razonamiento asociado al ítem 2.c: Dado que, para dar una respuesta completa a este ítem se hace necesario poner en relación distintos elementos del proceso estadístico, algunos de los cuales provienen de la lectura directa del gráfico, otros de realizar cálculos basados en esas lecturas y/o realizar comparaciones y estimaciones. Asimismo, la consigna exige realizar una vinculación entre distintas lecturas, cálculos, análisis de tendencias desde el gráfico y relaciones con información adicional que es necesaria para poder comprender las variaciones contundentes que ocurrieron en determinadas fechas. Para esto último, se hace necesario el conocimiento de que atrás de los datos tomados, hay una metodología y cierta toma de decisiones asociadas, que permiten explicar las variaciones observadas y expresadas en la información gráfica. En consecuencia, este ítem requiere de un *razonamiento integrado del proceso*.

Nivel de comprensión gráfica asociado al ítem 2.c: Para este ítem se hace imprescindible una comparación de las variaciones y tendencias, también requiere del cálculo de variaciones porcentuales que permitan fundamentar los aumentos o disminuciones observadas para cada serie de tiempo. Asimismo, se requiere de la explicación de las variaciones a través de las relaciones con significados contextuales asociados a la toma de decisiones que se fue realizando en algunos momentos, para ello es necesario relacionar también con metodologías brindadas en información externa al gráfico, más específicamente por la OMS. En consecuencia, todo este análisis, en parte requiere de: lectura de datos a partir del gráfico (*Nivel 1-2. Lectura literal*), comparación de variaciones que implican cálculos (*Nivel 2_2. Comparativo*), predicción de tendencias basadas en los cálculos realizados (*Nivel 3_3. Predicción de tendencias o valores*), integración con el contexto y análisis de la fiabilidad de los datos, formulación de posibles hipótesis explicativas (*Niveles 4_4 y 4_5. Integración con el contexto*).

Tabla 3
Niveles de comprensión gráfica asociados a la Actividad 2 (Cuestionario 1)

Ítem actividad 2	Nivel de comprensión gráfica asociado	Componente característico
Ítem a	Nivel 1_2. Lectura literal	Lectura literal de la información/situación o resumen: lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.
Ítem b	Nivel 2. Leer dentro de los datos. Subcategoría 2_2. Comparación con cálculos adicionales	Se realizan comparaciones entre los datos de la tabla o gráfico. Se identifica el mayor (menor) porcentaje o valor. Aumentos (o disminuciones) fundamentados con valores obtenidos de la información. Se realizan cálculos.
Ítem c	Nivel 1-2. Lectura literal Nivel 2_2. Comparativo Nivel 3_3. Predicción de tendencias o valores Niveles 4_4 y 4_5. Integración con el contexto	A las características consideradas antes, se explican significados contextuales, se realiza una evaluación de la fiabilidad de los datos y/o, la forma en la que se recolectan y organizan los datos. Se leen y evalúan los datos representados en la tabla o gráfico, formulando hipótesis explicativas.

Nota: Elaboración propia basada en una respuesta “modelo” esperada

4.2.3. Análisis de contenido sobre tipos de razonamientos y niveles de comprensión gráfica asociados a respuestas esperadas para la Actividad 3 - Cuestionario 1

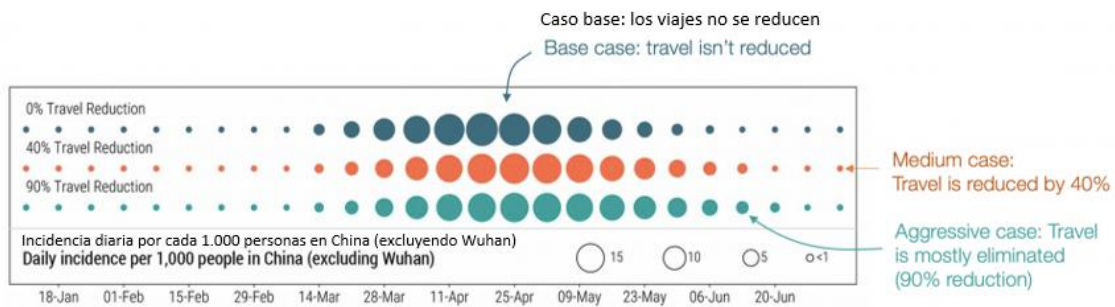
En el Cuadro 3, se presenta la Actividad 3 del Cuestionario 1. La misma, presenta un gráfico de burbujas que muestra la propagación del coronavirus en China bajo diferentes escenarios de restricciones de viaje. A partir de la pregunta planteada en esta actividad, se espera que se realice una predicción sobre una tendencia de los datos según la variación observada y se realice una lectura comparativa entre las tres situaciones presentadas.

Cuadro 3

Actividad 3 (cuestionario 1)

Actividad 3. “Analista de datos” (Parte 2)

Gráfico 2. Retraso en la propagación del Coronavirus en China, basado en las restricciones de viaje



Source: Tomas Pueyo analysis on charts and data from paper: The effect of travel restrictions on the spread of the 2019 novel coronavirus (COVID-19) outbreak, Science Magazine, <https://science.sciencemag.org/content/early/2020/03/05/science.aba9757>

Fuente: Pueyo, T. (2020) Chart 21.b: Delay in Coronavirus Spread in China Base on Travel Restrictions. [Gráfico estadístico] <https://www.pagina12.com.ar/253133-coronavirus-por-que-tenemos-que-actuar-ahora>

El Gráfico 2 está basado en un modelo creado por epidemiólogos, muestra el impacto que tuviera la prohibición de viajar a Wuhan en el retraso de la epidemia. El tamaño de las burbujas muestra la incidencia diaria por cada 1.000 personas en China, excluyendo Wuhan. La línea superior muestra los casos si no se hubiera hecho ninguna restricción. Las otras dos líneas muestran el impacto si se redujera el 40% y el 90% de viajes, respectivamente. ¿Qué conclusión podés hacer al respecto?

Nota: Elaboración propia

A continuación, se presenta la respuesta esperada para la Actividad 3 del Cuestionario 1. La misma nos permite ejemplificar qué elementos se deberían tener en cuenta para responder a la consigna.

La conclusión que podemos hacer al observar el modelo presentado en el gráfico 2, es que restringir únicamente los viajes no genera un gran impacto en cuanto a la disminución de contagios de COVID 19 ya que son muy similares las burbujas expuestas en las tres situaciones. Si hacemos un análisis exhaustivo, vemos que, para el 9 de mayo, la incidencia diaria para el caso en el que no se reducen los viajes es de aproximadamente 10000 personas mientras que en la reducción del 40% y del 90% es de 15000 aproximadamente. Pasados quince días la incidencia diaria disminuye en los tres

casos, siendo de 5000 personas en el caso base mientras que en los otros dos casos llegaría a 10000 personas. Pasadas las semanas se espera que continúe disminuyendo la incidencia de manera progresiva, llegando a principios de julio con una incidencia diaria menor a 1000 personas en los tres casos.

Tipo de razonamiento asociado a la respuesta esperada: Dado que la actividad contiene una pregunta abierta, en la que el sujeto debe sacar una conclusión respecto a lo que podría llegar a suceder si se realizaran restricciones en la reducción de viajes, se espera un *razonamiento integrado del proceso*, en el que se entiende por completo el modelo presentado y a partir de un lenguaje estadístico adecuado, se pueda dar una respuesta basada en la información, tanto del gráfico como del contexto implicado. Todo ello implica reconocer: el significado del tamaño de las burbujas, el efecto posible en la transmisión del virus al reducir la posibilidad de viajes y el número de casos. Además, todo lo anterior se debería conectar con: las variables intervinientes, las tendencias observadas y el contexto.

Nivel de comprensión gráfica asociado a la respuesta esperada: Dado que la pregunta es general, en principio se espera que el sujeto pueda hacer una lectura del gráfico, analizando el tamaño de las burbujas en cada escenario presentado y así, poder realizar una comparación entre los tres escenarios. Por esto, se espera un *nivel de comprensión gráfica 1_2. Leer datos*, que implica una lectura literal o básica de la información brindada como el título, las variables y los datos disponibles. Luego, debería ir más allá de la información, realizando una comparación basada en valores provenientes del gráfico, para poder dar una justificación de cómo incide la reducción en el número de viajes. Aquí, el *nivel de comprensión gráfica* es un *Nivel 2. Leer dentro de los datos, Categoría 2_2*, que implica la comparación y el análisis del aumento/disminución,

fundamentando con valores obtenidos del gráfico en cada una de las tres situaciones. Finalmente, la pregunta apunta a ir más allá de los datos concretos para dar lugar a una predicción integrada con el contexto. Así, el *nivel de comprensión gráfica* esperado es *Nivel 3_3. Leer más allá de los datos – Racional / Literal*, el que implica todo lo expuesto en los niveles anteriores, detectando tendencias particulares y explicando esas predicciones en términos de las características presentadas en el contexto dado.

En la Tabla 4, se presenta un resumen basado en la descripción anterior, en el que se incluye: la respuesta esperada, el nivel de comprensión gráfica asociado a dicha respuesta y los componentes característicos que permiten dar evidencia de los conceptos, ideas fundamentales y elementos gráficos que son necesarios para poder elaborar la respuesta.

Tabla 4

Niveles de comprensión gráfica asociados a la Actividad 3 (Cuestionario 1)

Respuesta esperada a la Actividad 3	Nivel de comprensión gráfica asociado	Componente característico
(...) <i>ya que son muy similares las burbujas expuestas en las tres situaciones.</i>	Nivel 1_2. Lectura literal	Lectura literal de la información/situación o resumen: lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.
(...) <i>la incidencia diaria para el caso en el que no se reducen los viajes es de aproximadamente 10000 personas mientras que en la reducción del 40% y del 90% es de 15000 aproximadamente.</i>	Nivel 2. Leer dentro de los datos. Subcategoría 2_2. Comparación con cálculos adicionales.	Se realizan comparaciones entre los datos de la tabla o gráfico. Se identifica el mayor (menor) porcentaje o valor. Aumentos (o disminuciones) fundamentados con valores obtenidos de la información. Se realizan cálculos.
<i>Pasadas las semanas se espera que continúe disminuyendo la incidencia de manera progresiva, llegando a principios de julio con una incidencia diaria</i>	Nivel 3_3. Predicción de tendencias o valores	A las características consideradas antes, se explican significados contextuales. Se leen y evalúan los datos representados en la tabla

menor a 1000 personas en los tres casos.		o gráfico, formulando hipótesis explicativas.
--	--	---

Nota: Elaboración propia basada en partes de una respuesta “modelo” esperada

4.2.4. Análisis de contenido sobre tipos de razonamientos y niveles de comprensión gráfica asociados a respuestas esperadas para la Actividad 2 – Cuestionario 2

En el Cuadro 4, se presenta la Actividad 2 del Cuestionario 2. La misma, ofrece la información sobre la tasa de crecimiento diario de casos de un día, presentada en un gráfico de barras en el que se comparan distintos países. La tarea exige realizar una predicción en la variación de la tasa de crecimiento, para cada país, durante una semana, teniendo en cuenta la información observada en el gráfico.

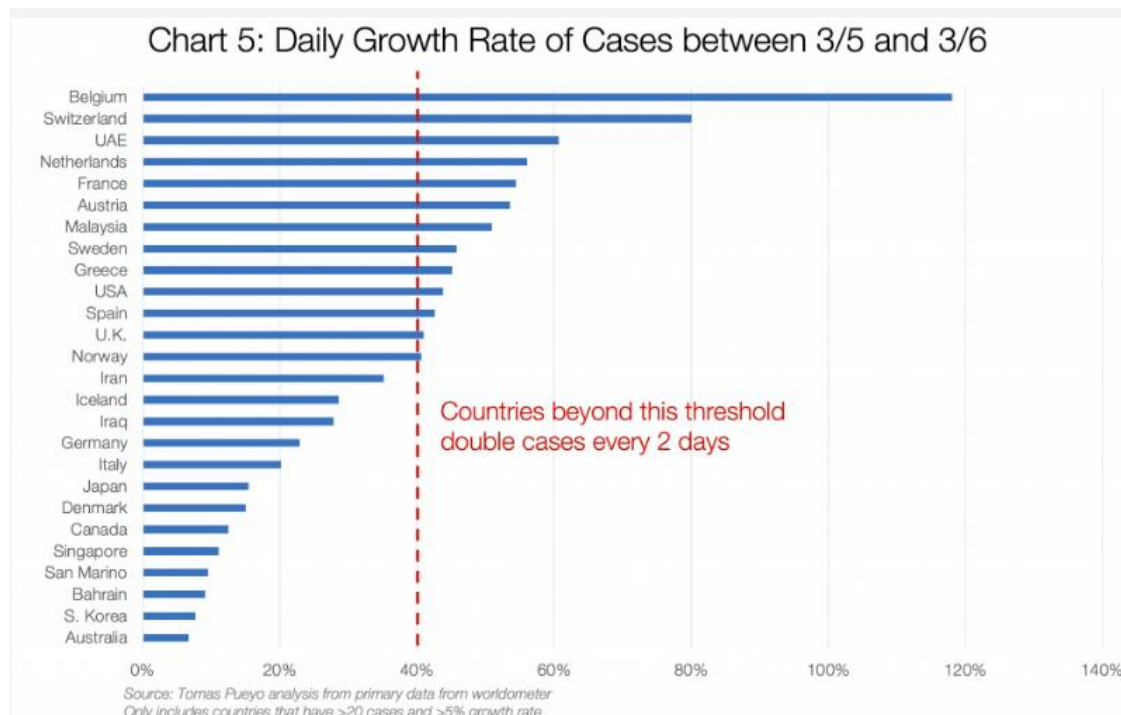
Cuadro 4

Actividad 2 (cuestionario 2)

Actividad 2. “Analista de datos” (Parte 1) Cuestionario 2

Gráfico N° 3.

Tasa de crecimiento diario de casos entre el 5 de marzo y el 6 de marzo



Nota: Pueyo, T. (2020) Chart 5: Daily Growth Rate of Cases between 3/5 and 3/6 [Gráfico estadístico] Recuperado de <https://www.pagina12.com.ar/253133-coronavirus-por-que-tenemos-que-actuar-ahora>

Si se mantuviera la misma tasa de crecimiento observada en el gráfico 1 para cada país, describe cómo esperarías que fuera el gráfico resultante, teniendo en cuenta esta tendencia de propagación del virus, durante una semana.

Nota: Elaboración propia

En el párrafo siguiente se describe una respuesta esperada, que busca ejemplificar los elementos que se deberían tener en cuenta para responder a la consigna. Como en los casos anteriores, la escribimos en cursiva, de modo de identificarla rápidamente.

El gráfico resultante sería un gráfico de barras como el del gráfico 3, en el que los países cuya tasa de crecimiento diario no supera el 40%, se mantendrían con los mismos porcentajes. Para aquellos que sí lo superan, necesitamos calcular el aumento durante una semana considerando la Tasa de Crecimiento Diario (TDC), la que se puede obtener a partir del siguiente cociente:

$$TDC = \frac{V_f - V_i}{V_i} \cdot 100$$

donde V_f : Cantidad de casos de un día y V_i : Cantidad de casos del día anterior.

Debido a que los casos se duplican cada dos días, pasada una semana (siete días) se habrán duplicado tres veces, llegando al final de la semana a octuplicarse. Así $TDC = \frac{V_f - V_i}{V_i} \cdot 100 = 80\%$, despejando de esta ecuación $V_f = 1,8 \cdot V_i$, quedando entonces los porcentajes de la siguiente manera:

Bélgica: 212,4% ($118 \cdot 1,80$)

Suiza: 144% ($80 \cdot 1,80$)

UAE: 111,6% ($62 \cdot 1,80$)

Países Bajos: 99% ($55 \cdot 1,80$)

Francia: 95,4% ($53 \cdot 1,80$)

Austria: 93,6% (52·1,80)

Malasia: 90% (50·1,80)

Suecia: 81% (45·1,80)

Grecia: 81% (45·1,80)

USA: 77,4% (43·1,80)

España: 75,6% (42·1,80)

Reino Unido: 73,8% (41·1,80)

Noruega: 72% (40·1,80)

Tipo de razonamiento asociado a la respuesta esperada: Este tipo de respuesta requiere de un *razonamiento integrado del proceso*, puesto que para responder e inferir las características del nuevo gráfico, no solo es necesario indicar el tipo (de barras simple) sino también, cómo se modifica la tasa de crecimiento de casos, en cada país, pasados siete días. Para responder esto, es necesario realizar cálculos y considerar un dato clave en la lectura del gráfico, que indica que aquellos países cuya tasa de crecimiento diario ha superado el 40%, duplicarán los casos diarios cada dos días. Este tipo de razonamiento requiere la integración de distintos significados del lenguaje estadístico y una explicación de los procesos utilizando ese lenguaje. En este caso, es necesario conocer qué es la tasa de crecimiento, cómo se calcula y utilizarla adecuadamente para obtener los porcentajes después de una semana para cada uno de los países, considerando los porcentajes observados en el gráfico dado.

Nivel de comprensión gráfica asociado a la respuesta esperada: La respuesta en su conjunto requiere del *Nivel 4. Leer detrás de los datos – Nivel crítico / integrativo*. Para realizar el análisis pedido se deben leer y evaluar los datos representados en el gráfico, de modo que permita formular la hipótesis, brindando explicaciones basadas en

los cálculos realizados. Por este motivo, dentro de la respuesta se ponen en juego otros niveles de comprensión gráfica, como el Nivel 1-2 Leer datos – lectura básica, cuando se distinguen los países que superan el umbral del 40% de los que no. El Nivel 2. Leer dentro de los datos. Categoría 2_2, surge cuando se realizan los cálculos de la tasa de variación pasados los siete días, considerando que los casos de algunos de los países, después de este tiempo se octuplicarán. Un Nivel 3_3 Leer más allá de los datos – Racional / literal, se podrá detectar si se realiza una predicción basada en los resultados obtenidos.

En la Tabla 5, se presenta un resumen basado en la descripción anterior, en el que se incluye: la respuesta esperada, el nivel de comprensión gráfica asociado a dicha respuesta y los componentes característicos que permiten dar evidencia de los conceptos, ideas fundamentales y elementos gráficos que son necesarios para poder elaborar la respuesta.

Tabla 5

Niveles de comprensión gráfica asociados a la Actividad 2 (Cuestionario 2)

Partes de la respuesta esperada a la Actividad 2	Nivel de comprensión gráfica asociado	Componente característico
<p>(...) los países cuya tasa de crecimiento diario no supera el 40% se mantendrían con los mismos porcentajes.</p> <p>(...) considerando la Tasa de crecimiento diario (TDC), la que se puede obtener a partir del siguiente cociente: $TDC = \frac{v_f - v_i}{v_i} \cdot 100$</p> <p>Donde V_f: Cantidad de casos de un día y V_i: Cantidad de casos del día anterior.</p> <p>(...) pasada una semana (siete días) se habrán duplicado tres veces,</p>	<p>Nivel 1-2 Leer datos – lectura básica.</p> <p>Nivel 2. Leer dentro de los datos.</p> <p>Nivel 3_3 Leer más allá de los datos – Racional / literal. Predicción de un valor.</p> <p>Nivel 4. Leer detrás de los datos – Nivel crítico / integrativo. Integración con el contexto hipotético.</p>	<p>Se hace una lectura literal de la variable y de los datos.</p> <p>Categoría 2_2: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. Se realizan cálculos matemáticos.</p> <p>Se utilizan los cálculos realizados para poder presentar las predicciones de los porcentajes correspondientes a los valores de las variables del gráfico, considerando la información que éste brinda.</p> <p>Se leen y evalúan los datos representados en el gráfico formando hipótesis explicativas basadas en los cálculos obtenidos.</p>

<i>llegando al final de la semana a octuplicarse.</i>		
---	--	--

Nota: Elaboración propia basada en partes de una respuesta “modelo” esperada

4.2.5. Análisis de contenido sobre tipos de razonamientos y niveles de comprensión gráfica asociados con respuestas esperadas para la Actividad 3 - Cuestionario 2

A continuación, se presenta en el Cuadro 5, la Actividad 3 del Cuestionario 2. En este caso, se debe elegir la opción adecuada para indicar lo que representa cada uno de los gráficos expuestos, justificando la respuesta. En el primer caso, se trata de una serie de tiempo, mientras que en el segundo de una distribución de frecuencias relativas. A continuación, se debe elaborar un título, comparando el comportamiento de tres países, en relación a la cantidad de nuevos casos diarios confirmados según el país, al 1 de julio de 2020. También, se deben expresar los motivos de la elección del título vinculando con la información brindada en los gráficos.

Cuadro 5

Actividad 3 (cuestionario 2)

Actividad 3. “Comunicador de información” (Adaptada de Tauber, 2021)

a. A partir de la información representada en los Gráficos 2 y 3, responde a las siguientes preguntas y brinda los fundamentos necesarios para justificar tus respuestas:

<i>El gráfico 2 representa...</i>	<i>Elección</i>	<i>El gráfico 3 representa...</i>	<i>Elección</i>
<i>Una distribución de frecuencias absolutas</i>		<i>Una distribución de frecuencias absolutas</i>	
<i>Una distribución de frecuencias relativas</i>		<i>Una distribución de frecuencias relativas</i>	
<i>Una distribución acumulada</i>		<i>Una distribución acumulada</i>	
<i>Una serie de tiempo</i>		<i>Una serie de tiempo</i>	
<i>Fundamenta tu elección:</i>		<i>Fundamenta tu elección:</i>	

Gráfico 2. Cantidad de nuevos casos diarios confirmados, según país, al 1 de julio de 2020

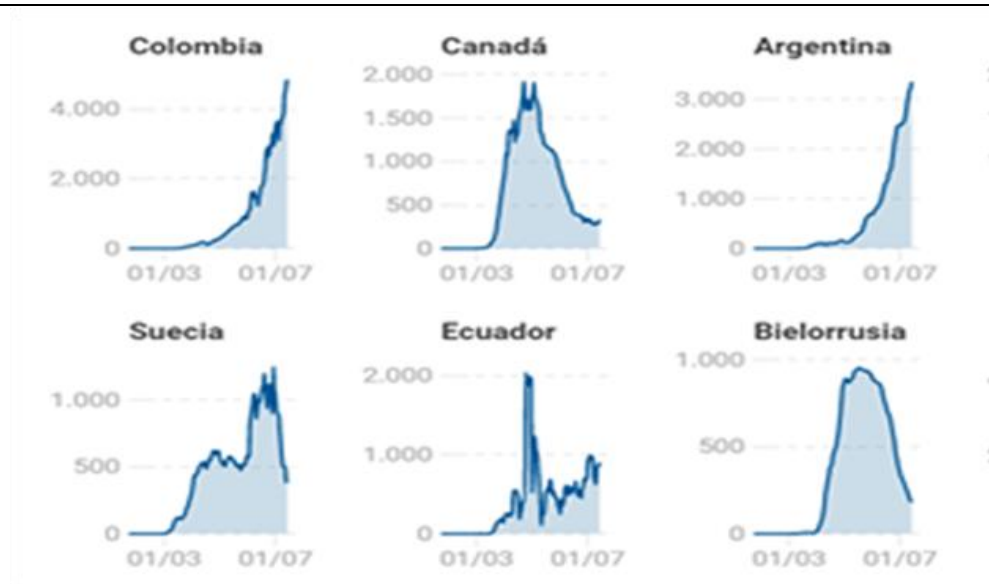
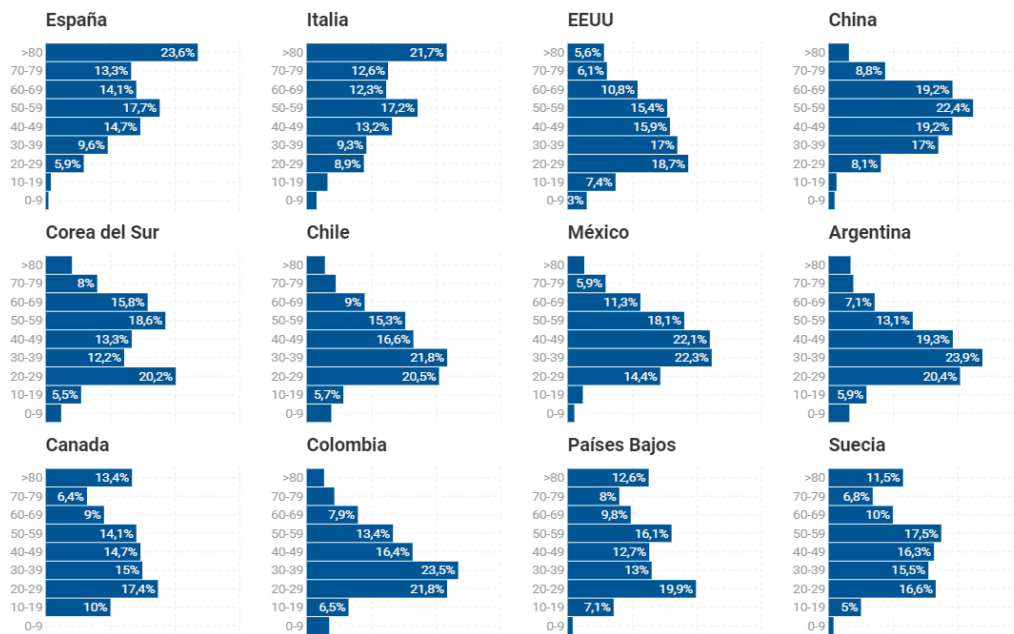


Gráfico 3. Porcentaje de casos confirmados por país al 17 de marzo de 2021



Fuente. El Diario (España)

b. A partir del Gráfico 2, compara el comportamiento de Colombia, Ecuador y Argentina y expresa en un titular, que tenga como máximo 10 palabras, lo más importante de la comparación anterior. Indica los motivos por los que elegiste ese titular.

Nota: Elaboración propia

Para ejemplificar cuáles son los elementos que se deberían tener en cuenta al responder a los distintos ítems, se elaboró una respuesta modelo esperada que se

reproduce a continuación en dos partes, una para cada ítem de la Actividad 3. Para el ítem a, se esperan las elecciones y fundamentos que se indican a continuación.

El gráfico 2 representa...	Elección	El gráfico 3 representa...	Elección
Una distribución de frecuencias absolutas		Una distribución de frecuencias absolutas	
Una distribución de frecuencias relativas		Una distribución de frecuencias relativas	X
Una distribución acumulada		Una distribución acumulada	
Una serie de tiempo	X	Una serie de tiempo	
Fundamenta tu elección: El gráfico 2 representa a diversos gráficos de líneas, los cuales son adecuados para representar series de tiempo, ya que los datos representados provienen de una variable cuantitativa (Cantidad de nuevos casos diarios confirmados por país) medida a través del tiempo, en este caso, desde el 1 de marzo al 1 de julio.		Fundamenta tu elección: El gráfico 3 es un histograma y representa a una distribución de frecuencias relativas, porque en el eje vertical se presentan los valores de la variable: Edad de cada persona infectada, expresados en intervalos de igual amplitud y en el eje horizontal, se presenta el porcentaje de casos confirmados para cada intervalo. Es una distribución de frecuencias porque verifica las propiedades de la misma: valores o categorías mutuamente excluyentes y exhaustivos y la suma de las frecuencias relativas porcentuales es igual a 100%.	

Nota: Elaboración propia basada en partes de una respuesta “modelo” esperada

Tipo de razonamiento asociado a la respuesta esperada: En la primera parte de la actividad, se espera un *razonamiento verbal*, que requiere que se considere la variable, el contexto (si se mide o no a través del tiempo), el tipo de frecuencia representada, el título y los datos brindados en cada gráfico, de modo de detectar correctamente lo que representa cada gráfico.

Nivel de comprensión gráfica asociado a la respuesta esperada: Dado que en este ítem se debe elegir la representación adecuada y hacer una justificación de esa elección, se pone en juego un *Nivel 1-2 Leer datos – lectura básica*, ya que se pone en juego la lectura literal de los datos observados y las relaciones que se han mencionado antes.

En el ítem b, al analizar las series de tiempo correspondientes a Colombia, Ecuador y Argentina, se puede indicar que, tanto Argentina como Colombia, tuvieron un aumento en la cantidad de casos confirmados desde el mes de marzo hasta julio. Así, Colombia llegó a superar los 4000 casos diarios, mientras que Argentina llegó a 3000

casos diarios en el mes de julio. En cuanto a Ecuador, el pico lo tuvo aproximadamente en el mes de abril, donde se registraron 2000 casos confirmados. Después de esa fecha, la cantidad de casos fue variando, llegando a 100 casos aproximadamente en el mes de mayo. A diferencia de Colombia y Argentina, para el mes de julio la cantidad de casos fue de 1000. Tanto en Colombia, como Ecuador y Argentina, en el mes de marzo prácticamente no se registraron casos.

Así, es posible concluir que, en Argentina y Colombia, los casos fueron aumentando mes a mes, en Colombia de forma más rápida que en Argentina y con algunas variaciones (para el mes de junio, venía en aumento llegando a 1800 casos, luego descendió a 1500 y finalmente para el mes de julio superó los 4000). Argentina, para el mes de junio, ya registraba 2500 casos diarios. Esto muestra que el crecimiento se dio mucho más rápido en dicho país.

Respuesta esperada asociada al titular: Covid-19: Ecuador bajo control. Colombia y Argentina superan los 3000 casos.

La elección del titular se debe a que en los gráficos puede observarse que los casos en Colombia y Argentina están en aumento, el pico máximo de contagios en estos países se está dando en el mes de julio mientras que, en Ecuador, el pico máximo se dio en el mes de abril. De todas maneras, hay un pequeño aumento para el mes de julio en Ecuador, lo que indica que no estaría tan controlada la pandemia allí, como lo expresa el titular. En el título busco identificar esta diferencia entre los tres países.

Tipo de razonamiento asociado a la respuesta esperada: Para el ítem b, donde se debe escribir un titular con máximo diez palabras, es necesario que el sujeto logre identificar las diferencias y/o similitudes entre los tres países, considere valores puntuales, haga una predicción y logre resumir el análisis al que arribó, en un titular que brinde información y genere expectativas en quién lo lea. Allí, se pone en juego un

razonamiento integrado del proceso, en el que se deberían coordinar adecuadamente todos los elementos integrándolos y explicando los procesos observados.

Nivel de comprensión gráfica asociado a la respuesta esperada: Para poder hacer una selección de un titular que enmarque lo más importante de la comparación entre los tres países, se deben realizar comparaciones entre los casos detectados en los distintos países, utilizando datos observados en los gráficos, comparando frecuencias y considerando significados contextuales en términos de las características observadas. (Nivel 2). A su vez, se debe identificar una tendencia en los casos de cada país y realizar una pequeña predicción sobre lo que podría suceder en Ecuador, al considerar que hay un pequeño aumento para el mes de julio para ese país. (Nivel 3_3) Así es que, en general se espera que las respuestas puedan enmarcarse en *Nivel 2. Leer dentro de los datos*. *Categoría 2_1 y Nivel 3_3: Leer más allá de los datos – Racional / Literal*.

En la Tabla 6, se presenta un resumen basado en la descripción anterior, en el que se incluye: el nivel de comprensión gráfica asociado a la respuesta esperada y los componentes característicos que permiten dar evidencia de los conceptos, ideas fundamentales y elementos gráficos que son necesarios para poder elaborar la respuesta.

Tabla 6

Niveles de comprensión gráfica asociados a la Actividad 3 (Cuestionario 2)

Ítem actividad 3	Nivel de comprensión gráfica asociado	Componente característico
Ítem a	Nivel 1-2 Leer datos – lectura básica.	Lectura literal de la información/situación o resumen: lectura literal del título, fuente, variables, datos, frecuencias. Se relacionan estos elementos con conceptos específicos: serie de tiempo y distribución de frecuencias.
Ítem b	Nivel 2. Leer dentro de los datos. Categoría 2_1: Comparación: mayor /	Se realizan comparaciones entre los datos de la tabla o gráfico. Se identifica el mayor (menor) porcentaje o valor.

menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos.	Aumentos (o disminuciones) fundamentados con valores obtenidos de la información sin realizar cálculos.
Nivel 3_3 Leer más allá de los datos Racional / literal	Se leen valores, se realizan comparaciones, se detectan tendencias particulares, y se explican significados contextuales literalmente en términos de las características que muestra la tabla o gráfico, pero no se sugieren interpretaciones alternativas.

Nota: Elaboración propia de una respuesta “modelo” esperada

4.2.6. Análisis de contenido sobre tipos de razonamientos asociados con respuestas esperadas para la Actividad 4 (ambos cuestionarios)

Como última actividad, para ambos cuestionarios, se pide hacer una revisión de las respuestas y análisis previos y se debe repensar en la primera actividad, en la que era necesario ubicarse en el rol de: “Estadístico por un mes”. A continuación, en el Cuadro 6, se presenta la actividad y en la Tabla 7 se indica, al igual que para la Actividad 1, los tipos de razonamientos y las respuestas esperadas para cada uno de ellos.

Cuadro 6

Actividad 4 (ambos cuestionarios)

Actividad 4. “Estadístico por un mes: Revisando ideas”

Luego de haber analizado distintos tipos de información relacionada con el COVID-19, ¿agregarías o cambiarías alguna de las decisiones tomadas en la Actividad 1? ¿Cuál o cuáles? ¿Por qué?

Nota: Elaboración propia

Tabla 7

Tipos de razonamientos y respuestas esperadas asociados a la Actividad 4 (Ambos cuestionarios)

Tipos de razonamientos	Respuestas esperadas
------------------------	----------------------

1) <i>Razonamiento idiosincrático</i> : cuando se conocen algunas palabras y símbolos estadísticos y se los utiliza, pero sin entenderlos completamente o cuando se los aplica incorrectamente y sin relacionarlos con la información disponible.	<p><i>No agregaría ni cambiaría nada</i></p> <p>No se realiza una valoración de todo lo analizado y expuesto en las distintas actividades del cuestionario. No se logra obtener una conclusión.</p>
2) <i>Razonamiento verbal</i> . En este caso, se observa que las personas conocen verbalmente los conceptos, pero no pueden aplicarlos a los problemas o contextos.	<p><i>Además de considerar los datos que informan en la radio buscaría en los centros de salud para ampliar la información sobre cómo se propagan los casos.</i></p> <p>Se agregan más lugares de donde obtener la información, pero se continúa sin valorar la confiabilidad de la toma de datos ni la actualización de los mismos. No se consideran nuevas variables.</p>
3) <i>Razonamiento transicional</i> . Se da cuando alguien es capaz de identificar correctamente uno o dos elementos de un proceso estadístico, pero no logra integrarlos totalmente.	<p><i>También consultaría en el Ministerio de Salud de la provincia por los casos diarios confirmados, los casos diarios dados de alta y los casos diarios de fallecidos.</i></p> <p>Si bien se identifica un organismo oficial que puede brindar datos adecuados, no se valora la confiabilidad de los mismos o no se considera el tipo de metodología utilizada y no logra integrar esto a un proceso de análisis estadístico.</p>
4) <i>Razonamiento procedimental</i> . Cuando se logra identificar los elementos de un concepto o proceso estadístico, pero no se logra integrar totalmente esos elementos o entender el proceso en su conjunto.	<p><i>También consultaría en el Ministerio de Salud de la provincia por los casos diarios confirmados, los casos diarios dados de alta y los casos diarios de fallecidos, hacer un registro de los mismos para compararlos y calcular la variación porcentual entre el último y el primer día del mes, para cada una de las variables.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Si bien se identifica un organismo oficial que puede brindar datos adecuados, no se considera el tipo de metodología utilizada ▪ Se consideran más variables y una medida estadística adecuada, aunque esta última se considera de una manera procedimental y restringida solo al primero y último día del mes.
5) <i>Razonamiento integrado del proceso</i> . Se da cuando se entiende por completo un proceso estadístico, coordinando adecuadamente sus elementos. Además, se integran distintos significados del lenguaje estadístico y se pueden explicar los procesos utilizando ese lenguaje.	<p>Al pie de esta Tabla se enuncia una respuesta esperada asociada con este tipo de razonamiento. En ella se observan las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se amplía la respuesta dada en la actividad 1 explicando significados contextuales literalmente en términos de las características que se solicitan, pero no se interpretan. ▪ Se identifican posibles variables y se realizan interpretaciones de las mismas. ▪ Se especifica qué tipo de gráficos serían más adecuados para cada variable que se está analizando. ▪ Se mencionan qué otras técnicas de análisis estadístico podrían ser relevantes para comprender la propagación

	<p>del virus, como el análisis de regresión o los modelos de predicción.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Se evidencia conocimiento del lenguaje estadístico y se ensaya una explicación de los procesos utilizando ese lenguaje (Sánchez, 2010).
--	--

Nota: Elaboración propia

Respuesta esperada asociada con el Razonamiento integrado del proceso

Volvería a pensar cuáles son los datos que realmente se necesitan para poder realizar el estudio sobre la variación en la propagación del virus COVID 19, en la provincia de Santa Fe. Esto es, consideraría no sólo los casos confirmados sino también los ya recuperados y/o fallecidos, lo que nos permitiría calcular la tasa de mortalidad y la tasa de recuperación. Además, sería importante analizar la cantidad de casos que requieran hospitalización y los que necesitaron de una terapia intensiva.

Para analizar la movilidad y la influencia de las medidas sanitarias en la propagación, sería esencial incorporar información sobre la ubicación de los casos, es decir preguntaría si pudieron hacerlo en la misma localidad donde residen o tuvieron que trasladarse a otro lugar.

Una vez obtenidos los datos anteriores, deberíamos considerar la organización, resumen y análisis de los mismos. Podríamos utilizar gráficos de líneas para visualizar la evolución temporal de la tasa de crecimiento de casos confirmados, casos recuperados y fallecidos. Además, teniendo en cuenta que en la actividad 1 consideramos trabajar con el número diario de contagios confirmados desde el 1° al 31 de octubre que ofrece el Ministerio de Salud de Santa Fe, deberíamos organizar esos datos por departamentos o por regiones, mediante un gráfico que permita comparar los datos obtenidos, como puede ser un diagrama de barras adosadas o apiladas o diagramas de caja para cada una de las regiones definidas, incluso se podría diferenciar entre sexo y rango etario.

También, se podrían utilizar algunas medidas estadísticas como la media, la desviación estándar y/o los percentiles, o se podría describir la variabilidad en la propagación del virus y comparar la situación en diferentes regiones en cuanto al número de casos según tipo de gravedad o de internación, cantidad de muertes por COVID-19, tasa de recuperación, entre otras variables que podrían permitir la comparación entre departamentos o regiones. También, podríamos realizar análisis de correlación para explorar la relación entre la tasa de crecimiento de casos y otras variables, como la movilidad (cantidad de viajes o traslados a otros lugares) o la densidad poblacional.

4.3. Validez de contenido del instrumento

Como indican Carmines y Zeller (1979), toda investigación en la que se recogen datos empíricos tiene un componente aleatorio. En la investigación educativa, no todos los sujetos responden de la misma forma a preguntas semejantes en las que se varíe alguna variable del enunciado. Las lógicas limitaciones de tiempo y recursos hacen necesario en el trabajo experimental, un proceso de muestreo, ya sea intencional o aleatorio, de las posibles situaciones y contextos mediante los que pueden surgir los conceptos o ideas que se pretenden evaluar. Ese proceso de muestreo también puede aplicarse a los contenidos elegidos, a los tiempos, a profesores y/o estudiantes, dependiendo del ámbito en el que se aplique la investigación. En nuestro caso, se ha realizado un muestreo de situaciones donde surgen diversos conceptos e ideas fundamentales de la Estadística asociados a un contexto real ocurrido en todo el mundo, entre 2020 y 2022, en el que se toma como eje el proceso estadístico de recolección de datos y de resumen gráfico de los mismos.

Las fuentes de error en la investigación pueden ser de naturaleza determinista y/o aleatoria. Los sesgos, de naturaleza determinista, aunque de magnitud desconocida, se derivan de nuestros procedimientos de investigación, tanto en la selección de la muestra,

como en la elaboración de los instrumentos y en la toma de datos. Suelen afectar al valor de las variables siempre en la misma dirección, no disminuyen, en general, al aumentar el tamaño de la muestra pueden ser evitados cambiando los métodos utilizados. La ausencia de sesgo se conoce como *validez*.

Los errores aleatorios son debidos a la variabilidad del material experimental y suelen afectar al valor de las variables, unas veces por exceso y otras por defecto, por lo que, al aumentar el tamaño de la muestra pueden disminuirse y también mediante la precisión o fiabilidad del instrumento. La medición de la fiabilidad es propia de estudios en los que la muestra ha sido tomada de manera aleatoria y con un tamaño suficiente para disminuir el sesgo. En nuestro caso, dado que la investigación es de naturaleza cualitativa con una muestra accidental, se ha decidido no medir ni informar sobre la fiabilidad del instrumento, con lo cual este es un punto que podría abrirse como una nueva línea de investigación basada en el instrumento diseñado en este trabajo.

Por el contrario, en este apartado, informaremos sobre la *validez del cuestionario*. Hay diferentes definiciones de validez. La acepción que mejor se adapta a nuestra investigación es la de *validez de contenido* y es una cuestión de grado, puesto que no puede reducirse a cero o uno.

Para estudiar la validez de contenido el investigador debe comprobar que el instrumento constituye una muestra adecuada y representativa de los contenidos que se pretenden evaluar con él (Muñiz, 1994). Este ha sido el propósito del análisis de contenido previo, realizado en este capítulo, el cual estuvo basado en la identificación de los diversos elementos o conceptos y los tipos de razonamientos que intervienen cuando se deben dar respuestas a cada tarea planteada en el instrumento. Asimismo, dicho análisis nos ha permitido mostrar una variedad de posibles respuestas esperadas, a partir de las

cuales se brindó información sobre los niveles de comprensión gráfica que podrían surgir a través de cada tipo de respuesta. Es respecto a este conjunto de elementos del sentido gráfico y de razonamientos que podemos indicar que el instrumento (en sus dos versiones) posee una validez de contenido robusta.

Como hemos podido mostrar en el análisis realizado en este capítulo, las cuatro actividades planteadas en ambas versiones del cuestionario, provocan distintos tipos de razonamientos, algunos asociados de manera específica con la comprensión de gráficos y otras (Actividades 1 y 4), que implican distintos tipos de razonamientos estadísticos vinculados a un proceso de pensamiento (Wild y Pfannkuch, 1999; Pfannkuch y Wild, 2004) que permite inferir diversas maneras de realizar un diseño experimental.

También hemos tenido en cuenta controlar las principales causas que pueden producir problemas con la validez de contenido, algunas de las cuales, según Cook y Campbell (1979), son:

- *Inadecuada explicación o definición preoperacional de los constructos.* En nuestro caso, los constructos “tipos de razonamientos” y “comprensión gráfica”, han sido suficientemente explicados y definidos a partir del desglose de los componentes y tipos que han sido descritos en los capítulos 2 y 3.
- *Sesgo de operación única.* Utilizar un solo ejemplar o medida de la variable. Nuestro instrumento (en sus dos versiones) contiene una variedad de preguntas, cada una de las cuales puede considerarse un indicador del razonamiento y dos de ellas, también brinda indicadores que permiten analizar la comprensión gráfica.
- *Sesgo de un solo método:* Se generalizan indebidamente resultados basados en un único método de evaluación, cuando estos resultados podrían cambiar al variar el método (por ejemplo: al hacer una entrevista para profundizar, tanto en los

razonamientos como en la comprensión gráfica). En este caso, somos conscientes de esta posibilidad de sesgo, es por ello que no se tiene como objetivo la generalización y sólo se buscó caracterizar los razonamientos y el sentido gráfico en los sujetos de estudio, a modo de obtener indicadores sobre los que se pudiera profundizar en futuras investigaciones.

- *Adivinanza de las hipótesis dentro de las condiciones experimentales*, por parte de los sujetos, que intentan imitar el comportamiento que se espera de ellos. Esto es difícil de realizar en nuestro caso, puesto que las tareas planteadas son diferentes a cualquier tarea que generalmente aparece en la formación de profesores o en las clases donde dichos profesores enseñan. Esto se puede afirmar debido a que, en investigaciones previas se han recabado datos que respaldan este hecho (Tauber, 2022 b).

- *Expectativas del investigador* quien puede, sin quererlo, falsear las conclusiones. Hemos tratado de disminuir este riesgo, ateniéndonos a los resultados objetivos obtenidos y realizando una triangulación de expertos.

4.4. Conclusiones del Capítulo 4

A lo largo del presente capítulo, se ha desarrollado el análisis de contenido de ambas versiones del instrumento, y se ha podido valorar de manera cualitativa la validez de contenido del mismo. Este análisis ha servido también, para elaborar posibles perfiles de razonamiento y de comprensión gráfica, los cuales se han identificado a partir de las posibles relaciones entre conceptos e ideas estadísticas que podrían intervenir en las respuestas de los sujetos a quienes se aplique el instrumento. De esta manera, pudimos mostrar algunos indicadores, identificados de manera a-priori, los cuales serán contrastados en el Capítulo 5, con el análisis de las respuestas que los profesores dieron a estas tareas.

A modo de cierre de este capítulo, se podrían resumir las características generales de las actividades incluidas en el instrumento de la siguiente manera:

- Las actividades 1 y 4 de ambos formatos del instrumento, se centran solo en la identificación de los tipos de razonamiento, que un sujeto puede poner en juego, a través de una respuesta abierta, sobre una situación hipotética de un diseño experimental para estudiar la evolución del virus COVID-19.
- Las actividades 2 y 3, en sus dos versiones, buscan identificar tanto los razonamientos como la forma de comprensión gráfica que se pueda evidenciar en las respuestas de los sujetos.
- Todas las actividades buscan la reflexión crítica y exigen distintos niveles de lectura, análisis e interpretación, centradas en un contexto específico real. Esta característica brinda potencialidad a todas las tareas propuestas, debido a que permiten mostrar una situación de incertidumbre y de toma de decisiones constante, lo cual las hace conceptualmente ricas y exigen niveles de comprensión y de razonamiento profundos. Esto se puede observar aún en aquellas tareas que, a simple vista, parecieran sencillas porque solo se debe seleccionar una opción.

CAPÍTULO 5.

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Introducción

En este capítulo se describen y ejemplifican los resultados obtenidos a partir del análisis de contenido realizado sobre las respuestas de los sujetos de estudio a cada actividad de ambos instrumentos.

Recordamos que la metodología utilizada para realizar el análisis de contenido se basó en la detección de unidades de análisis (Verma y Mallick, 1999), las cuales brindaron la información fundamental para identificar el tipo de razonamiento observado en cada parte de la respuesta y, a modo de resumen, se determinó el razonamiento predominante en la respuesta global. Además, para las actividades 2 y 3 de cada cuestionario, que se basan en información gráfica, se identificaron, tanto los razonamientos observados como los niveles de comprensión gráfica, que se desprenden de las unidades de análisis consideradas. En los Anexos 2 y 3, se incluyen las tablas que se generaron a partir del

análisis de contenido de las respuestas brindadas por los sujetos a los cuestionarios 1 y 2, respectivamente.

Cabe aclarar que, en los Anexos mencionados, se ha codificado la respuesta de cada sujeto a cada actividad, considerando la siguiente codificación que preserva la identidad de cada encuestado: Sujeto 1_Act1.1, implica que es la respuesta del Sujeto 1 que ha respondido a la actividad 1 del cuestionario 1 o Sujeto 7_Act1.2, indica que es la respuesta del Sujeto 7, que respondió la misma actividad 1, pero en el formato del cuestionario 2.

Por otra parte, en las Tablas 8 a 17 del presente capítulo, se resumen las características de cada respuesta de cada sujeto, en las que se indicó con colores el tipo de razonamiento y/o el nivel de comprensión gráfica asociados a cada actividad y, en la Tabla 18, se realiza un resumen final en el que se pueden apreciar las características del perfil de cada sujeto.

Así, en dichas tablas, en relación al *tipo de razonamiento*, se indica con **rojo**, a aquellos sujetos que evidencian un *razonamiento idiosincrático*, con **amarillo**, quienes evidencien *razonamientos idiosincrático y verbal o verbal* y, con **verde**, aquellos sujetos que evidencian *razonamientos procedimentales, transicionales o integrados al proceso*.

De igual manera, al considerar el *nivel de comprensión gráfica* predominante para cada sujeto (en las tablas referido como: nivel predominante CG o NCG), se indican con **rojo**, el Nivel 0_1, con **amarillo**, se indican los niveles 1_2 y 2 (en ambas subcategorías: 2_1 y 2_2) y con **verde**, los niveles 3_3, 4_4 y 4_5.

En consecuencia, a continuación, se realiza una descripción detallada de los resultados generales del análisis de contenido para cada actividad, utilizando algunos

ejemplos de respuestas típicas, para cada tipo de razonamiento (Garfield, 2002) y nivel de comprensión gráfica observados (García-García et al., 2020).

5.2. Tipos de razonamientos predominantes en la Actividad 1 (Ambos cuestionarios)

Cabe aclarar que, dado que la Actividad 1 no presenta cuestiones asociadas con la lectura e interpretación de gráficos, solo se analizaron los tipos de razonamientos predominantes en cada respuesta, los cuales se resumen en la Tabla 8. El análisis de contenido con todos los razonamientos evidenciados en cada respuesta se muestra en los Anexos 2 y 3. Recordamos que la Actividad 1, es la misma en ambos formatos de cuestionarios.

Tabla 8

Tipos de razonamientos evidenciados por los sujetos en la Actividad 1 (Ambos cuestionarios)

Sujeto	Razonamiento predominante (Cuestionario 1)	Sujeto	Razonamiento predominante (Cuestionario 2)
1	Idiosincrático y verbal	7	Idiosincrático
2	Idiosincrático	8	Idiosincrático
3	Transicional	9	Verbal
4	Verbal	10	Procedimental
5	Idiosincrático	11	Verbal
6	Verbal y Transicional	12	Procedimental
		13	Idiosincrático y Verbal
		14	Idiosincrático
		15	Verbal
		16	Idiosincrático
		17	Verbal

Nota: Elaboración propia basada en las respuestas de los Anexos 2 y 3

De los resultados expresados en la Tabla 8, el razonamiento más observado ha sido el *verbal* (7 de 17 profesores), apareciendo algunas características del *razonamiento idiosincrático* en dos de los sujetos (sujetos 1 y 13). Por otra parte, el *razonamiento*

idiosincrático ha sido evidenciado en 6 de 17 respuestas y sólo en 4, se observaron *razonamientos procedimentales o transicionales*.

5.2.1. Respuestas en las que predominan razonamientos idiosincráticos y/o verbales

El *razonamiento verbal* se pudo observar en las respuestas de los sujetos 1, 4, 9, 11, 13, 15 y 17, aunque con algunas diferencias. A modo de ejemplo, presentamos en los Cuadros 8 y 9, las respuestas de los sujetos 1 y 17. El sujeto 1, presenta características asociadas a los *razonamientos idiosincrático y verbal*, mientras que el sujeto 17, presenta un *razonamiento puramente verbal*.

Cuadro 8

Respuesta del Sujeto 1_Act1.1. Ejemplo de razonamiento idiosincrático y verbal

Si bien vivo en Entre Ríos, hubiese buscado información en portales oficiales que ofrecen datos abiertos en relación al Covid-19, como el del Ministerio de Educación y, probablemente, haya algunos provinciales. También me hubiese puesto en contacto con profesionales, por ejemplo, epidemiólogos y/o instituciones que estaban trabajando en el tema para recabar más información que me permita realizar un estudio confiable y avalado por profesionales.

Qué les preguntaría, no lo sé...entiendo que la búsqueda de datos e información previa, me llevaría a construir preguntas que me sirvieran para avanzar con el estudio (las llevaría por escrito, para asegurarme las respuestas).

Por último, haría un estudio estadístico teniendo en cuenta el público al que va dirigido. Por ejemplo, presentar gráficos y tablas complejas para un público general, no tendría sentido.

Nota: Respuesta obtenida del Cuestionario 1

El Sujeto 1_Act1.1, muestra evidencias de un cierto conocimiento respecto de la fuente donde recabar información. Sin embargo, considera fuentes que brindan datos acotados, como ser el Ministerio de Educación, el cual en ese momento proporcionaba sólo información de la población estudiantil. Hay un acercamiento a la idea de evaluación intuitiva de la fiabilidad, sin precisar otras cuestiones relacionadas con la valoración

crítica y cómo podrían tomarse los datos para que sean confiables. En este sentido se puede evidenciar un razonamiento verbal, aunque por lo demás, consideramos que evidencia un razonamiento idiosincrático porque, plantea la búsqueda de fuentes las cuales son acotadas y no logra anticipar algún camino posible para obtener información.

Mantiene una visión de la Estadística ingenua, en el sentido que no especifica de qué se va a tratar el estudio ni cómo recolectar la información. No presenta la manera en la que resumiría esos datos para ser analizados con posterioridad. Además, no especifica qué significado atribuye a “tablas complejas para un público general” y por qué podrían ser complejas.

Por su parte, el Sujeto 17_Act1.2 (Cuadro 9), refiere a la necesidad de informarse sobre el COVID para poder hacer la investigación, aunque no queda claro en qué se basaría esa investigación. Si bien considera instituciones encargadas de recolectar los datos, no especifica cuál o cuáles elegiría ni por qué.

Menciona muestras aleatorias por conglomerados, haciendo alusión, de manera informal, a la fiabilidad en recolección de datos. Sin embargo, no especifica cuáles podrían ser las variables a analizar, qué datos recolectaría y por qué sería propicio considerar ese tipo de muestreo. En este sentido, se observa que conoce verbalmente algunos conceptos, pero no se observan evidencias de cómo podría aplicarlos ni explicarlos en un contexto concreto.

Cuadro 9

Respuesta del Sujeto 17_Act1.2. Ejemplo de Razonamiento verbal

Primero me informaría sobre COVID 19, luego haría una planificación/ diseño de investigación donde además de otros aspectos me plantearía ciertos objetivos, luego acudiría a instituciones encargadas de recolectar datos sobre cuestiones de salud, consultaría cuales son las variantes que afectan la provincia, averiguaría la cantidad de

habitantes por distrito y si se tomaron muestras aleatorias por conglomerados para recolectar información, además de otra información que pueda ser relevante.

Nota: Respuesta obtenida del Cuestionario 2

5.2.2. Respuestas en las que predominan razonamientos transicionales y/o procedimentales

El razonamiento *transicional* se pudo observar en las respuestas de los sujetos 3 y 6, mientras que el *procedimental* se observó en los sujetos 10 y 12. A modo de ejemplo, en los Cuadros 10 y 11, se presentan las respuestas de los sujetos 3 y 10.

Cuadro 10

Respuesta del Sujeto 3_Act1.1. Ejemplo de Razonamiento transicional

En principio para analizar la variabilidad en la propagación se debería estudiar, por ejemplo, la variable: Cantidad de infectados por el virus COVID 19, en la provincia de Santa Fe, en los días del mes de octubre del 2020. Los datos los obtendría de fuentes oficiales como ser el ministerio de salud.

Luego con dichos datos podría calcular una medida de variabilidad como ser el coeficiente de variación.

Nota: Respuesta obtenida del Cuestionario 1

El Sujeto 3_Act1.1 (Cuadro 10), menciona una variable que podría ser de interés y considera fuentes oficiales. Si bien sólo indica como una de ellas al Ministerio de Salud, ésta es una de las más adecuadas. Surge una idea básica sobre fiabilidad, aunque no logra desarrollarla. Si bien, propone realizar un cálculo para medir la variabilidad, no menciona sobre qué poblaciones, muestras o datos se obtendría el mismo ni tampoco indica lo que se podría comparar. En este sentido, se considera que logra identificar tres elementos adecuados del proceso estadístico (fuente, variable y variabilidad), pero no logra integrarlos, con lo cual se considera un *razonamiento transicional*.

Por su parte, el Sujeto 10_Act1.2 (Cuadro 11), hace referencia a la búsqueda de datos a partir de muestras aleatorias, acercándose a la idea de fiabilidad, ya que tiene en cuenta el tipo y el tamaño que deberían tener las mismas. Si bien considera la cantidad de personas hisopadas, no tiene en cuenta cuántas de ellas obtuvieron resultados positivos, de éstos cómo fue su evolución, tampoco hace referencia al periodo bajo estudio, además, no tiene en cuenta quienes tuvieron la enfermedad, pero no se hisoparon. Cuando menciona la importancia del tamaño muestral, no especifica con base en qué universo. Así, se observa que el sujeto logra identificar los elementos de un proceso de muestreo (por ejemplo, identificación de factores, estratificación de la población bajo estudio), pero no logra integrarlos totalmente o al menos, no logra expresar una comprensión completa del proceso en su conjunto.

Cuadro 11

Respuesta del Sujeto 10_Act1.2. Ejemplo de Razonamiento procedimental

Hubiera tal vez, por un lado, hecho una separación de franjas etáreas para localizar qué sector de la población que se contagiaba más, dentro de las mismas franjas podría separar personas por tipos de trabajos/actividades, para evaluar distintos aspectos por ejemplo si eran trabajos con mucha concurrencia de gente, si eran trabajos de oficina, al aire libre, ir separando en posibles factores que influyan en el contagio. Ejemplo, las personas que trabajan al aire libre, como el sector de la construcción, por lo general son personas que no se han contagiado, o si lo han hecho no se dieron cuenta, aparentemente debido a una mayor exposición a condiciones adversas de clima, bacterias, virus, etc. Además, siempre dentro de esas franjas etáreas, separaría en personas que tengan alguna enfermedad subyacente, que podría indicar que son personas de riesgo, o no y qué los podría hacer más propensos a contraer el virus.

Por último, siguiendo en franjas etarias, separaría en barrios de la ciudad, por los estilos de vida que llevan.

Lo habría consultado donde realizan los test PCR, suponiendo que los test son confiables. En los mismos centros médicos ¿recopilarían la información necesaria? ¿Edad? ¿Trabajo? ¿Dirección? ¿Enfermedad subyacente?

Nota: Respuesta obtenida del Cuestionario 1

5.2.3. Respuestas en las que predomina el razonamiento idiosincrático

De acuerdo a lo registrado en la Tabla 8, el *razonamiento idiosincrático* se detectó en las respuestas de los sujetos 2, 5, 7, 8, 14 y 16. Recordamos que este tipo de razonamiento se da cuando hay evidencias del conocimiento de algunas palabras y símbolos estadísticos y se los utiliza, pero sin mostrar una comprensión acabada de los mismos o cuando se los aplica incorrectamente o sin relacionarlos con la información disponible. Ejemplos de este tipo de razonamiento se presentan en el Cuadro 12.

Cuadro 12

Respuestas de los Sujetos 14_Act1.2 y 16_Act1.2. Ejemplo de Razonamiento idiosincrático

No participaría. (Sujeto 14_Act.1.2)

Hubiera consultado los registros de casos positivos del 0800 COVID, desde el inicio de la pandemia. (Sujeto 16_Act.1.2)

Nota: Respuesta obtenida del Cuestionario 1

En el sitio del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC, 2020), se expresa que los datos son de todos y para todos (https://www.indec.gob.ar/ftp/documentos/alfabetizacion/planeta_dato_1.pdf) y por ello, se debería tener conciencia social de aportar información de calidad aún en lo individual, por lo que decidir no participar, tal como lo plantea el Sujeto 14_Act1.2, contradice la intención expresada por este organismo. La respuesta brindada, además, no permite valorar algún tipo de comprensión sobre conceptos o procesos estadísticos, por ello se considera un *razonamiento idiosincrático*.

En el caso del Sujeto 16_Act1.2, presenta una escasa respuesta sobre la forma en la que obtendría la información, ya que lo hace sólo para los casos positivos, sin considerar otras variables. No reflexiona sobre la completitud de los datos que podría obtener de esa fuente.

5.3. Análisis de contenido de las respuestas a la Actividad 2

Cabe recordar que, en cada formato de cuestionario, se presentan distintos planteos en la Actividad 2, por ello, en las secciones siguientes se diferencia el análisis de contenido de dicha actividad según cada formato de cuestionario (secciones 5.2.1 y 5.2.2).

5.3.1. Tipos de razonamientos y niveles de comprensión gráfica

predominantes en la Actividad 2 del Cuestionario 1

En las Tablas 9 y 10, se presentan los resultados del análisis de las respuestas a la Actividad 2 del Cuestionario 1, asociadas con los tipos de razonamientos y el nivel de comprensión gráfica predominante en cada respuesta, respectivamente. La información del análisis completo sobre cada unidad de análisis, se presenta en el Anexo 2.

Tabla 9

Tipos de razonamientos evidenciados en las respuestas de los sujetos a la Actividad 2 (Cuestionario 1)

Sujeto	Ítem A	Ítem B	Ítem C
1	transicional	verbal	Idiosincrático
2	idiosincrático	transicional	Transicional
3	idiosincrático	Idiosincrático	Idiosincrático
4	idiosincrático	Idiosincrático	Idiosincrático
5	verbal	verbal	Verbal
6	verbal	verbal	Verbal

Nota: Elaboración propia basada en las respuestas del Anexo 2

De los resultados de la Tabla 9 se observa que, de un total de seis sujetos, dos de ellos presentan respuestas de *razonamiento idiosincrático*, mientras que otros dos lo hacen con un *razonamiento verbal*. Sólo uno de los sujetos logra una respuesta en la que predomina un *razonamiento transicional* (Sujeto 2).

En cuanto a los niveles de comprensión gráfica (Tabla 10), la mayoría de los sujetos (4 de 6) evidenciaron un *Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica*, mientras que un solo sujeto (sujeto 2) logró un *Nivel 3_3: Leer más allá de los datos – Racional / Literal*.

Tabla 10

Niveles de comprensión gráfica evidenciados en las respuestas de los sujetos a la Actividad 2 (Cuestionario 1)

Sujeto	Ítem a	Ítem b	Ítem c	Nivel predominante CG
1	Nivel 2_1	Niveles 0_1 y 1_2	Nivel 0_1	Nivel 0_1
2	Nivel 1_2	Nivel 3_3	Nivel 3_3	Nivel 3_3
3	Nivel 1_2	Nivel 1_2	Nivel 0_1	Nivel 1_2
4	Nivel 1_2	Nivel 0_1	Nivel 1_2	Nivel 1_2
5	Nivel 1_2	Niveles 0_1 y 1_2	Nivel 2_1	Nivel 1_2
6	Nivel 1_2	Niveles 0_1 y 1_2	Nivel 1_2	Nivel 1_2

Nota: Elaboración propia basada en las respuestas del Anexo 2 (Aclaración: Nivel predominante CG significa Nivel predominante de Comprensión Gráfica)

5.3.2. Tipos de razonamientos predominantes en Actividad 2 - Cuestionario

1

Seguidamente se ejemplifican algunas de las respuestas, en las que se destacan los distintos tipos de razonamientos involucrados en la Actividad 2 del Cuestionario 1.

5.3.2.1. Respuestas en las que predominan razonamientos idiosincráticos

Como se desprende de la Tabla 9, el *razonamiento idiosincrático* se observó en gran parte de los sujetos, en al menos uno de los ítems que conformaban la Actividad 2. Uno de ellos, es el caso del Sujeto 3, expuesto en el Cuadro 13.

Cuadro 13

Respuesta del Sujeto 3_Act 2.1. Ejemplo de Razonamiento idiosincrático

b) Los reales continuaron creciendo 4 o 5 días y luego bajaron; los diagnosticados continuaron creciendo por más días como es de esperar.

c) Porque no se lograba diagnosticar a tiempo, por la cantidad de casos. Coinciden sólo por casualidad...ya que una de las variables decrece en el tiempo y la otra aumenta.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 2

En su respuesta, el Sujeto 3_Act 2.1., utiliza una lectura basada en la experiencia individual, utilizando un lenguaje idiosincrático. Parece referirse a algunas variables, pero las menciona de manera coloquial. Indica que “era de esperar” que los casos diagnosticados disminuyan, pero no especifica ni fundamenta la respuesta, quedándose con una perspectiva personal de la situación.

Otro ejemplo, en el que se observa un *razonamiento idiosincrático*, es el dado por el Sujeto 1_Act 2.1. En el cuadro 14 se presenta la respuesta a la pregunta b: A partir del aislamiento (Lockdown en el gráfico) de varias ciudades, ¿cómo varió el número de casos diagnosticados? ¿Y el de casos reales?

Cuadro 14

Respuesta del Sujeto 1_Act 2.1. Ejemplo de Razonamiento idiosincrático

b) Respecto a los casos reales, hay un crecimiento sostenido hasta el 24 de enero, y luego comienzan a bajar. El 25 de enero presenta una baja de casos, habría que ver qué pasó...

Respecto a los casos diagnosticados, su distribución es similar pero más apuntada y variable que la de los casos reales, y desplazada en el tiempo, lo cual tiene sentido.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 2

Utiliza un lenguaje cotidiano para explicar las variaciones que observa en el gráfico, pero tomando datos de manera aislada, sin considerar la evidencia cuantitativa que el gráfico ofrece. No argumenta por qué tiene sentido la variación observada. Se hace preguntas sobre lo que podría haber pasado, pero no logra relacionar lo que observa con la información brindada. Estos son indicadores de un *razonamiento idiosincrático* en los que predomina un lenguaje informal y ausencia de argumentación.

5.3.2.2. Respuestas en las que se evidencian razonamientos verbales

Los razonamientos verbales se observan en aquellas personas que pueden mencionar verbalmente los conceptos, pero no logran aplicarlos a los problemas o contextos. Un ejemplo de este tipo de razonamiento se evidencia en la respuesta que realiza el Sujeto 5_Act 2.1, al responder la pregunta c. ¿Por qué a pesar de que se aislaron las ciudades, los casos diagnosticados continuaron en aumento? ¿Qué significa que, al 31 de enero, los casos reales coinciden con los diagnosticados?

Cuadro 15

Respuesta del Sujeto 5_Act 2.1. Ejemplo de Razonamiento verbal

En los medios Argentinos siempre se explicó que los casos diagnosticados tenían una diferencia de varios días (15 aprox.) para reflejar los casos reales. Supongo que en China pasa algo similar (no tengo la información suficiente para poder responder). Manteniendo esta idea, podría decirse que el número de casos reales del 15 de enero (diagnosticados el 31 de enero) coinciden con los casos reales del 31 de enero.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 2

Intenta dar una explicación de lo que observa en el gráfico reflexionando sobre el contexto, pero no refiere a fuentes oficiales ni recurre a la información que se le presenta en la actividad. Asocia información de su entorno personal y a partir de allí, considera algunos datos específicos del gráfico, que los lee adecuadamente y logra identificar los casos diagnosticados y los reales, aunque no brinda evidencia numérica para apoyar sus dichos. En este sentido, se considera un *razonamiento verbal*, porque se puede observar una cierta comprensión de la información, aunque no logra relacionar la misma para obtener una conclusión a partir de la evidencia gráfica y numérica brindada.

5.3.2.3. Respuestas en las que se evidencian razonamientos transicionales

Un ejemplo de respuesta, en la que se destaca el *razonamiento transicional*, es la que brinda el sujeto 2, al responder a la pregunta c.

Cuadro 16

Respuesta del Sujeto 2_Act2.1. Ejemplo de Razonamiento transicional

c) como el periodo de contagio es de hasta 7 días, desde los casos que se diagnostican hoy contagiaron varios días antes, por lo que los contactos estrechos aparecerán en un periodo de 7 aproximadamente. Precisamente, el 31 de enero es una semana después (7 días) del aislamiento (23 de enero), es decir que ya no hay casos de contagio anteriores al aislamiento.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 2

En los razonamientos transicionales la persona es capaz de identificar correctamente uno o dos elementos de un proceso estadístico, pero no logra integrarlos totalmente. En la respuesta que brinda el Sujeto 2_Act 2.1, explica el motivo por el que los casos diagnosticados continuaron en aumento haciendo mención al periodo de contagio. En este sentido, se evidencia que comprende la forma en que se obtienen los datos y sus consecuencias en los resultados obtenidos. Sin embargo, no menciona datos

que puede obtener desde el gráfico, por lo que no utiliza información del resumen y, por lo tanto, no logra integrar esos conceptos que están implícitos en el mismo.

5.3.3. Niveles de comprensión gráfica predominantes en respuestas a Actividad 2 - Cuestionario 1

Dado que la Actividad 2 del Cuestionario 1 presenta información en un gráfico de barras, es posible hacer una categorización de las respuestas según niveles de comprensión gráfica. En la Tabla 10, se resumieron los niveles predominantes en cada ítem y se observó que la mayoría de los sujetos evidenciaron un Nivel 1_2, solo en uno se observó un Nivel 0_1 y en otro, un Nivel 3_3. A continuación, se ejemplifica cada una de estas situaciones

5.3.3.1. Respuestas en las que predomina el Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático

En la respuesta del Sujeto 1_Act 2.1 evidencia de manera predominante un Nivel 0_1, donde la lectura está basada en la experiencia individual o perspectivas personales. Un ejemplo de ello es la respuesta a la pregunta c.

Cuadro 17

Respuesta del Sujeto 1_Act 2.1. Ejemplo de Nivel 0_1: Perspectiva personal-Idiosincrático

c) Voy a responder desde lo que creo podría haber pasado, pero no tengo respuestas certeras a estas preguntas, no soy profesional de salud...
Para la primera pregunta, entiendo que ya habrían muchas personas contagiadas dentro de la ciudad por lo que aislarla no significó que paren los contagios.
Y la segunda pregunta no me queda clara... no sé a dónde se apunta con el "significado" de la igualdad de casos reales y diagnosticados... la causa no la sé, lo único que veo es

que la altura de las barras es igual, por lo que los casos coinciden. Tampoco me queda claro cómo se calcularon los casos "reales", si son reales, no son estimaciones...

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 2

En su respuesta especifica que responderá según lo que supone que sucedió, dando una mirada personal y desde su experiencia, sin conectar con la información del gráfico, aunque lee un dato, pero sin analizar su significado en el contexto. De esta forma, realiza un análisis basado en sus creencias personales, utilizando un lenguaje cotidiano, sin tener en cuenta la necesidad de una indagación basada en la información que brinda el gráfico. Tampoco busca información complementaria que le podría permitir comprender mejor las preguntas. Se basa sólo en “las alturas de las barras” pero no especifica ni utiliza la información de las frecuencias que presenta el gráfico. Además, no logra interpretar lo que se consideró por “Casos reales”.

Este es uno de los ejemplos, que aportan evidencia al hecho de que ser capaz de leer e interpretar diferentes gráficos estadísticos es componente fundamental de *alfabetización estadística*, tal como plantean Bolch y Jacobbe (2019). Esto es así, dado que la comprensión gráfica no se debería centrar solamente en la lectura e interpretación de gráficos (a secas), sino que incluye otros aspectos que permiten profundizar en ellos (Friel et al., 2001). Tal como lo indican Sánchez Acevedo et al. (2021), la comprensión de gráficos implica tres diferentes comportamientos: traducción, interpretación y extrapolación/interpolación. Esta última, implica una extensión de la interpretación, es decir, implica identificar tendencias y posibles consecuencias derivadas de la información gráfica. Como se puede apreciar en la respuesta del sujeto, éste no logra realizar ninguna de estas acciones, al menos de forma completa y menos aún, de manera integrada, lo cual podría ser el motivo que lo lleve a basarse en sus conocimientos y creencias para poder brindar una respuesta.

5.3.3.2. Respuestas en las que predomina el Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica

De las seis respuestas brindadas en el Cuestionario 1, la mayoría (4 de 6) evidenció un Nivel de comprensión gráfica correspondiente al *Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica*. Los sujetos en los que predominó este nivel fueron el 3, 4, 5 y 6. A modo de ejemplo, en el Cuadro 18, se presenta la respuesta dada por el sujeto 6_Act 2.1.

Cuadro 18

Respuesta del Sujeto 6_Act 2.1. Ejemplo de Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica

b) Diagnosticados aumentaron por varios días y reales aumentaron poco, cerca de estable los primeros y luego comenzaron a bajar.

c) Lo primero puede relacionarse con el tipo que se necesitaba para diagnosticar. Lo segundo que en ese día hubo tantos diagnosticados como reales, o por lo que se lee en el gráfico podría estar relacionado con la emergencia (no comprendo la pregunta). Aunque esto no lo puedo concluir solo con la información del gráfico. Necesitaría conocer información extra.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 2

Logra observar una variación, tanto en los casos reales como en los casos diagnosticados, sin especificar algún tipo de medida que exprese de manera absoluta, relativa o porcentual algunas de esas variaciones. Utiliza un lenguaje personal y cotidiano para explicar lo observado. Responde considerando la tendencia observada en el gráfico sin referirse a valores que la fundamenten. No va más allá de los datos, tal como se observa en Curcio (1989), coincidiendo con lo que encuentran Sánchez Acevedo et al. (2021). Hace un intento, pero si bien menciona que no puede responder porque le falta información, no especifica cuál es esa información que le haría falta y, en consecuencia, se podría indicar que no se observa un análisis crítico sobre qué es lo que necesitaría buscar.

Otra respuesta en la que se observa este nivel es la del sujeto 4_Act 2.1 (Cuadro 19), puesto que realiza una lectura literal básica y puntual de lo que observa en el gráfico. No hace una mirada general ni reflexiona sobre lo observado y utiliza lenguaje cotidiano para referirse a una disminución en la variable sin especificar el motivo de la misma ni basarse en datos del gráfico.

Cuadro 19

Respuesta del Sujeto 4_Act 2.1. Ejemplo de Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica.

- b) El número de casos diagnosticados aumenta mientras que el de casos reales se "desploma".*
- c) Porque la propagación ya se había realizado aproximadamente una semana/quince días antes del cierre.*

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 2

5.3.3.3. Respuestas en las que se evidencia el Nivel 3_3: Leer más allá de los datos – Racional / Literal

En una sola respuesta, correspondiente al sujeto 2_Act 2.1, se ha podido evidenciar un Nivel 3_3: *Leer más allá de los datos*. En el Cuadro 16 se presenta dicha respuesta, en la que se puede observar que el sujeto hace una reflexión sobre el motivo por el que los casos diagnosticados continuaron en aumento, refiriendo al periodo de contagio e integrando la información del gráfico con el contexto y con lo que conoce del mismo. Lee información del gráfico, que utiliza para respaldar lo que expone, la duración de los siete días de contagio, detectando de esta forma una tendencia particular tal como lo consideramos en el análisis previo, aunque a diferencia de la respuesta modelo presentada en el Capítulo 4, esta respuesta no presenta una predicción de tendencias basadas en los cálculos realizados y tampoco hace un análisis de la fiabilidad de los datos, formulando posibles hipótesis explicativas.

5.3.4. Análisis de las respuestas a la Actividad 2 del Cuestionario 2

A continuación, se presenta el análisis de la Actividad 2 del Cuestionario 2, el cual fue aplicado a once profesores. Para mantener la continuidad con los sujetos encuestados en el Cuestionario 1, se les asignó una numeración del 7 al 17. Al igual que en la sección anterior, en la Tabla 11, se muestra un resumen de los tipos de razonamientos, mientras que en la Tabla 12, se describen los niveles de comprensión gráfica.

Tabla 11

Tipos de razonamientos evidenciados en las respuestas a la Actividad 2 (Cuestionario 2)

Sujeto	Respuesta
7	idiosincrático
8	idiosincrático
9	idiosincrático
10	Verbal y transicional
11	No categorizado
12	verbal
13	verbal
14	idiosincrático
15	procedimental
16	idiosincrático
17	Idiosincrático y verbal

Nota: Elaboración propia basada en las respuestas del Anexo 3

De un total de once encuestados, siete de ellos (sujetos 7, 8, 9, 14, 16 y 17) evidenciaron un *razonamiento idiosincrático*, mostrando que, en su mayoría, las respuestas presentan palabras y símbolos estadísticos, pero no los utilizan de manera correcta o bien no los relacionan con la información brindada. En este sentido, estos resultados siguen las mismas tendencias encontradas en los trabajos de Sánchez (2010) y Sánchez Acevedo et al. (2021).

El sujeto 17, presentó un *razonamiento verbal* en parte de su respuesta y los sujetos 12 y 13, lograron expresar verbalmente los conceptos sin poder aplicarlos ni relacionarlos con el contexto. El sujeto 10, además de evidenciar un *razonamiento verbal*,

también presentó un *razonamiento transicional*. Sólo la respuesta de uno de los sujetos (sujeto 15), se pudo categorizar como un *razonamiento procedimental*, logrando identificar los elementos de un concepto o proceso estadístico, pero sin integrar totalmente esos elementos al proceso. En cuanto al sujeto 11, éste no responde a la consigna por lo que no se pudo categorizar al no tener evidencias del motivo por el que no respondió.

Tabla 12

Niveles de comprensión gráfica evidenciados en las respuestas de los sujetos a la Actividad 2 (Cuestionario 2)

Sujeto	Respuesta
7	Nivel 1_2
8	Nivel 0_1
9	Nivel 1_2
10	Nivel 2_1
11	No categorizado
12	Nivel 1_2
13	Nivel 2_1
14	Nivel 0_1
15	Nivel 3_3
16	Nivel 0_1
17	Nivel 1_2

Nota: Elaboración propia basada en las respuestas del Anexo 3

De la Tabla 12, podemos concluir que al igual que en los razonamientos, sólo el sujeto 15 pudo mostrar un *nivel de comprensión gráfica 3_3*, al leer más allá de los datos. El 54,5% (6 sujetos) evidenció un Nivel 1_2 (4 de los 6) y un Nivel 2_1 (2 de los 6), lo que muestra que su lectura fue básica y de comparación. Sólo un 27,3% tuvieron un razonamiento ingenuo posicionado en un Nivel 0_1, donde primó la lectura basada en la experiencia o perspectiva personal.

5.3.5. Tipos de razonamientos predominantes en las respuestas a la

Actividad 2 – Cuestionario 2

Para poder ejemplificar los tipos de razonamientos evidenciados, en las secciones siguientes se exponen algunas respuestas dadas por los sujetos en la Actividad 2 del Cuestionario 2.

5.3.5.1. Respuestas en las que predominan razonamientos idiosincráticos

Los sujetos 7, 8, 9, 14 y 16, presentaron respuestas en las que su razonamiento no fue correcto o en los que utilizaron algunas palabras de manera correcta pero no pudieron relacionarlas con la información brindada.

El Sujeto 8_Act 2.2., no responde a lo pedido en relación al tipo de gráfico que se podría realizar, ya que considera que el crecimiento observado es exponencial, pero no argumenta a favor de esa tendencia ni hace mención al tipo de gráfico a utilizar. El Sujeto 7_Act 2.2, considera que el gráfico será el mismo al representar la misma variable, es decir la tasa de crecimiento, pero no considera las frecuencias en cada caso ni hace una distinción de los países según la tasa de crecimiento observada en el gráfico presente. En el cuadro 20, se exponen las respuestas dadas por ambos sujetos.

Cuadro 20

Respuesta del Sujeto 8_Act2.2 y del Sujeto 7_Act 2.2. Ejemplo de Razonamiento idiosincrático.

<i>Un crecimiento exponencial. (Sujeto 8)</i>
<i>El mismo gráfico porque corresponde a la tasa de crecimiento. (Sujeto 7)</i>

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 3

5.3.5.2. Respuestas en las que predominan razonamientos verbales

La presencia de *razonamientos verbales* sugiere una comprensión superficial de los conceptos estadísticos. Si bien los sujetos pueden mencionar términos y definiciones, no logran conectarlos con el contexto. Ejemplos de respuestas enmarcadas dentro de este razonamiento, son las que se muestran en los Cuadros 21 (Sujeto 12_Act 2.2) y 22 (Sujeto 17_Act 2.2), respectivamente.

Cuadro 21

Respuesta del Sujeto 12_Act2.2. Ejemplo de Razonamiento verbal

Si se mantiene la tasa de crecimiento para cada país, el gráfico resultante sería similar a este, es decir que se mantendrían las proporciones entre los distintos países y todos superarían la tasa del 40%.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 3

Aquí, puede observarse que el sujeto logra identificar que las proporciones se mantendrían y que la tasa del 40% sería superada, pero no proporciona evidencias cuantitativas ni explica cómo llegó a esa conclusión. Consideramos que, expresa un *razonamiento verbal*, ya que utiliza un lenguaje general sin proporcionar información específica sobre las magnitudes de los cambios o la interpretación de las tendencias.

Similar al anterior, el Sujeto 17_Act 2.2, considera los países que superan el umbral, entendiendo que el gráfico resultante será un gráfico de barras, pero no logra expresarlo en términos del contexto utilizando, por ejemplo, la tasa de crecimiento diaria o el número de casos en un día específico, tal como hemos indicado en el análisis previo de esta actividad (Capítulo 4). No realiza cálculos ni utiliza evidencia cuantitativa, para mostrar esa “notable” diferencia que menciona.

Cuadro 22

Respuesta del Sujeto 17_Act2.2. Ejemplo de Razonamiento verbal

Se pronunciaría notablemente la diferencia entre las barras de los países que superan el umbral (duplicación cada dos días).

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 3

5.3.5.3. Respuestas en las que predominan razonamientos transicionales y procedimentales

Los sujetos 10 y 15, parecen evidenciar razonamientos *transicional* y *procedimental*, respectivamente, al analizar la tasa de crecimiento diario de casos en distintos países. En estos tipos de razonamientos se logran identificar dos o más elementos, pero no se los puede relacionar o se lo hace de una manera parcial sin llegar a comprender completamente el proceso.

En el cuadro 23, se presenta la respuesta del Sujeto 10_Act 2.2, en la que se observa una reflexión sobre la forma en la que se calcula la tasa de crecimiento, ya que para la misma se consideran los casos del día anterior. Puede identificar el concepto de tasa de crecimiento y los casos acumulados y los relaciona, para explicar la tendencia en los porcentajes diarios, aunque no realiza cálculos matemáticos para obtener dichos porcentajes con los cuales podría justificar las predicciones, tal como se expresó en la respuesta modelo (Capítulo 4), en la que se concluye que (...) *pasada una semana (siete días) se habrán duplicado tres veces, llegando al final de la semana a octuplicarse*, la tasa de crecimiento para los países que superan el umbral del 40%. Además, no hace una distinción entre los países que superan el 40% de los que no. Este sujeto también presenta un *razonamiento verbal*, al indicar que se observan variaciones, pero sin fundamentar con información cuantitativa.

Cuadro 23

Respuesta del Sujeto 10_Act2.2. Ejemplo de Razonamiento transicional

La relación entre países iría separándose, ya que la tasa se mantiene pero los casos acumulados son los que hacen la diferencia, ya que los porcentajes diarios van a ser sobre los acumulados los días anteriores.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 3

Por su parte, el Sujeto 15_Act 2.2, al inicio, reflexiona sobre la falta de información que brinda el gráfico para poder realizar una predicción siendo crítico con lo que observa. Logra realizar una predicción particular, considerando aquellos países cuya tasa de crecimiento supera el 40% y realiza comparaciones entre estos países.

Cuadro 24

Respuesta del Sujeto 15_Act2.2. Ejemplo de Razonamiento procedimental

Tan solo con el gráfico la información es incompleta, ya que no sabemos si los países están en su pico de crecimiento y realizar una suposición que la tasa continuaría nos sirve para estimar. Siguiendo la tendencia de las tasas esperaríamos que los países entre Bélgica y Noruega dupliquen sus casos cada dos días. Por lo tanto, seguramente habría que hacer un ajuste en la escala, ya que en el caso de Bélgica su representación aumentaría considerablemente respecto de Noruega.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 3

5.3.6. Niveles de comprensión gráfica evidenciados en la Actividad 2 – Cuestionario 2

A modo de ejemplificación de los distintos niveles de comprensión gráfica que se observan en la Tabla 12, se muestran distintas respuestas en las secciones siguientes.

5.3.6.1. Respuestas en las que predomina el Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático

Los sujetos 8, 14 y 16, presentan un Nivel 0_1, y como mencionamos en los tipos de razonamiento, el sujeto 11 no responde. A modo de ejemplo de este nivel, en el Cuadro 25, se exponen las respuestas de los sujetos 14 y 16. Se observa que los sujetos no

especifican la tendencia observada, sólo mencionan que sería el mismo gráfico. No realizan ningún tipo de argumentación que pueda fundamentar cuáles son las características observadas en el gráfico.

Cuadro 25

Respuestas de los Sujetos 14_Act2.2 y 16_Act2.2. Ejemplo de Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático

<i>El mismo (Sujeto 14_Act.2.2)</i> <i>Sería el mismo gráfico (Sujeto 16_Act.2.2)</i>
--

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 3

5.3.6.2. Respuestas en las que predomina el Nivel 1_2: Leer los datos –

Lectura básica

A diferencia de los sujetos anteriores, el Sujeto 9_Act 2.2 (Cuadro 26), considera que el gráfico será el mismo y justifica su respuesta, por ese motivo la misma presenta otro nivel. Dado que, en su justificación, reconoce que la tasa de crecimiento diario se mantiene constante, no hace la distinción de aquellos países que superan el 40%, mostrando una lectura literal de la información. Logra identificar la variable, sin reflexionar sobre el umbral expuesto en el gráfico.

Cuadro 26

Respuesta del Sujeto 9_Act2.2. Ejemplo de Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica.

<i>Igual, entendiéndose que la tasa de crecimiento de cada país en cada día de la semana fue la misma.</i>
--

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 3

5.3.6.3. Respuestas en las que predomina el Nivel 2_1: Leer dentro de los datos

El Nivel 2: *Leer dentro de los datos*, presenta la subcategoría 2_1 de comparación: mayor / menor, aumento / disminución sin realizar cálculos matemáticos. Las respuestas de los sujetos 10 y 13, se incluyeron en esta subcategoría. A modo de ejemplo, en el Cuadro 27, se expone la respuesta dada por el sujeto 13.

Cuadro 27

Respuesta del Sujeto 13_Act2.2. Ejemplo de Nivel 2_1: Leer dentro de los datos

Si las tasas se mantienen entonces esperarí­a que el gráfico resultante durante una semana sea el mismo (no sé si se refiere a la publicación diaria del gráfico durante una semana, o una publicación semanal del gráfico. El "durante" me hace pensar lo primero).

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 3

En este caso, el sujeto parece comprender que el gráfico sería el mismo y hace una distinción entre un gráfico distinto si la medición se hace cada día o de manera semanal, dando cuenta de una lectura que va más allá de los datos expuestos y de un incipiente razonamiento inferencial informal (Rossman, 2007). Sin embargo, no explica por qué sería el mismo gráfico o qué podría suceder después de dos días si considera la medición de manera diaria. Identifica la variable, observa variaciones y reflexiona sobre las distintas interpretaciones de la frase "durante una semana", aunque no llega a una conclusión definitiva. En este sentido, se podría indicar que hay algunos vestigios de que utiliza elementos asociados con las componentes I y II del razonamiento inferencial informal definidas por Zieffler et al. (2008).

5.3.6.4. Respuestas en las que predomina el Nivel 3_3: Leer más allá de los datos – Racional/Literal

En el Cuadro 24, se presentó la respuesta del Sujeto 15_Act 2.2, quien evidenció un Nivel 3_3, debido a que reconoce la tendencia, teniendo en cuenta los casos

particulares de aquellos países como Bélgica y Noruega, que superan el umbral del 40%. Cuestiona la insuficiencia de la información que brinda el gráfico, sin hacer sugerencias alternativas. Esto último se acerca a un nivel 4_4, aunque no llega a desarrollar la argumentación con mayor profundidad.

5.4. Análisis de las respuestas a la Actividad 3

La Actividad 3 en cada formato de cuestionarios presenta distintas consignas. Es por ello que, a continuación, se describen las respuestas de cada cuestionario divididas en las secciones 5.3.1 y 5.3.2.

5.4.1. Análisis de las respuestas a la Actividad 3 del Cuestionario 1

En esta sección, expondremos las respuestas brindadas por los sujetos del Cuestionario 1 en relación a la Actividad 3. La misma, presenta un gráfico de burbujas, por lo que el análisis está basado, tanto en los tipos de razonamiento propuestos por Garfield (2002) y expuestos en la Tabla 13, como en los niveles de comprensión gráfica establecidos por García – García et al. (2020), presentados en la Tabla 14.

Tabla 13

Tipos de razonamientos evidenciados en las respuestas de los sujetos a la Actividad 3 (Cuestionario 1)

Sujeto	Respuesta
1	transicional
2	verbal
3	idiosincrático
4	verbal
5	idiosincrático
6	verbal

Nota: Elaboración propia basada en las respuestas del Anexo 2

De un total de 6 encuestados, los sujetos 3 y 5, evidenciaron un *razonamiento idiosincrático*. Por su parte, el sujeto 1, lo hizo de manera *transicional*, mientras que los sujetos 2, 4 y 6, evidenciaron un *razonamiento verbal*. Así, se vislumbra que el 50% de los sujetos logra utilizar un lenguaje adecuado.

Tabla 14

Niveles de comprensión gráfica evidenciados en las respuestas de los sujetos a la Actividad 3 (Cuestionario 1)

Sujeto	Respuesta
1	Nivel 2_1
2	Nivel 2_1
3	Nivel 1_2
4	Nivel 1_2
5	Nivel 1_2
6	Nivel 1_2

Nota: Elaboración propia basada en las respuestas del Anexo 2

La Tabla 14 muestra que, el 66,7% de los sujetos se posicionaron en un *Nivel 1_2*: *Leer los datos – Lectura básica* y solo dos de ellos, sujetos 1 y 2, lo hicieron dentro de una subcategoría de *comparación*, haciendo una *lectura dentro de los datos*, pero sin fundamentar a través de cálculos o valores porcentuales.

5.4.2. Tipos de razonamientos predominantes en la Actividad 3–

Cuestionario 1

Para poder realizar un análisis más completo y específico, a continuación, presentamos ejemplos para cada uno de los niveles de razonamientos evidenciados en las respuestas de los sujetos encuestados.

5.4.2.1. Respuestas en las que predominan razonamientos idiosincráticos

Los *razonamientos idiosincráticos* para esta actividad, están asociados a la lectura errónea de las burbujas o bien, sólo a la lectura del tamaño de las mismas, pero sin lograr comparaciones, predicciones ni establecer una tendencia como la pregunta lo indicaba. En el Cuadro 28, se reproduce la respuesta de uno de los sujetos (Sujeto 5_Act3.1.).

Cuadro 28

Respuesta del Sujeto 5_Act3.1. Ejemplo de Razonamiento idiosincrático.

Tengo dudas respecto a lo que significa "incidencia diaria por cada 1000 habitantes". Tengo la sensación de que mayor tamaño de burbuja, implica mayor cantidad de casos de COVID, PERO el título del gráfico dice "Retraso en la propagación del coronavirus en China..." Entonces... ¿mayor tamaño de burbuja implica mayor retraso de contagios?.

Creo que la opción correcta es la primera que mencioné, eso me lleva a concluir que la restricción en los viajes no influye en la disminución en la propagación, incluso, después del 6 junio, la simulación presenta más casos de COVID con 90 % de restricción de viajes que en el caso con 0 % de restricciones.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 2

El Sujeto 5_Act3.1., confunde el significado del tamaño de las burbujas. Si bien se cuestiona sobre lo que observa e intenta realizar una comparación en relación al tamaño de las mismas, su respuesta se considera errónea, porque no lee adecuadamente la información que brinda el tamaño de las burbujas. No brinda información de los valores que debería comparar y analiza los datos por separado haciendo una lectura puntual y no logra integrarlos.

5.4.2.2. Respuestas en las que predominan razonamientos verbales

En las respuestas de los sujetos 2, 4 y 6, se observa un *razonamiento verbal* en la que en cada una se evidencian distintas características de este razonamiento. A modo de

ejemplo, se muestran las respuestas dadas por los sujetos 2 y 4, en los Cuadros 29 y 30 respectivamente.

Cuadro 29

Respuesta del Sujeto 2_Act3.1. Ejemplo de Razonamiento verbal.

Para poder comparar este gráfico deberíamos hacerlo en porcentaje ya que seguramente la cantidad de personas que estemos comparando, no sea la misma. (interpreto que por ciudades se decidía qué porcentaje de medios de transporte cerrar)

Aclarado lo anterior y suponiendo que se están comparando cosas similares, podemos decir que...

El gráfico muestra que no hay mucha incidencia en los contagios por la utilización de medios de transporte. En los casos en los que los viajes se redujeron el 90%, el período de mayor contagio fue mayor que en los otros dos casos. Además en el caso de la reducción del 40%, la disminución de contagios fue la más rápida, incluso es la que menor período de mayor contagio tuvo, pero también es la que más contagios se registraron.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 2

Este sujeto entiende que, al comparar distintos lotes de datos, es necesario hacerlo utilizando una frecuencia porcentual. Sin embargo, no comprende que el tamaño de las burbujas ya lo está indicando y, por lo tanto, se puede realizar una comparación directa. Realiza un análisis de lo que observa en cada situación, teniendo en cuenta el tamaño de las burbujas, compara entre cada una, pero no reflexiona más allá de lo que observa. Habla de mayor o menor periodo de contagio, pero no utiliza valores de referencia. Tampoco lo hace en términos porcentuales, como lo plantea al comienzo de la respuesta. Por estas características, su respuesta se puede enmarcar dentro de *un razonamiento verbal*, dado que conoce los conceptos, pero no puede aplicarlos de forma correcta a la situación planteada.

En la respuesta del Sujeto 4_Act3.1. (Cuadro 30), se observa que hace una lectura del gráfico que representa la reducción del 90%, indicando una disminución, pero a diferencia del sujeto anterior, no lo hace en términos porcentuales, aunque realiza una comparación entre los diámetros de las burbujas para cada situación, observando que no hay diferencias relevantes entre reducir la circulación un 40% o un 90%. Su lectura está basada solo en lo que observa, sin reflexionar sobre el contexto ni sobre la información que brindan los datos del gráfico, por lo que no llega a completar su respuesta tal como lo esperábamos en el análisis previo del Capítulo 4.

Cuadro 30

Respuesta del Sujeto 4_Act3.1. Ejemplo de Razonamiento verbal

Al reducir los viajes en un 90% la incidencia diaria por cada mil personas en China disminuye de forma redundante a cuando no se reducen los viajes pero igualmente no hay gran diferencia entre la disminución al reducir un 40% o 90% los viajes. Para elaborar la conclusión observo los diámetros de los círculos (y su representación) a lo largo del tiempo.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 2

5.4.2.3. Respuestas en las que predominan razonamientos transicionales

Un solo sujeto logró una respuesta que se acerca a un *razonamiento transicional*, en la que, a partir de los datos observados, busca aproximar a un modelo la distribución presentada, imaginando que el mismo se adapta a una curva, pero no indica cuáles son las características de ésta. En el Cuadro 31, se muestra la respuesta completa del Sujeto 1_Act3.1.

Cuadro 31

Respuesta del Sujeto 1_Act3.1. Ejemplo de Razonamiento transicional

En términos generales, lo que puedo decir es que el crecimiento de casos es más abrupto para la distribución sin restricciones (concentración de burbujas grandes). A medida que aumentan las restricciones de viaje, los casos aumentan pero más suavemente (las burbujas van tomando diferentes tamaños, cada vez más grandes, pero sin llegar al tamaño máximo de la distribución sin restricciones). Lo mismo pasa para el descenso de casos, decrecimiento más abrupto en la distribución sin restricciones.

Si uno se imaginase las curvas correspondientes a cada tipo de restricción, la curva más apuntada sería la de 0% de restricciones y la más aplanada la del 90% de restricciones.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 2

El Sujeto 1_Act3.1., realiza una comparación entre los tres gráficos identificando tamaños de las burbujas y su concentración o variabilidad. No logra hacer una lectura porcentual de los casos observados. Imagina curvas para representar cada situación indicando en qué caso sería más aplanada. Su respuesta evidencia un razonamiento transicional puesto que logra identificar los elementos del gráfico, hacer comparaciones, pero utilizando un lenguaje que no es preciso con frases generales como “aumentan, pero más suavemente”.

5.4.3. Niveles de comprensión gráfica evidenciados en la Actividad 3 – Cuestionario 1

De las respuestas dadas en la Actividad 3 del Cuestionario 1, podemos hacer un análisis de los niveles de comprensión que se evidencian en cada una de ellas según la categorización descrita por García - García et al. (2020). En esta sección, sólo se presentarán ejemplos para los Niveles 1_2 y 2_1, puesto que los demás niveles no quedaron evidenciados en las respuestas, tal como lo indica la Tabla 14.

5.4.3.1. Respuestas en las que predomina el Nivel 1_2: Leer los datos –

Lectura básica

En el análisis previo, se esperaba que los sujetos, en primera instancia, pudieran hacer una lectura literal de la información, indicando el tamaño de las burbujas y haciendo una comparación entre las tres situaciones presentadas, fundamentando estas comparaciones con los valores observados.

En el Cuadro 32, se muestra la respuesta dada por el Sujeto 3_Act3.1., quien realiza una lectura correcta de la tendencia, aunque no especifica valores ni realiza una comparación exhaustiva. Además, utiliza la experiencia personal y una opinión sobre lo que podría llegar a ocurrir, por lo que hemos asignado el nivel de comprensión gráfica 1_2.

Cuadro 32

Respuesta del Sujeto 3_Act3.1. Ejemplo de Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica.

Si se observan los gráficos se pueden visualizar que en el primero 0% de reducción en los viajes la incidencia a lo largo del tiempo tendría un pico más acentuado que cuando se reducen los viajes un 40% y 90% por lo que quizás no daría tiempo al sistema de salud de responder a las demandas en días tan acotados.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 2

En el Cuadro 33, se muestra otro ejemplo del Nivel 1_2, donde el sujeto realiza una lectura literal del gráfico, pero a diferencia del anterior, sólo describe lo que observa en relación al tamaño de los círculos y los compara con las tres situaciones, sin poder realizar ninguna predicción ni tendencia de lo que se espera que ocurra.

Cuadro 33

Respuesta del Sujeto 6_Act3.1. Ejemplo de Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica.

Por lo observado en la distribución de los diámetros de los círculos en los tres casos, que coinciden aproximadamente en los mismos lugares de la distribución para los tres casos, sin importar el nivel de reducción de viajes la incidencia diaria por cada 100 personas no varía significativamente según si la gente puede o no viajar.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 2

5.4.3.2. Respuestas en las que predomina el Nivel 2_1: Leer dentro de los datos

En la respuesta modelo descrita en el Capítulo 4, se comentó la importancia de explicitar los significados contextuales y de evaluar los datos representados en el gráfico, formulando hipótesis explicativas. Así, se podría evidenciar un Nivel 3_3. Sin embargo, en las respuestas de los sujetos 1 y 2, se observó un Nivel 2_1, porque ambos realizan comparaciones, observan el tamaño de las burbujas e intentan hacer una predicción de lo que podía llegar a suceder si se reducían los viajes, pero las mismas no están sustentadas por los datos observados. Estas respuestas fueron expuestas en los Cuadro 31 (Sujeto 1_Act3.1.) y 29 (Sujeto 2_Act3.1.), respectivamente.

5.4.4. Análisis de las respuestas a la Actividad 3 del Cuestionario 2

En esta sección, se exponen las respuestas brindadas por los sujetos que respondieron al Cuestionario 2, en relación a la Actividad 3. Estos sujetos se enumeran del 7 al 17 para dar continuidad a la numeración del cuestionario 1. En esta actividad tienen dos consignas por resolver, la primera, relacionada con la lectura de dos gráficos diferentes: una serie de tiempo para distintos países y una distribución de frecuencias relativas porcentuales para distintos países. La segunda actividad, requiere el armado de un titular donde se comparen las distribuciones para los países de Ecuador, Colombia y Argentina.

A continuación, se presentan las Tablas 15 y 16, donde se resumen los tipos de razonamientos y niveles de comprensión gráfica predominantes en las respuestas, respectivamente. A modo de resumir la información, se identificó con ítem a e ítem b, a las consignas de la primera actividad y con ítem c, a la consigna de la segunda actividad.

Tabla 15

Tipos de razonamientos evidenciados en las respuestas de los sujetos a la Actividad 3 (Cuestionario 2)

Sujeto	Ítem a	Ítem b	Ítem c
7	Idiosincrático	Verbal	Idiosincrático
8	Idiosincrático	Idiosincrático	Idiosincrático
9	Idiosincrático	Verbal	Idiosincrático
10	Idiosincrático	Idiosincrático	Transicional
11	Idiosincrático	Idiosincrático	Idiosincrático
12	Verbal	Idiosincrático	Transicional
13	Idiosincrático	Idiosincrático	Idiosincrático
14	Idiosincrático	Idiosincrático	Idiosincrático
15	Idiosincrático	Idiosincrático	Idiosincrático
16	Verbal	Verbal	Idiosincrático
17	Verbal	Verbal	Verbal

Nota: Elaboración propia basada en las respuestas del Anexo 3

De la Tabla 15, se desprende que, en su mayoría (8 de 11, en el ítem a y c y 7 de 11, en el ítem b), los sujetos respondieron utilizando un *razonamiento idiosincrático*. Los sujetos 10 y 12, lograron un *razonamiento transicional* en la consigna c, mientras que el sujeto 17, lo hizo de manera *verbal* en toda su respuesta.

A partir de la Tabla 16, es posible concluir que el nivel predominante en el 63,64% de los sujetos, fue el *Nivel 1_2 Leer datos – Lectura básica*. Sólo el sujeto 12 tuvo un *Nivel 2_1 Leer dentro de los datos* y, además, en parte de su respuesta (en la segunda actividad) logró un *Nivel 3_3 Leer más allá de los datos*. Tres de los sujetos encuestados obtuvieron un *Nivel 0_1 Perspectiva personal – Idiosincrático*.

Tabla 16

Niveles de comprensión gráfica evidenciados en las respuestas de los sujetos a la Actividad 3 (Cuestionario 2)

Sujeto	Ítem a	Ítem b	Ítem c	Nivel predominante
7	Nivel 1_2	Nivel 1_2	Nivel 2_1	Nivel 1_2
8	Nivel 1_2	Nivel 1_2	Nivel 1_2	Nivel 1_2
9	Nivel 1_2	Nivel 1_2	Nivel 0_1	Nivel 1_2
10	Nivel 1_2	Nivel 1_2	Nivel 2_1	Nivel 1_2
11	Nivel 1_2	Nivel 0_1	Nivel 0_1	Nivel 0_1
12	Nivel 2_1	Nivel 0_1	Nivel 3_3	Nivel 2_1
13	Nivel 0_1	Nivel 1_2	Nivel 0_1	Nivel 0_1
14	Nivel 1_2	Nivel 1_2	Nivel 0_1	Nivel 1_2
15	Nivel 0_1	Nivel 1_2	Nivel 0_1	Nivel 0_1
16	Nivel 1_2	Nivel 1_2	Nivel 1_2	Nivel 1_2
17	Nivel 1_2	Nivel 1_2	Nivel 2_1	Nivel 1_2

Nota: Elaboración propia basada en las respuestas del Anexo 3

5.4.5. Tipos de razonamientos evidenciados en las respuestas a la Actividad 3 del Cuestionario 2

Para poder ejemplificar los distintos tipos de razonamientos evidenciados en las respuestas de los once sujetos, tomaremos algunas de ellas como modelo, para identificar distintas características observadas para cada tipo.

5.4.5.1. Respuestas en las que predominan razonamientos idiosincráticos

Los *razonamientos idiosincráticos* fueron evidenciados, en mayor medida, en la respuesta a la segunda parte de la Actividad 3, que consistía en comparar, a partir del Gráfico 2 (series de tiempo donde se observa la cantidad de nuevos casos diarios confirmados, según país, al 1 de julio de 2020), el comportamiento de Colombia, Ecuador y Argentina y expresar en un titular, de máximo 10 palabras, lo más importante de la comparación. Los participantes debían indicar los motivos por los que elegían ese titular.

En el Cuadro 34, se reproducen las respuestas de los Sujetos 8_Act3.2. y 14_Act3.2., los mismos expresan un titular según lo pedido, pero no dan motivos de esa elección.

Cuadro 34

Respuesta del Sujeto 8_Act3.2. y del Sujeto 14_Act3.2. Ejemplo de Razonamiento idiosincrático

Ítem c: Ecuador comienza a controlar sus casos, Colombia y Argentina siguen en aumento. No indica los motivos. (Sujeto 8)

Ítem c: "Argentina y Colombia aterradas, mientras Ecuador deja atrás el miedo". No indica los motivos. (Sujeto 14)

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 3

Si bien los titulares expresan una comparación entre los países y en ellos se evidencia una *lectura dentro de los datos* en cuanto a esa comparación, no es posible saber qué fue lo que observaron específicamente para crear el titular. Además, el Sujeto 14_Act3.2., en el título menciona palabras como “aterradas” y “miedo” que dan información imprecisa y que no se relacionan directamente con la información de los gráficos.

El Sujeto 11_Act3.2., también presenta un *razonamiento idiosincrático* en la explicación que realiza, en cuanto al titular elegido. La justificación se basa sólo con la observación de un dato en particular (el pico) y no especifica la frecuencia, ni en qué tiempo sucede. Además, supone que, al llegar al pico la curva bajará. Este sujeto también, presenta un *razonamiento idiosincrático* en la respuesta del ítem b (Gráfico 3: distribuciones de frecuencias relativas donde se muestran los porcentajes de casos confirmados por país, al 17 de marzo de 2021). En su respuesta, confunde la variable y la compara con la frecuencia, aunque interpreta de forma correcta el gráfico. Este es un error

muy común encontrado en otras investigaciones como por ejemplo en Batanero et al. (2010) o Tauber (2010). En el Cuadro 35 se expone la respuesta completa del Sujeto 11_Act3.2.

Cuadro 35

Respuesta del Sujeto 11_Act3.2. Ejemplo de Razonamiento idiosincrático.

Ítem a: Gráfico 2: Una serie de tiempo. Porque tengo el tiempo vs frecuencia absoluta.
Ítem b: Gráfico 3: Una serie de tiempo. Tiempo vs frecuencia.
Ítem c: Ecuador bajo control. En Colombia y Argentina aumentan los casos.
En el primer caso ya tengo el pico, en los otros dos países no. Lo debo alcanzar para que baje la curva.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 3

5.4.5.2. Respuestas en las que predominan razonamientos verbales

Los sujetos 7, 9, 12 y 16, presentaron en alguna de sus respuestas, un *razonamiento verbal*. Dichas respuestas refieren a la primera actividad, donde debían clasificar el tipo de gráfico que se les presentaba y justificar la respuesta. Al realizar el análisis previo, en el Capítulo 4, se describió una respuesta modelo en la que se esperaba un *razonamiento verbal*, puesto que la justificación implicaba leer información del gráfico, como la variable, la frecuencia y el título. El Sujeto 17_Act3.2., presentó este tipo de razonamiento en las respuestas dadas a la actividad completa, lo que puede observarse en el Cuadro 36.

Cuadro 36

Respuesta del Sujeto 17_Act3.2. Ejemplo de Razonamiento verbal.

Ítem a: Gráfico 2: Una serie de tiempo. Porque se muestra el cambio de la variable "cantidad de nuevos casos" con el paso del tiempo.

Ítem b: Gráfico 3: Una distribución de frecuencias relativas. Una distribución de frecuencias relativas porcentuales donde se muestra el porcentaje de casos confirmados según la variable edad (en intervalos).

Ítem c: Ecuador, baja irregularmente; Colombia y Argentina no paran de crecer.

El motivo principal que elegí este título fue porque observé que en Ecuador hubo un pico alto en el gráfico pero después, tiende a bajar de forma irregular; en cambio Argentina y Colombia lo único estable es el crecimiento acelerado de la cantidad de nuevos casos.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 3

Como se mencionó, en los dos primeros ítems, describe las características observadas para poder establecer los tipos de gráficos representados. En cuanto a la segunda actividad, correspondiente al ítem c, describe lo observado en los tres gráficos haciendo una comparación entre los mismos. Menciona aumentos y disminuciones, pero no registra valores concretos, por este motivo su razonamiento se enmarca dentro del *verbal*.

5.4.5.3. Respuestas en las que predominan razonamientos transicionales

Los *razonamientos transicionales* se logran al reconocer una o dos características y elementos de un proceso estadístico y a partir del contexto se los relaciona, aunque de manera parcial. Los sujetos 10 y 12, presentan en la respuesta al ítem c este tipo de razonamiento. En el Cuadro 37, se presenta como ejemplo, la respuesta del Sujeto 10_Act3.2.

Cuadro 37

Respuesta del Sujeto 10_Act3.2. Ejemplo de Razonamiento transicional.

EN ARGENTINA Y COLOMBIA CRECEN EXPONENCIALMENTE LOS CONTAGIOS, ECUADOR LOS CONTROLA.

Es lo que se ve en las gráficas, Argentina y Colombia con más de 3000 y 4000 casos diarios respectivamente, y la curva no hace pico aún, en Ecuador se ve que el pico pasó con alrededor de 2000 casos diarios.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 3

Así, el Sujeto 10_Act3.2., a diferencia de los otros sujetos que presentan un razonamiento verbal, en su justificación menciona las diferencias y similitudes que observa en los tres gráficos de los países que compara y sustenta estas comparaciones con valores que extrae de los gráficos.

5.4.6. Niveles de comprensión gráfica evidenciados en la Actividad 3 – Cuestionario 2

En la Actividad 3 del Cuestionario 2, los encuestados debían responder en función del análisis y lectura de diferentes gráficos, es por esto que en sus respuestas se observaron distintos niveles de comprensión gráfica. A continuación, en las siguientes secciones se ejemplifican cada uno de los niveles detectados.

5.4.6.1. Respuestas en las que predominan el Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático

Los sujetos 11, 13 y 15, presentan un *Nivel 0_1: perspectiva personal* de manera predominante en sus respuestas, ya sea porque eligen de manera incorrecta los tipos de gráficos que se les presentan o bien porque, en su justificación del titular utilizan vocabulario impreciso o confuso.

Un ejemplo de este nivel se observa en la respuesta del Sujeto 13_Act3.2., para el ítem a, en la que elige la opción incorrecta y en la justificación, demuestra que confunde una distribución de frecuencias absolutas con una serie de tiempo. Reconoce que la frecuencia no es relativa ni porcentual. En el Cuadro 38, se expone la respuesta completa.

Cuadro 38

Respuesta del Sujeto 13_Act3.2. Ejemplo de Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático.

Ítem a: Gráfico 2: Una distribución de frecuencias absolutas. Al hablar de "Cantidad de nuevos casos" da la idea de que es una distribución no acumulada. No es relativa, pues no intervienen porcentajes.

Ítem b: Gráfico 3: Una distribución de frecuencias relativas. Asumiendo que el eje vertical de la izquierda es la edad descarto totalmente que sea acumulada porque: (1) se está midiendo en el rango de edad y para confirmar esto podemos ver qué (2) la distribución no es monótona.

Aumenta el número de casos nuevos en Argentina y Ecuador.

No indica los motivos.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 3

A su vez, el Sujeto 13_Act3.2., expone un titular en el que refleja una comparación errónea entre Argentina y Ecuador, ya que la comparación expuesta sería entre Argentina y Colombia y a este país no lo menciona. Además, no justifica la elección del contenido del titular expresado.

El Sujeto 15_Act3.2., también presenta un *Nivel 0_1 de perspectiva personal*, al elegir el título y la explicación del mismo. Si bien reflexiona sobre los gráficos, pone en duda si lo que representan es verdaderamente lo que se observa. Al considerar que, en realidad el gráfico podría estar representando una frecuencia acumulada, no interpreta de forma correcta la información brindada. Utiliza la palabra “milagro” para referirse a la situación de Ecuador y luego, explica que al titular lo pensó para despertar la atención en los lectores. Esto posiciona su respuesta en un *nivel idiosincrático y de perspectiva personal*.

Cuadro 39

Respuesta del Sujeto 15_Act3.2. Ejemplo de Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático.

*"Ecuador el milagro latinoamericano. Argentina y Colombia los más complicados."
Primero para poner en sospecha los valores informados en Ecuador, ya que repentinamente caen los casos, quizás por algún cambio en el registro de los casos. Además, tanto Argentina y Colombia presentan gráficos similares que invita a su estudio, ¿serán así los datos o acaso hay un error y se reflejaban los casos acumulados? ¿Qué grupo etario es más propenso a los contagios? ¿Por qué?*

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 3

5.4.6.2. Respuestas en las que predomina el Nivel 1_2: Leer los datos –

Lectura básica

De los sujetos que se han categorizado en *Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica*, podemos considerar como ejemplos, a los sujetos 7 y 9, quienes en sus respuestas presentan una lectura literal de la información que obtienen de los gráficos.

Por su parte, el Sujeto 9_Act3.2. (cuadro 40), en los ítems a y b, elige de manera correcta los tipos de gráficos, relacionándolos de manera adecuada al concepto que está por detrás de cada uno de ellos: una serie de tiempo, en el primer caso, y una distribución de frecuencias, en el segundo. Además, menciona de manera informal las variables representadas en cada uno, indicando, el tipo de frecuencias utilizadas en el segundo caso. Todo ello coincide con lo que se esperaba en el análisis previo para esta parte de la actividad (Capítulo 4).

Cuadro 40

Respuesta del Sujeto 9_Act3.2. Ejemplo de Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica.

Ítem a: Gráfico 2: Una serie de tiempo. Se representan los valores de una variable a intervalos regulares de tiempo (día a día).

Ítem b: Gráfico 3: Una distribución de frecuencias relativas. Para cada rango de edad (variable) se le hace corresponder el % de personas infectadas en el país en un determinado día.

Ítem c: Ecuador, Colombia y Argentina: tendencia creciente de infectados desde junio. No indica los motivos.

En cuanto al ítem c, en el título, se puede inferir que el sujeto consideró los picos de las distribuciones de los tres países, sin tener en cuenta que, a partir de junio en Ecuador, hubo una disminución en los casos. Al no indicar los motivos de la elección del titular no tenemos evidencia escrita que nos permita asegurar si nuestra inferencia es correcta. Por este motivo, esta parte de la respuesta podría enmarcarse en un Nivel 0_1, aunque en la respuesta completa, predomina el Nivel 1_2.

Por otra parte, el Sujeto 7_Act3.2. (Cuadro 41), al elegir el titular, realiza una comparación entre los tres países indicando un aumento y luego una disminución de casos, aunque no menciona ni valores ni tiempo específico donde suceden estos cambios. Por este motivo su respuesta queda enmarcada en un nivel de lectura básica.

Cuadro 41

Respuesta del Sujeto 7_Act3.2. Ejemplo de Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica.

Ítem c: Aumentos de casos en Colombia y Argentina a diferencia de Ecuador.

Elegí este titular porque en los tres países se observa un aumento de casos pero en Ecuador, a diferencia de los otros países, se visualiza que luego de una determinada fecha, disminuyen los mismos.

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 3

5.4.6.3. Respuestas en las que predomina el Nivel 2_1: Leer dentro de los datos y/o Nivel 3_3: Leer más allá de los datos – Racional / Literal

De las once respuestas obtenidas, solo una (sujeto 12) en el ítem c, ha sido categorizada en el Nivel 3_3: Leer más allá de los datos – Racional / Literal. En este

nivel, se espera que el sujeto pueda leer valores, realizar comparaciones, detectar tendencias y explicar significados contextuales literalmente en términos de las características que muestra el gráfico.

En su respuesta al ítem c, el Sujeto 12_Act3.2. (Cuadro 42), logra hacer una descripción de lo que sucede en los tres países, desde el 1° de julio, indicando cantidad de nuevos casos diarios. Los compara entre sí y detecta tendencias particulares.

En el Cuadro 42, se presenta la respuesta completa del Sujeto 12_Act3.2., puesto que a su vez en el ítem a, logra describir la variable y distinguir el tiempo en el que está descrita la misma en el gráfico, evidenciando un Nivel 2_1: Leer dentro de los datos.

Cuadro 42

Respuesta del Sujeto 12_Act3.2. Ejemplo de Nivel 2_1: Leer dentro de los datos y Nivel 3_3: Leer más allá de los datos – Racional / Literal

Ítem a: Gráfico 2: Una serie de tiempo. Se observan la cantidad de nuevos casos diarios desde el 1/3 al 1/7. (Nivel 2_1: Leer dentro de los datos)

Ítem b: Gráfico 3: Una distribución acumulada. No justifica.

Ítem c: Se observa que tanto Argentina como Colombia han aumentado, cada día, la cantidad de nuevos casos. Al 1/7 Colombia superaba los 4000 nuevos casos diarios y Argentina los 3000. En Ecuador se observa que en ningún momento superó los 2000 nuevos casos diarios y que además la variabilidad por día es mucho mayor con un pico de aproximadamente 2000 nuevos casos diarios en lo que podría ser el mes de mayo. A partir de esto se observa una reducción casi a la mitad de la cantidad de nuevos casos diarios.

Por esto elijo el siguiente titular: "Ecuador maneja mejor la pandemia que Colombia y Argentina" (Nivel 3_3: Leer más allá de los datos – Racional / Literal)

Nota: Elaboración propia tomada de las respuestas del Anexo 3

5.5. Análisis de las respuestas a la Actividad 4 (Ambos cuestionarios)

La Actividad 4 es la misma en ambos cuestionarios dado que, hace referencia a la actividad 1 (también igual en ambos cuestionarios). En esta última actividad, los sujetos debían hacer una revisión de todo lo analizado en las distintas actividades, para retomar sus respuestas a la Actividad 1 y poder completar, ampliar, modificar según la reflexión realizada.

Como sucedió con la Actividad 1, ésta no presenta cuestiones asociadas con la lectura e interpretación de gráficos, por lo que, solo se analizaron los tipos de razonamientos evidenciados por cada sujeto en sus respuestas, los cuales se resumen en la Tabla 17. La información de dicha tabla, resulta del análisis de contenido de cada una de las respuestas dadas por los sujetos de estudio. Dicho análisis completo, sujeto a sujeto, se presenta en los Anexos 2 y 3.

Tabla 17

Tipos de razonamientos evidenciados por los sujetos en la Actividad 4 (Ambos cuestionarios)

Sujeto	Razonamientos evidenciados (cuestionario 1)	Sujeto	Razonamientos evidenciados (cuestionario 2)
1	idiosincrático	7	idiosincrático
2	idiosincrático	8	idiosincrático
3	idiosincrático	9	verbal
4	Verbal	10	verbal
5	idiosincrático	11	idiosincrático
6	idiosincrático	12	idiosincrático
		13	idiosincrático
		14	idiosincrático
		15	verbal
		16	idiosincrático
		17	verbal

Nota: Elaboración propia basada en las respuestas de los Anexos 2 y 3

De los resultados de la Tabla 17, es posible concluir que el 70,6% (12 de 17) de los encuestados respondió utilizando un razonamiento idiosincrático mientras que el 29,4% de los sujetos, lo hicieron con un razonamiento verbal. A modo de ejemplo, en la siguiente sección, se exponen las respuestas de algunos sujetos donde se evidencian los distintos razonamientos observados con características diferenciables en cada uno de ellos.

5.5.1. Respuestas en las que predominan razonamientos idiosincráticos

En el Cuadro 43, se presenta la respuesta dada por el Sujeto 2_Act4.1., quien menciona algunas variables como: edad y género y, además, agrega dimensiones nuevas para el análisis, sin especificar claramente cómo haría dicho análisis. Realiza un listado de actividades como ser que no cerraron sus tareas durante el aislamiento, pero no puntualiza. Por este motivo, su razonamiento es *idiosincrático*.

Cuadro 43

Respuesta del Sujeto 2_Act4.1. Ejemplo de Razonamiento idiosincrático

Se podría indagar también por los medios de transportes habilitados, por los puestos laborales que están habilitados para realizar sus tareas habituales (apertura de comercios, bares y restaurantes, escuelas, clubes, etc.), edades, género.

Nota: Respuesta obtenida del Cuestionario 1 (Anexo 2)

Dentro de este tipo de razonamiento, también se categorizaron a los sujetos 1, 3, 11, 12 y 16, quienes responden que no agregarían nada a la respuesta dada en la Actividad 1 y al Sujeto 14, quien por su parte responde que “no recuerda la actividad 1”. La respuesta a la Actividad 1 de este sujeto se encuentra en el Cuadro 12 quien indica que: “no participaría del estudio estadístico sobre la variación en la propagación del virus COVID 19”. Se considera que estas respuestas evidencian *razonamientos idiosincráticos* por no reflexionar sobre las actividades realizadas ni integrar la información aportada en

las actividades 2 y 3. De esta manera, no es posible valorar algún tipo de comprensión sobre conceptos o procesos estadísticos.

Una respuesta distinta a las anteriores, que también se enmarca dentro del *razonamiento idiosincrático*, es la expuesta en el Cuadro 44, correspondiente al Sujeto 6_Act4.1.

Cuadro 44

Respuesta del Sujeto 6_Act4.1. Ejemplo de Razonamiento idiosincrático

<i>Mantengo la necesidad de consultar con gente especializada antes de poder tomar cualquier decisión sobre qué cosas analizar en el estudio.</i>

Nota: Respuesta obtenida del Cuestionario 1 (Anexo 2)

El Sujeto 6_Act4.1., vuelve a mencionar que consultaría a especialistas como lo hizo en la Actividad 1. En su respuesta a dicha actividad (Cuadro 45), se observaba un acercamiento a la necesidad de resumir los datos, aunque no explica de qué manera realizarlo. Menciona indicadores, variables y preguntas generales sin demasiadas especificaciones. Por ello en la Actividad 1, se había considerado que era posible categorizar su respuesta en un razonamiento verbal y transicional. Por el contrario, en la Actividad 4, es posible indicar que no está reflexionando sobre la información analizada previamente y por eso, su razonamiento se considera *idiosincrático*.

Cuadro 45

Respuesta del Sujeto 6_Act1.1. Ejemplo de Razonamiento verbal y transicional

<i>Recolectando datos en los centros telefónicos y presenciales de salud, organizando y resumiendo datos. Considero que para saber qué preguntar debería consultar con especialistas médicos y profesionales de la salud que me permitan conocer los indicadores que se deben tener en cuenta para conocer el nivel de propagación del virus. Y a partir de allí definir variables y preguntas.</i>

Nota: Respuesta obtenida del Cuestionario 1 (Anexo 2)

5.5.2. Respuestas en las que predominan razonamientos verbales

De la Tabla 17, se desprende que los sujetos 4, 9, 10, 15 y 17, se han categorizado en un razonamiento verbal, donde en algunos casos, agregan más lugares de donde obtener la información, en otros, consideran nuevas variables, pero se continúa sin valorar la confiabilidad de la toma de datos ni la actualización de los mismos. Ejemplos de estas respuestas se evidencian en los Cuadros 46 y 47.

Cuadro 46

Respuesta del Sujeto 17_Act4.2.. Ejemplo de Razonamiento verbal

No tomaría la investigación de forma superficial sino que trabajaría más con evidencia empírica brindada por organismos que trabajen con información estadística, trabajaría articuladamente donde se discuta todo antes de llegar a conclusiones que luego serán tenidas en cuenta para la toma de decisiones gubernamentales.

Nota: Respuesta obtenida del Cuestionario 2 (Anexo 3)

El Sujeto 17_Act4.2., si bien menciona la necesidad de trabajar con fuentes confiables, de manera articulada, no logra especificar con qué fuentes, qué observaría, con qué información estadística trabajaría, lo que hace que la confiabilidad en la toma de los datos no sea valorada adecuadamente, mencionando verbalmente los conceptos, pero sin poder aplicarlos en el contexto de manera específica o más detallada.

Cuadro 47

Respuesta del Sujeto 4_Act4.1. Ejemplo de Razonamiento verbal

Agregaría consultar las interacciones que tuvieron dichas personas entre ellas para ir generando una estadística de contagio.

Nota: Respuesta obtenida del Cuestionario 1 (Anexo 2)

En el caso del Sujeto 4_Act4.2 (Cuadro 47), se observa que considera la posibilidad de analizar los contagios por contacto, consultando a las personas contagiadas, agregando una nueva variable, pero sin detallar para qué necesitaría conocer

esta información, cómo la utilizaría para la investigación. Esta variable se agrega a las que ya había considerado en la Actividad 1, donde indicó que “*Hubiese consultado al Ministerio de salud o a los Grandes Hospitales sobre cantidad de infectados, cantidad por familia, cuántos días luego del primer síntoma se contagiaron los demás integrantes familiares.*” (Respuesta del Sujeto 4_Act1.1)

Otra característica que se observó en las respuestas que evidencian un *razonamiento verbal*, es la de resumir los datos obtenidos en una serie de tiempo, haciendo mención a una actividad resuelta en el cuestionario (Actividad 3). Por ejemplo, en el Cuadro 48, el Sujeto 9_Act4.2, responde indicando la posibilidad de calcular tasas por día, sugiriendo que se utilicen gráficos similares a los mostrados en la Actividad 3. Esto evidencia una reflexión sobre las actividades realizadas, lo que pareciera indicar que el sujeto comprende que es necesario resumir los datos es fundamental para analizarlos.

Cuadro 48

Respuesta del Sujeto 9_Act4.2. Ejemplo de Razonamiento verbal

<i>Sí. Podría calcular tasas por día (como en el gráfico que se mostró para distintos países).</i>
--

Nota: Respuesta obtenida del Cuestionario 2 (Anexo 3)

En el Cuadro 49, se muestra la respuesta dada por el Sujeto 10_Act4.2., quien entiende la necesidad de ser más preciso en la toma de datos. Su respuesta evidencia un *razonamiento verbal*, al distinguir entre los días consultados (días hábiles vs. fines de semana), mostrando una conexión con su anterior análisis (Cuadro 11), donde menciona la importancia de la fiabilidad y la representatividad de los datos al distinguir entre sectores y grupos de personas. El Sujeto 10, reconoce que la propagación del virus puede verse afectada por factores como los días no laborales, los días lluviosos y la actividad diaria.

Cuadro 49

Respuesta del Sujeto 10_Act4.2. Ejemplo de Razonamiento verbal

Sí, agregaría con respecto al tiempo como se fue propagando, ya que podría inferir el clima, los fines de semana, cuando la gente no hace las actividades semanales que pasa ahí. O sea casos diarios y separando en días hábiles.

Nota: Respuesta obtenida del Cuestionario 2 (Anexo 3)

5.6. Resultados generales sobre perfiles de razonamiento y de comprensión gráfica

A modo de resumen final, en la Tabla 18, se presentan el o los tipos de razonamiento y nivel/es de comprensión gráfica evidenciados en cada sujeto y en cada actividad. Este resumen permite tener un panorama general sobre los perfiles de cada docente y a la vez, permite visualizar cuáles son los perfiles más comunes de los diecisiete sujetos analizados. Este insumo servirá para la elaboración de las conclusiones finales en la próxima sección. Así, en la primera columna de la Tabla 18, se indica el número de sujeto y el número correspondiente a la actividad y versión del cuestionario que respondió (1 o 2) y en las columnas siguientes, se indican los tipos de razonamiento evidenciados, a los que se les agrega el nivel de comprensión gráfica predominante, particularmente en las Actividades 2 y 3.

Dado que la Actividad 2 del Cuestionario 1 y la Actividad 3 del Cuestionario 2, presentan tres ítems, se decidió indicar los tipos de razonamientos evidenciados en cada ítem si éstos fueran distintos, dado que, al presentar distintas características, no fue posible indicar un tipo predominante. Así, por ejemplo, el Sujeto 1_1 en la Actividad 2, presenta tres razonamientos distintos, uno para cada ítem, mientras que el Sujeto 13, en la Actividad 3, presenta el mismo razonamiento en todos los ítems de dicha actividad.

Tabla 18

Perfil de cada sujeto en relación a los tipos de razonamientos y niveles de comprensión gráfica

Sujeto_ Cuestionario N°	Tipo de razonamiento evidenciado – Nivel de comprensión gráfica (NCG) predominante en cada sujeto			
	Actividad 1	Actividad 2	Actividad 3	Actividad 4
1_1	Idiosincrático Verbal	Transicional Verbal Idiosincrático NCG 0_1	Transicional NCG 2_1	Idiosincrático
2_1	Idiosincrático	Idiosincrático Transicional NCG 3_3	Verbal NCG 2_1	Idiosincrático
3_1	Transicional	Idiosincrático NCG 1_2	Idiosincrático NCG 1_2	Idiosincrático
4_1	Verbal	Idiosincrático - NCG 1_2	Verbal NCG 1_2	Verbal
5_1	Idiosincrático	Verbal NCG 1_2	Idiosincrático NCG 1_2	Idiosincrático
6_1	Verbal Transicional	Verbal NCG 1_2	Verbal NCG 1_2	Idiosincrático
7_2	Idiosincrático	Idiosincrático NCG 1_2	Idiosincrático - Verbal - NCG 1_2	Idiosincrático
8_2	Idiosincrático	Idiosincrático NCG 0_1	Idiosincrático NCG 1_2	Idiosincrático
9_2	Verbal	Idiosincrático NCG 1_2	Idiosincrático - Verbal NCG 1_2	Verbal
10_2	Procedimental	Verbal - Transicional NCG 2_1	Idiosincrático - Transicional NCG 1_2	Verbal
11_2	Verbal	No categorizado	Idiosincrático NCG 0_1	Idiosincrático
12_2	Procedimental	Verbal NCG 1_2	Verbal - Idiosincrático - Transicional NCG 2_1	Idiosincrático
13_2	Idiosincrático - Verbal	Verbal NCG 2_1	Idiosincrático NCG 0_1	Idiosincrático
14_2	Idiosincrático	Idiosincrático - NCG 0_1	Idiosincrático NCG 1_2	Idiosincrático
15_2	Verbal	Procedimental NCG 3_3	Idiosincrático NCG 0_1	Verbal
16_2	Idiosincrático	Idiosincrático NCG 0_1	Verbal - Idiosincrático NCG 1_2	Idiosincrático
17_2	Verbal	Idiosincrático - Verbal - NCG 1_2	Verbal NCG 1_2	Verbal

Nota: Elaboración propia basada en el análisis de contenido de las respuestas (Anexos 2 y 3)

De la Tabla 18, es posible concluir que, en gran parte de las respuestas, se evidenció un *razonamiento idiosincrático*. Analizando las respuestas dadas en cada una de las actividades realizadas por cada sujeto, es posible indicar que, aquellos que tuvieron un *razonamiento idiosincrático* en la Actividad 1 (el 47%), también lo tuvieron en la Actividad 4, las cuales están relacionadas entre sí. Dos de estos sujetos (1_1 y 13_2), a su vez, en parte de la primera actividad, evidenciaron un *razonamiento verbal*. En la sección 5.1.1, se encuentra la respuesta del Sujeto 1_1 (Cuadro 8) y una explicación del motivo por el que consideramos evidencia ambos tipos de razonamientos.

Además de los sujetos descritos anteriormente, en la Actividad 4, se observan otros cuatro sujetos, que evidencian en sus respuestas características asociadas con un *razonamiento idiosincrático*, con lo cual se podría indicar que, un 70,6% de sujetos presentan este razonamiento en dicha actividad. Lo llamativo en estos cuatro sujetos es que, en la Actividad 1, lograron razonamientos de tipo *transicional* (Sujeto 3_1), *verbal* y *transicional* (Sujeto 6_1), solo *verbal* (Sujeto 11_2) y solo *procedimental* (Sujeto 12_2), lo que demuestra que en sus primeras respuestas hay reflexión, análisis, búsqueda de posibles variables, consideración de fuentes confiables, procedimientos, mientras que esas características no surgen en la última actividad. En los Cuadros 44 y 45 de la sección 5.4.1, se presentaron las respuestas del Sujeto 6_1 que ejemplifican esta situación.

Esto sugiere un posible defecto en la implementación del instrumento, ya que podría haber sido demasiado largo o la estructura en secciones podría haber dificultado la recuperación de la información de la primera actividad. Si bien solo el Sujeto 14 menciona no recordar la actividad 1, es un aspecto a considerar en futuras investigaciones.

Por otra parte, en la Actividad 1, también se observa que, el 47% de los sujetos evidenció características asociadas con un *razonamiento verbal*, mientras que en la Actividad 4, este tipo de razonamiento sólo fue evidenciado por un 29,4% de sujetos. De estos últimos, cuatro de ellos (Sujetos 4_1, 9_2, 15_2 y 17_2) lograron un *razonamiento verbal* en ambas actividades. A su vez, en la Actividad 4, ninguno evidenció un *razonamiento transicional o procedimental*, mientras que en la Actividad 1, sólo lo hizo el 23,5% de los encuestados. Particularmente, el Sujeto 10_2, en la Actividad 1, evidenció un *razonamiento procedimental*, mientras que en la Actividad 4, lo hizo de manera *verbal*.

Volviendo a los sujetos que evidenciaron un *razonamiento idiosincrático* en la primera y última actividad, en las Actividades 2 y 3, tres de ellos (Sujetos 1_1, 2_1 y 5_1), presentaron razonamientos que tenían características asociadas con el *razonamiento verbal y transicional*. Además, en estas actividades, por presentar gráficos y requerir de su lectura y análisis, las respuestas evidenciaban niveles de comprensión gráfica, asociadas con *Nivel 1_2*, *Nivel 2_1* y *Nivel 3_3*, respectivamente.

En general, observando las respuestas de todos los sujetos en las Actividades 2 y 3, de la Tabla 18, se observa que, el 53% de los sujetos presentan un *nivel de comprensión gráfica 1_2 y/o 2_1*, mientras que ningún sujeto obtuvo un nivel 0_1. Sólo dos de ellos (Sujetos 2_1 y 15_2), lograron un *Nivel 3_3* en la Actividad 2. Sin embargo, en la Actividad 3, el Sujeto 15_2, evidenció un *Nivel 0_1* junto a un *razonamiento idiosincrático*, lo cual es un indicador de una escasa comprensión de la situación planteada en la que se debían relacionar distintos gráficos con los conceptos de distribución de frecuencias o series de tiempo.

En esta misma actividad, de manera contraria al anterior, el Sujeto 2_2 alcanza un *Nivel 2_1 con un razonamiento verbal*, mostrando un nivel de comprensión básico de la

situación, en el que pudo identificar variables utilizando un lenguaje cotidiano sin fundamentar con información cuantitativa.

Describiendo casos particulares, observamos que el Sujeto 3_1 presenta un *razonamiento transicional* en la primera actividad, pero en las siguientes su razonamiento es *idiosincrático* y el nivel de comprensión gráfica no supera el *Nivel 1_2*. En otros casos, como los Sujetos 4_1 y 9_2, sus razonamientos en la mayoría de las respuestas son *verbal*, sin embargo, el nivel de comprensión gráfica, es de Nivel 1_2. Lo mismo le sucede a los Sujetos 10_2 y 12_2, quienes no superan el Nivel 2_1, a pesar que evidencian *razonamientos procedimental y transicional*. Finalmente, los Sujetos 7_2 y 8_2, en todas las actividades, presentan *razonamientos idiosincráticos* y no logran superar al *Nivel 1_2* de comprensión gráfica.

Si bien el análisis anterior y el resumen realizado en la Tabla 18, permiten identificar de manera particular y general, tanto los razonamientos como los niveles de comprensión gráfica que pudieron identificarse a partir de las respuestas brindadas por los sujetos de estudio, consideramos que se podría tener un panorama más general de estos indicadores si se tienen en cuenta la cantidad o proporción de respuestas que presentan determinados tipos de razonamientos y/o niveles de comprensión gráfica. Con este objetivo, hemos incluido las Tablas 19 y 20, las cuales describiremos a continuación.

Tabla 19

Distribución de respuestas según tipos de razonamientos según actividad

Razonamiento	Idiosincrático	Idiosincrático y Verbal	Verbal	Verbal y Transicional	Transicional o Procedimental	Total
Actividad	Cantidad de sujetos					
1	6	2	5	1	3	17
2	7	1	4	1	1	14 ⁽¹⁾
3	7	3	4	0	1	15 ⁽²⁾
4	12	0	5	0	0	17

Nota: Elaboración propia basada en Tabla 18. (n =17 sujetos)

- (1) Además, en la Actividad 2, se observaron: 1 sujeto con razonamiento *idiosincrático-verbal-transicional*, otro sujeto con razonamiento *idiosincrático-transicional* y uno que no se categorizó por no haber brindado una respuesta.
- (2) En la Actividad 3, un sujeto tuvo *razonamiento idiosincrático-transicional* y otro, razonamiento *idiosincrático-verbal-transicional*.

A partir de los resultados presentados en la Tabla 19, es posible indicar que, el razonamiento predominante, en todas las actividades de ambos cuestionarios, ha sido el *razonamiento idiosincrático*, ya que entre 6 y 12 de los 17 sujetos analizados, han evidenciado este tipo de razonamiento en sus respuestas. El segundo tipo de razonamiento más observado fue el *verbal*, presentando menor variabilidad en sus frecuencias que han variado entre 4 y 5, y, por último, los razonamientos *transicional o procedimental*, han sido observados con menor frecuencia (entre 0 y 3 sujetos). En las actividades 2 y 3, se presentaron algunos casos atípicos en el que se encontraron respuestas con razonamientos combinados de tres tipos, los cuales se han mencionado al pie de la Tabla 19.

Una cuestión que sorprende, es el aumento de respuestas con razonamiento idiosincrático en la Actividad 4 respecto de la 1 (ya que estaban relacionadas). Si bien en varias ocasiones, las respuestas dan evidencia de que los sujetos no logran mostrar una comprensión del proceso de muestreo previo, que es necesario llevar adelante para la toma de datos, consideramos que también, en parte, puede ser consecuencia de ciertas limitaciones en el formato de administración del instrumento, ya que el mismo no permitía al encuestado ver la respuesta que ya había brindado en la Actividad 1. Igualmente, esperábamos que al atravesar el proceso de análisis de los gráficos presentados en las Actividades 2 y 3, los sujetos hubieran podido integrarlas y considerar otras estrategias para el diseño muestral.

Por otra parte, considerando aquellos sujetos que han evidenciado razonamientos mixtos entre *idiosincráticos* y *verbales o solo verbales*, además de los que presentaron razonamientos solo *idiosincráticos*, de la Tabla 19, se desprende que la mayoría (entre 12 y 17 respuestas de 17 sujetos), evidencian una integración incompleta o inadecuada de conceptos, mostrando solo un conocimiento verbal de los mismos, pero sin lograr aplicarlos a una situación concreta. Esto llama aún más la atención si se considera que, al momento de aplicar el instrumento, el contexto y la información presentada en el mismo, correspondía a notas y artículos periodísticos que circulaban a diario en la vida de todas las personas. Aún más preocupante, si consideramos que esa información y las decisiones que se tomaban en ese momento desde los distintos organismos gubernamentales, afectaba a la vida de todos y eran criticadas por todos. Un elemento más de preocupación se suma a estos resultados, si recordamos que los sujetos de estudio, no solo eran ciudadanos que estaban atravesando todas esas complejidades, sino que eran profesores que estaban en pleno ejercicio de su profesión.

La discusión anterior se complementa con el análisis de los niveles de comprensión gráfica que se evidenciaron en las respuestas de los sujetos, a partir de las Actividades 2 y 3. Dicha información se ha incluido en los perfiles de los sujetos (Tabla 18) y se presenta de manera resumida en la Tabla 20.

Tabla 20

Distribución de respuestas según niveles de comprensión gráfica - Actividades 2 y 3⁽¹⁾.

Nivel de comprensión gráfica	NCG 0_1	NCG 1_2	NCG 2_1	NCG 3_3	
Actividad	Cantidad de sujetos				Total
2	4	8	2	2	16 ⁽²⁾
3	3	11	3	0	17

Nota: Elaboración propia basada en Tabla 18. (n = 17 sujetos)

- (1) Hay NCG que no se incluyeron en la Tabla 20 y que aparecen en el marco teórico, esto se debe a que no se evidenciaron en las respuestas.
- (2) En la Actividad 2, hubo un sujeto que no se categorizó por no haber brindado una respuesta.

Ampliando la discusión previa, al observar las regularidades respecto de los niveles de comprensión gráfica (NCG) observados, encontramos que, en consonancia con los tipos de razonamiento más frecuentes, las respuestas más comunes se centraron en los Niveles 0_1 y 1_2, lo cual implica una lectura de gráficos basada en la experiencia personal previa sin conectar con la información disponible o, en los casos que se evidenció el Nivel 1_2, hubo una lectura literal de algunos datos o variables aportados por los gráficos, pero sin reflexionar o sin analizar las tendencias y las comparaciones implícitas en los mismos.

5.7. Conclusiones del Capítulo 5

En este capítulo hemos descrito el análisis de las respuestas brindadas por los profesores de Matemática a las actividades que conformaron el instrumento de investigación. En función del marco teórico de referencia, hemos podido identificar y describir los tipos de razonamientos evidenciados y predominantes en las respuestas. Asimismo, se han identificado y descripto los niveles de comprensión gráfica que se derivan del análisis de contenido de las respuestas que se han puesto en acción para presentar las resoluciones.

Además, y en consonancia con lo anteriormente expresado, se ha identificado que la mayoría de los profesores demuestran niveles básicos y mínimos de comprensión gráfica (0_1 y 1_2). En este sentido, nuestros resultados también coinciden con los de algunos de nuestros antecedentes directos, quienes han analizado profesores y estudiantes de distintos niveles educativos, incluidos estudiantes de Licenciatura en Matemática, encontrando una gran regularidad en los niveles más bajos de la comprensión gráfica.

Así, para los sujetos de estudio de esta investigación, es posible indicar que, han predominado los *razonamientos idiosincráticos y verbales*, coincidiendo con algunos de los antecedentes considerados (Garfield, 2002; Sánchez, 2010; Vigo Ruiz, 2016; Fernández Coronado et al., 2019), mostrando un conocimiento incompleto de conceptos e ideas fundamentales de la Estadística, las cuales son el núcleo del pensamiento estadístico crítico; todo ello, asociado con bajos niveles de comprensión gráfica, con lo cual se presenta un panorama complejo para lograr el *sentido gráfico y estadístico* de los profesores (Batanero et al., 2021; Pinto Sosa y Marín Ché, 2023).

Si bien estos resultados son preocupantes, también pueden ser de relevancia para tener en cuenta a la hora del diseño curricular de los profesorados de Matemática o del diseño de propuestas de formación para docentes.

CAPÍTULO 6.

CONCLUSIONES

6.1. Introducción

Para finalizar este trabajo de investigación, en el presente capítulo, se integran las conclusiones más relevantes a las que se han podido arribar, considerando: los objetivos y preguntas de investigación (Capítulo 3), el análisis de contenido, realizado previamente sobre las actividades incluidas en los dos formatos del instrumento (Capítulo 4) y sobre las respuestas de los profesores que fueron nuestros sujetos de estudio (Capítulo 5).

A continuación, se comparten los aportes más relevantes de nuestro trabajo a la Educación Estadística y a la formación de profesores. En igual sentido, describimos los alcances y limitaciones de nuestra investigación.

Para cerrar el capítulo y la Tesis, se sugieren algunas líneas que podrían ser consideradas en futuros trabajos de investigación.

6.2. Conclusiones respecto a los objetivos de la investigación

Tal como se planteó en el Capítulo 3, el objetivo general de la investigación era: “Explorar los modos de razonamiento y la comprensión gráfica que tienen los profesores de Matemática en ejercicio, cuando resuelven tareas que, implican tener un *sentido gráfico y estadístico* para tomar decisiones basadas en información contextualizada, utilizando como ejemplo gráficos sobre COVID-19, publicados en medios de comunicación, los cuales podrían extenderse a otros tipos de gráficos o bien a los mismos gráficos pero en otros contextos”.

Además, para alcanzar ese objetivo general, nos propusimos tres objetivos específicos sobre los cuales se basó todo el trabajo de investigación. Dado que estos objetivos buscaban aportar información específica que contribuyera al logro del objetivo general, a continuación, hacemos referencia a cada uno de ellos en particular y a las conclusiones obtenidas a partir de cada uno de ellos.

OE1: Validar un cuestionario, diseñado específicamente para esta tesis, con tareas centradas en la comprensión de gráficos estadísticos, publicados en la pandemia de COVID-19 y en el proceso estadístico previo a la toma de datos.

Para cumplir con este objetivo, se diseñó un cuestionario que presentaba dos variantes de actividades (Anexo 1). Para el diseño de las actividades incluidas en el mismo, considerando que debía estar centrado en la interpretación de información y de gráficos estadísticos asociados al COVID-19, se incluyeron distintos gráficos estadísticos publicados en artículos de divulgación científica o en artículos periodísticos publicados en Internet. La elección de los gráficos para las actividades se basó en el artículo “Coronavirus: Por qué debes actuar ahora”, de Tomás Pueyo, cuya versión traducida fue publicada en Página 12. Este artículo fue seleccionado debido a su impacto y relevancia en la comunicación de información crucial sobre la pandemia de COVID-19. El trabajo

de Pueyo, que utiliza modelos matemáticos y diversas visualizaciones, se convirtió en una referencia fundamental para la toma de decisiones en numerosos países, incluyendo Argentina, al proporcionar evidencias de la importancia de las medidas de contención temprana. Si bien numerosos periódicos y medios de comunicación retomaron los gráficos del artículo original, se optó por utilizar la versión traducida y publicada en Página 12, debido a su accesibilidad y difusión en el contexto local. De esta forma, se diseñaron diversas preguntas asociadas a la temática de la pandemia. Una vez elaboradas ambas versiones del cuestionario, se realizó un análisis de contenido del mismo a partir de la elaboración de respuestas “tipo” esperadas, el cual se describe en el Capítulo 4. La redacción de las respuestas esperadas habilitó el análisis de contenido previo, a partir del cual se pudo brindar información sobre la validez de contenido del cuestionario (en sus dos formatos), mostrando que el mismo permite identificar:

- Distintos tipos de razonamiento (Garfield, 2002), que pueden derivarse de respuestas abiertas asociadas a una situación hipotética que requiere reflexionar sobre el tipo de diseño experimental necesario para estudiar la evolución del COVID-19.
- Distintas formas de comprensión gráfica en las actividades que están basadas en resúmenes gráficos extraídos de los artículos considerados. Asimismo, dada la variedad de gráficos utilizados en las actividades, es posible indicar que se presentaron resúmenes y preguntas asociadas a ellos que presentaban distintos grados de dificultad.
- Asimismo, el instrumento permite identificar las relaciones entre conceptos estadísticos y razonamientos y entre éstos y los niveles de comprensión gráfica. Este es un elemento de relevancia del instrumento dado que, la mayoría de nuestros antecedentes han analizado solo los tipos de razonamientos o solo los

niveles de comprensión gráfica. Por lo que es un aporte que se realiza desde la presente investigación.

OE2: *Caracterizar los razonamientos estadísticos evidenciados por los profesores en las resoluciones de las tareas planteadas en el cuestionario.*

Este objetivo ha sido cubierto a partir de la implementación del instrumento a profesores de Matemática y del posterior análisis de contenido realizado sobre las respuestas obtenidas (Capítulo 5). En este sentido, el análisis de contenido previo sirvió para comparar con el análisis realizado sobre las respuestas brindadas por los sujetos de estudio y, de esta manera, se pudieron caracterizar y categorizar los razonamientos estadísticos que efectivamente pusieron en práctica los profesores.

Las principales conclusiones que se desprendieron de este análisis, nos permitieron aportar nueva información respecto a los razonamientos que predominaron en este grupo de profesores. Así, lo más relevante fue que, la mayoría de ellos presentaron *razonamientos idiosincráticos o verbales*. En otras palabras, el nivel de razonamiento que evidenciaron se ubicó en los estadios inferiores. En este sentido, nuestros resultados se asemejan a los de otras investigaciones, como las de Sánchez Acevedo et al. (2020) o Sánchez (2010), sólo que los consideramos más preocupantes aún ya que, en dichas investigaciones trabajaron con estudiantes de profesorado o de licenciatura en Matemática, mientras que en nuestro caso, son profesores que están ejerciendo su profesión actualmente y por ende, formando estudiantes, que deben enfrentarse a un mundo que día a día está más impregnado de información estadística.

OE3: *Describir los niveles de comprensión gráfica que evidencian los profesores al analizar información presentada en gráficos estadísticos.*

Por último, en el análisis de contenido realizado sobre las respuestas de los profesores (Capítulo 5), también se identificó y categorizó el nivel de comprensión gráfica

de cada sujeto. Así, y en consonancia con lo encontrado en el análisis de los razonamientos, se pudo identificar que, la mayoría de los profesores evidencian niveles básicos de comprensión gráfica (entre Nivel 0_1 y 2_1).

Esa relación entre niveles bajos de comprensión gráfica y de razonamiento, permite mostrar un conocimiento incompleto de conceptos e ideas fundamentales de la Estadística, las cuales como se ha mencionado en el Capítulo 2, son el núcleo del pensamiento estadístico crítico. Asimismo, en tareas que exigían integrar ideas fundamentales con la lectura, interpretación y extrapolación o interpolación de información gráfica, se observó que los profesores, en su mayoría, no lograron brindar respuestas integradoras, permitiendo evidenciar, además, un bajo razonamiento inferencial informal, que tal como lo plantea Ben-Zvi (2006), es la base para la comprensión de la inferencia estadística.

También se pudo identificar que han sido diversas las dificultades asociadas con la lectura de los gráficos presentados. Consideramos que este problema se debió a que son gráficos complejos (coincidiendo con lo que hemos indicado en las conclusiones del Capítulo 2), pero también son una muestra representativa de la información que, actualmente, circula en todos los medios a los que puede acceder cualquier ciudadano.

Estos hallazgos nos permiten mostrar un panorama complejo, ya que tal como lo plantean Batanero et al. (2021), para lograr una cultura estadística adecuada a los tiempos que corren, es fundamental integrar diversos elementos que componen el *sentido gráfico y estadístico*.

6.3. Aportes a la Educación estadística y a la formación de profesores

El presente trabajo aporta algunos elementos novedosos, ya que, si bien existen otros estudios centrados en la comprensión gráfica, la mayoría de ellos se basan en estudiantes. En este sentido, aportamos nueva información que permite fundamentar la urgencia de modificar las propuestas de formación para profesores en ejercicio y para futuros profesores, ya que son ellos los encargados de brindar formación tendiente a ampliar la cultura estadística.

Asimismo, otro aporte original de esta Tesis, es el contenido del instrumento que ha sido diseñado de manera específica para esta investigación, pero que además, ha sido sometido a un análisis que permite brindar información sobre la validez de contenido del mismo. Además, aporta el diseño de tareas que están centradas en una problemática real, con la presentación de información gráfica realmente publicada y tomada de datos obtenidos en tiempo real. En este sentido, el instrumento también permite poner en discusión la necesidad de comprender un ciclo de pensamiento (Pfannkuch y Wild, 2004), que está centrado en el diseño experimental y muestral, cuestiones que generalmente no se abordan en los currículos de Estadística desarrollados en la formación de profesores de Matemática.

6.4. Alcances y Limitaciones del estudio

El estudio que propusimos fue abordado con un grupo de profesores de Matemática en ejercicio, los cuales, en su mayoría, enseñaba en el nivel secundario, aunque la mitad, o menos también, enseñaban en el nivel superior o en la formación de profesores y la mayoría declaró enseñar Estadística con distintos niveles de antigüedad. En este sentido, si bien se esperábamos encontrar niveles más altos de razonamiento y de comprensión gráfica, los resultados y tendencias observadas aportan resultados muy

interesantes, ya que pudimos caracterizar los razonamientos predominantes en este grupo de profesores. Consideramos de gran relevancia estos resultados, porque nos permite realizar una reflexión sobre nuevas formas de diseño de propuestas de formación, tendientes a fomentar el pensamiento estadístico crítico de los profesores y, en consecuencia, brindar elementos para que ellos puedan propiciar la cultura estadística de sus propios estudiantes.

En esta investigación hemos logrado describir los niveles de comprensión gráfica y sus relaciones con los tipos de razonamiento evidenciados, aunque no hemos podido profundizar en detalles inherentes a los fundamentos o argumentos utilizados por los profesores. En este sentido, consideramos que una sesión de entrevistas o de *focus group* con los sujetos participantes, podrían aportar más información, tanto en relación a los razonamientos como a los niveles de comprensión gráfica.

Igualmente, en relación con la caracterización de niveles de comprensión gráfica, hemos realizado un aporte original sobre el sistema de categorización delimitado en García-García et al. (2020), incluyendo una subcategoría que permite un análisis más puntual de la comprensión gráfica y, además, ampliamos el análisis a partir de la elaboración de las respuestas esperadas que nos permitió describir los componentes característicos asociados a cada pregunta (y a cada respuesta). Estos componentes pueden constituir el andamiaje para un nuevo sistema de categorización sobre la comprensión gráfica, ya que permite visualizar cuáles son los conceptos e ideas estadísticas fundamentales que se deberían integrar para evidenciar un nivel de comprensión gráfica completo o de un grado superior a lo que hemos observado efectivamente en los sujetos estudiados.

Por otra parte, y siguiendo con las limitaciones que hemos detectado, hemos podido observar que en la actividad 4, se encontró el mayor porcentaje de profesores que evidenciaron un razonamiento idiosincrático. Consideramos que estos resultados podrían estar influenciados por la estructura y formato de la implementación del instrumento, el cual pudo haber sido un factor determinante que dificultó la recuperación e integración de la información de las actividades previas.

Dado que la presente investigación es de naturaleza cualitativa con una muestra accidental, se ha decidido no medir ni informar sobre la fiabilidad del instrumento. Si bien esto puede ser una limitación si se tuviera como objetivo realizar una generalización, en nuestro caso, fue subsanado con el estudio de la validez, considerando que, dado que no se pretendía generalizar ni controlar variables, consideramos que no resultó en una falla metodológica.

6.5. Sugerencias para futuras investigaciones

Las actividades diseñadas para las dos versiones de nuestro instrumento de recolección de datos, han logrado exponer a los profesores a situaciones de lectura, interpretación y análisis reflexivo, brindándonos información clave que podría servir para la planificación de futuras propuestas de enseñanza enfocadas en el desarrollo de la Cultura Estadística basada en el sentido gráfico. A partir de estos aportes y de los resultados que hemos obtenido se pueden abrir nuevas líneas de investigación que sugerimos a continuación.

La aplicación del instrumento de recolección de datos llevada a cabo se ha efectuado a partir del análisis de las respuestas escritas. Aunque este método nos proporciona información sobre los tipos de razonamiento y los niveles de comprensión gráfica, es claro que podemos obtener una visión más completa por medio de otras

técnicas cualitativas, como la implementación de entrevistas que permitan profundizar en los razonamientos efectivamente utilizados por los sujetos, así como también, se puede profundizar en los conceptos e ideas fundamentales que utilizan los profesores para dar cuenta de las formas cómo comprenden los gráficos.

Otra metodología, que podría ayudar a profundizar en los razonamientos y en la comprensión gráfica, es la implementación de *focus group*, que permita a los sujetos debatir y profundizar sobre sus propios razonamientos y, a la vez, permita hacerlos reflexionar sobre la complejidad del conocimiento estadístico y sobre la necesidad de ser conscientes de ello para poder diseñar estrategias de enseñanza y de aprendizaje de los conceptos estadísticos. La implementación de dicha metodología implicaría un rediseño de las actividades y también otras formas de análisis de contenido.

Otra posibilidad de investigación podría centrarse en la implementación del mismo instrumento en estudiantes avanzados de profesorado, de modo de poder comparar los razonamientos de éstos con los de los profesores. De este modo se podrían identificar otros elementos asociados a los constructos estudiados en esta Tesis.

Asimismo, una línea de investigación que se abre desde este trabajo, es el diseño y análisis de propuestas didácticas y de evaluación centradas en el sentido gráfico y en la cultura estadística. Esta podría ser una línea de gran relevancia, que brinde aportes para la ampliación o modificación del currículo de Estadística en los distintos niveles educativos, tan necesarios y urgentes en estos días. Para el diseño de las propuestas mencionadas se podrían considerar los componentes característicos que se han detallado en el análisis de contenido de las respuestas esperadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aoyama, K. (2007). Investigating a hierarchy of students' interpretations of graphs. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 2(3), 298-318.
- Araneo, J. (2024). *Concepciones de profesores de matemática sobre medidas estadísticas*. Tesina de Licenciatura en enseñanza de la Matemática. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Avellaneda.
- Araneo, J. y Tauber, L. (2023). Ideas estadísticas fundamentales y conceptos del análisis de datos que relacionan profesores de Matemática. En: L. Tauber, C. Vásquez y J. Pinto Sosa (eds.): *Educación estadística para la formación de ciudadanía crítica. Libro de ponencias de las III Jornadas Latinoamericanas de Investigación en Educación estadística*. Universidad Nacional del Litoral.
- Arteaga, P. (2011). *Evaluación de conocimientos sobre gráficos estadísticos y conocimientos didácticos de futuros profesores*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Arteaga, P. y Batanero, C. (2010). Evaluación de errores de futuros profesores en la construcción de gráficos estadísticos. En M. Moreno, A. Estrada, J. Carrillo y T. Sierra (Eds.). *XII Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación. Matemática* (p. 211-221). SEIEM.

- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la estadística*. Grupo de Investigación en Educación Estadística.
- Batanero, C. (2013). Sentido estadístico: componentes y desarrollo. *Probabilidad Condicionada. Revista de Didáctica de la Estadística*, 2, 55-61
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4770161#:~:text=Sentido%20estad%C3%ADstico:%20Componentes%20y>
- Batanero, C., Arteaga, P. y Ruiz, B. (2010). Análisis de la complejidad semiótica de los gráficos producidos por futuros profesores de educación primaria en una tarea de comparación de dos variables estadísticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(1), 141-154. <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/189102>
- Batanero, C., Díaz, C., Contreras, J. M. y Arteaga, P. (2011) Enseñanza de la estadística a través de proyectos. En Batanero, C. y Díaz, C. (Eds.), *Estadística con proyectos*, (pp. 9-46). Universidad de Granada.
- Batanero, C., Díaz, C., Contreras, J. y Roa, R. (2013). El sentido estadístico y su desarrollo. *Números Revista de Didáctica de la Matemáticas*, (83), 7-18.
- Batanero, C., Garzón-Guerrero, J., Valenzuela-Ruiz, S. (2021) Sentido Gráfico y su Importancia en la Comprensión de la Información sobre la COVID. *Paradigma*, (1) 1011-2251.
- Ben-Zvi, D. (2006). Scaffolding students' informal inference and argumentation. In A. Rossman, & B. Chance (Eds.), *Proceedings of the Seventh International Conference on Teaching Statistics*. International Association for Statistics Education.
- Ben-Zvi, D. y Garfield, J. (2004). Statistical Literacy, Reasoning and Thinking: goals, definitions and challenges. En: D. Ben-Zvi y J. Garfield (eds.), *The challenge of*

developing statistical literacy, reasoning and thinking (pp. 3-15). Springer.

https://doi.org/10.1007/1-4020-2278-6_1

Bertero, C. y Tauber, L. (2024). Análisis de contenido de una tarea basada en datos sociales que vincula elementos de la Alfabetización estadística. . En S. Scaglia, K. Temperini y M. Götte (comps.), *Actas de las VIII Jornadas de Educación Matemática y V Jornadas de Investigación en Educación Matemática. Miradas y desafíos de la educación matemática en el Siglo XXI*. Facultad de Humanidades y Ciencias. Universidad Nacional del Litoral.

Bertorello, N y Albrecht, G. (2013). Comparación de errores cometidos por profesores de matemática y estudiantes de dicho profesorado en la resolución de tareas estadísticas. *XVII Encuentro de Jóvenes Investigadores de la Universidad Nacional del Litoral*.

Bertorello, N; Tauber, L. y Albrecht, G. (2011). Estudio sobre actitudes y elementos de significado utilizados por profesores de Matemática en la resolución de tareas estadísticas. En *Actas de XIII Conferencia Interamericana de Educación Matemática*. Comité Interamericano de Educación Matemática. https://xiii.ciaem-redumate.org/index.php/xiii_ciaem/xiii_ciaem/schedConf/presentations

Bisquerra, R. (coord.). (2004). *Metodología de la investigación educativa*. La Muralla.

Bolch, C. A., y Jacobbe, T. (2019). Investigating Levels of Graphical Comprehension Using the LOCUS Assessments. *Numeracy*, 12(1), 158-174. <https://doi.org/10.5038/1936-4660.12.1.8>

Bruner, J. S. (1960). *The process of education*. Harvard University Press.

Bruno, A. y Espinel, M. C. (2005). Recta numérica, escalas y gráficas estadísticas: un estudio con estudiantes para profesores. *Formación del Profesorado e*

Investigación en Educación Matemática (7), pp. 57-85.

https://wp.ull.es/fpiem/2023/07/27/07_03-recta-numerica-escalas-y-graficas-estadisticas-un-estudio-con-estudiantes-para-profesores/

Cabrera, G. P., Tauber, L. M., & Fernández, E. (2020). Educación Estocástica para pensar estadísticamente. *Matemáticas, educación y Sociedad*, 3(2), 89-109.
<https://journals.uco.es/mes/article/view/12903>

Cabrera, G., Tauber, L., Gili, J y Romero, D. (2022). La transnumeración como insumo del pensamiento crítico. In S. A. Peters, L. Zapata-Cardona, F. Bonafini, & A. Fan (Eds.), *Bridging the Gap: Empowering & Educating Today's Learners in Statistics. Proceedings of the 11th International Conference on Teaching Statistics (ICOTS112022)*. International Association for Statistical Education.
https://iase-web.org/icots/11/proceedings/pdfs/ICOTS11_179_CABRERA.pdf?1669865532

Campos, C. R. (2016). *La educación estadística y la educación crítica* [Ponencia]. Segundo Encuentro Colombiano de Educación Estocástica (2 ECEE), Bogotá, Colombia.

Carmines, E. y Zeller, R. (1979). *Reliability and validity assessment*. Sage University Paper.

Cohen, L. y Manion, L. (1990). *Métodos de investigación educativa*. La Muralla.

Cook, T. y Campbell, D. (1979). *Quasi-Experimentation. Design and analysis issues for field setting*. Rand Mc Nally.

Cravero, M., Bertorello, N. y Albrecht, G. (2014). Análisis de contenido de entrevistas a profesores de matemática en referencia a ideas estocásticas fundamentales. V *Jornadas de Educación Matemática y II Jornadas de Investigación en Educación*

Matemática. Facultad de Humanidades y Ciencias. Universidad Nacional del Litoral.

Cravero, M.; Redondo, Y. y Tauber, L. (2012). *Alfabetización Estadística en la Escuela Obligatoria Argentina*. Ediciones UNL.

Curcio, F. R. (1989). *Developing graph comprehension*. N.C.T.M.

delMas, R. (2004). A comparison of mathematical and statistical reasoning. En: D. Ben-Zvi y J. Garfield (eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*, pp. 79 –95.

Duncan, B., & Fitzallen, N. (2013). Developing box plots while navigating the maze of data representations. *Australian Mathematics Teacher*, 69(4), pp. 8-14.

Espinel, C. (2007). Construcción y razonamiento de gráficos estadísticos en la formación de profesores. *Investigación en Educación Matemática 11*, pp. 99-119.

Fernández Coronado, N. A., García-García, J. I., Arredondo, E. H., & López Calvario, C. (2019). Comprensión de una tabla y un gráfico de barras por estudiantes universitarios. *Areté, Revista Digital Del Doctorado En Educación*, 5(10), 145–162. http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_arete/article/view/16992

Friel, S., Curcio, F. y Bright, G. (2001). Making sense of graphs: critical factors influencing comprehension and instructional implications. *Journal for Research in mathematics Education*, 32(2), pp. 124-158.

Gal, I. (2004). Statistical Literacy: meanings, components, responsibilities. En: D. Ben-Zvi y J. Garfield (eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning and thinking*, pp. 47 – 78.

- Galotti, K. M. (1989). Approaches to studying formal and everyday reasoning. *Psychological Bulletin*, 105(3), 331–351. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.105.3.331>
- García Delgado, A. y Ojeda Salazar, A. M. (2013) Formación docente en estocásticos para la educación secundaria. En *Memoria de la XVI Escuela de invierno en matemática educativa*. (27 – 34). Red de Centros de Investigación en Matemática Educativa. http://redcimates.org/test10/wp-content/uploads/2017/11/memoria_eime_xvi_2013.pdf
- García-García, J., Encarnación Baltazar, E. & Arredondo, E. (2020). Exploración de la comprensión gráfica de estudiantes de secundaria. *IE Revista de Investigación Educativa de La REDIECH*, 11, e925.
- Garfield, J. (2002). The challenge of developing statistical reasoning. *Journal of Statistics Education*, 10 (3). https://www.researchgate.net/publication/247804736_The_Challenge_of_Developing_Statistical_Reasoning
- Godino, J. D., Batanero, C., Roa, R. y Wilhelmi, M. R. (2008). Assessing and developing pedagogical content and statistical knowledge of primary school teachers through project work. En C. Batanero, G. Burrill, C. Reading & A. Rossman (Eds.), *Joint ICMI/IASE Study: Teaching Statistics in School Mathematics. Challenges for Teaching an Teacher Education. Proceedings of the ICMI Study 18 and 2008 IASE Round Table Conference*. https://iase-web.org/documents/papers/rt2008/T3P1_Godino.pdf

- Goetz, S. (2008) *Fundamental ideas and basic beliefs in Stochastics. Theoretical Aspects and Empirical Impressions from the Education of Student Teachers*. Department of Mathematics.
- Gould, S. J. (2002). La mediana no es el mensaje. *A Parte Rei: Revista de filosofía*, (22), 1137-8204. <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/315091>
- Guglielmone, L. (2023) Uso de datos abiertos y ChatGPT para promover la alfabetización estadística. En: L. Tauber, C. Vásquez y J. Pinto Sosa (eds.): *Educación estadística para la formación de ciudadanía crítica. Libro de ponencias de las III Jornadas Latinoamericanas de Investigación en Educación estadística*. Universidad Nacional del Litoral.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). McGraw Hill.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2020) *Planeta Dato*, 1. https://www.indec.gob.ar/ftp/documentos/alfabetizacion/planeta_dato_1.pdf
- Inzuna Casares, I. y Jiménez Ramírez, J. V. (2013). Caracterización del razonamiento estadístico de estudiantes universitarios acerca de las pruebas de hipótesis. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 16(2), 179-211.
- Lovett, M. (2001). A Collaborative Convergence on Studying Reasoning Processes: A Case Study in Statistics, *Cognition and Instruction: 25 Years of Progress*.
- Mayring, P. (2000). Qualitative inhalts analyse. *Forum: Qualitative Sozialforschung/Forum: Qualitative Social Research*, 1(2). Art. 20.
- Mendenhall, W., Beaver, R. J., & Beaver, B. M. (2006). *Introducción a la probabilidad y estadística* (13a ed.). Cengage Learning.

Ministerio de Educación, (2014) Diseño curricular de Educación secundaria orientada.

Provincia de Santa Fe. Documento aprobado por Resolución 2630/14.

Recuperado de:

<http://www.santafe.gov.ar/index.php/educacion/content/download/218362/1135160/file/Anexo%20III%20Resol%202630-14.pdf>

Ministerio de Educación. (2016). Núcleo Interdisciplinario de Contenidos: La educación en acontecimientos. Santa Fe.

Moore, D. (1991). *Statistics: Concepts and Controversias*. Editorial Freeman.

Muñiz, J. (1994). *Teoría clásica de los tests*. Pirámide.

Pfannkuch, M. (2006). Comparing box plot distributions: A teacher's reasoning. *Statistics Education Research Journal*, 5(2), 27-45.

Pfannkuch, M. (2007) Year 11 students' informal inferential reasoning: a case study about the interpretation of box plots. *International Electronic Journal of Mathematics Education* (2)3, 149-167.

Pfannkuch, M. y Wild, C. (2004). Towards an understanding of statistical thinking. En D. Ben-Zvi y J. Garfield (Eds.), *The challenge of developing statistical literacy, reasoning, and thinking* (pp. 17-46). Kluwer

Pinto Sosa, J. E. & Marín Ché, A. J. (2023) Lectura e interpretación de gráficos estadísticos en estudiantes de pregrado en una universidad mexicana. *Revista de Educação PUC-Campinas*, v. 28, e238483. DOI: <https://doi.org/10.24220/2318-0870v28e2023a8483>

Pinto Sosa, J., Zapata-Cardona, L., Tauber, L. M., Alvarado, H. & Ruiz, B. (2018). Programas de formación de profesores en Probabilidad y Estadística. *Acta*

Latinoamericana de Matemática Educativa, 31(1), 897-904.

<https://funes.uniandes.edu.co/wp-content/uploads/tainacan-items/32454/1152178/Pinto2018Programas.pdf>

Piñuel Raigada, J. (2002) Epistemología, metodología y técnicas del análisis de contenido. *Estudios de Sociolingüística* 3(1), pp. 1-42.

Provincia de Santa Fe (s.f.). Coronavirus. COVID-19. Partes e Informes diarios.

<https://www.santafe.gob.ar/ms/covid19/partes-e-informes-diarios/>

Pueyo, T. (19 de marzo de 2020). Coronavirus: por qué tenemos que actuar ahora. Página

12. <https://www.pagina12.com.ar/253133-coronavirus-por-que-tenemos-que-actuar-ahora>

Rodríguez Gómez, D. & Valldeoriola Roquet, J. (2009). *Metodología de la Investigación*.

Primera Edición. Eureka Media, SL.

Rodríguez-Muñiz, L., Muñiz-Rodríguez, L., Vásquez, C., y Alsina, A. (2020). ¿Cómo promover la alfabetización estadística y de datos en contexto? Estrategias y recursos a partir de la COVID-19 para Educación Secundaria. *Revista Números*, 104, 217-238.

Rossman, A. (2007) *A statistician's view on the concept of inferential reasoning*. Paper presented at the Fifth International Research Forum on Statistical Reasoning, Thinking and Literacy (SRTL-5). University of Warwick.

Rubin, A., Hammerman, J. K. L & Konold, C. (2006). Exploring informal inference with interactive visualization software. En B. Phillips (Ed.), *Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching Statistics*. International Association for Statistics Education.

- Ruiz, B., Arteaga, P., Batanero, C. y Contreras, J. M. (2011) *Uso de gráficos estadísticos en la comparación de distribuciones por parte de futuros profesores*. I Encuentro Internacional de la Enseñanza en la Probabilidad y la Estadística, Puebla, México.
- Ruiz, I. (2019). Lectura y comprensión de gráficos estadísticos en estudiantes de secundaria de Badajoz. 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*. <https://www.ugr.es/~fqm126/civeest/ruiz.pdf>
- Salpeter, C., Abdala, C., Chorny, F., Delupí, G., Lanza, P. y Machiunas, M.V. (2010) *Matemática 3 ES*. Estrada.
- Sánchez Acevedo, N; Toro Barbieri, E. y Araya Bastías, D. (2021). Interpretación y comprensión de gráficos estadísticos por profesores de matemática en formación. *Revista Chilena de Educación Matemática, Número Especial 2021, 13(4)*, 230-243.
- Sánchez, E. (2010) Una jerarquía de razonamiento estadístico sobre la noción de predicción/incertidumbre elaborada con profesores de secundaria. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa, 13(4-II)*, 409-422. <https://relime.org/index.php/relime/article/view/283>
- Sánchez, R., Ordaz, A. y Oliveres, V. (16 de mayo de 2022) El coronavirus en datos: mapas y gráficos de la evolución de los casos en España y el mundo. *El Diario.es*. https://www.eldiario.es/sociedad/mapa-evolucion-coronavirus-mundo-espana-covid-mayo-16_1_1031363.html
- Santellán, S. (2019). Elementos de inferencia estadística informal evidenciados en tareas aplicadas a estudiantes de Psicología. Tesis de Maestría en Didácticas Específicas.

Facultad de Humanidades y Ciencias. Universidad Nacional del Litoral.

<http://web10.unl.edu.ar:8080/handle/11185/6349>

Departamento Matemática FHUC (15 Febrero 2023). Tauber, L. *¿Las estadísticas nos invaden! Aportes de la Alfabetización Estadística a la ciudadanía crítica. Ciclo de charlas matemática/s y educación.* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=avNsKOXe2IY>

Tauber, L. (2022b). Cultura estadística para profesionales críticos. En: J. Bernik., V. Baraldi, O. Lossio y V. Luna (compiladores) *Conversaciones entre la enseñanza y el campo didáctico.* (pp. 83-91) Colección Ciencia y Tecnología. Ediciones UNL.

Tauber, L. M. (2021). Facetas de la Estadística Cívica Implícitas en una Experiencia de Enseñanza centrada en el Estudio de Indicadores Sociales. *PARADIGMA*, 41(e1), 89–117. <https://doi.org/10.37618/PARADIGMA.1011-2251.2021.p89-117.id1019>

Tauber, L. y Santellán, S. (2022). Propuesta evaluativa orientada a la formación del pensamiento estadístico en futuros profesores de Matemática. En A. Salcedo y D. Díaz-Levicoy (Eds.), *Formación del Profesorado para Enseñar Estadística: Retos y Oportunidades* (pp. 265-295). Centro de Investigación en Educación Matemática y Estadística. Universidad Católica del Maule.

Tukey, J. W. (1977). *Exploratory data analysis*. Addison-Wesley.

Verma, G. y Mallick, K. (1999). *Researching Education: Perspectives and Techniques*. Farmer.

- Vigo Ruiz, J. (2016). *Comprensión de gráficos estadísticos por alumnos de formación profesional básica*. Tesis de Maestría. Universidad de Granada.
<https://www.ugr.es/~batanero/documentos/TFMVigo.pdf>
- Wild, C. y Pfannkuch, M. (1999). Statistical thinking in empirical enquiry. *International Statistical Review*, 67(3), 223-265.
- World Health Organization (s.f.). *Coronavirus disease (COVID-19)*.
<https://www.who.int/news-room/questions-and-answers/item/coronavirus-disease-covid-19>
- Zapata Cardona, L. y González Gómez, D. (2017) Imágenes de los profesores sobre la estadística y su enseñanza. *Revista de Educación Matemática* 29(1), 61-90. DOI: 10.24844/EM2901.03
- Zieffler, A., Garfield, J., Alt, S., Dupuis, D., Holleque, K. y Chang, B. (2008). What Does the Research Suggest about the Teaching and Learning of Introductory Statistics at the College Level? *Review of the Literature. Journal of Statistics Education*, 16(2). <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10691898.2008.11889566>



ANEXOS

Tesista: Esp. Prof. Gisela Albrecht

**Para obtener el grado académico: Magíster en Didácticas Específicas con
Orientación Matemática**

Directora: Dra. Prof. Liliana Mabel Tauber

Santa Fe, 2025

ANEXO 1.

Actividades de los Cuestionarios 1 y 2

Estudio exploratorio de razonamientos estocásticos asociados a información sobre el COVID-19 - Cuestionario 1

El siguiente es un instrumento elaborado en el marco de una Tesis de Maestría, titulada: Razonamientos estocásticos de profesores de Matemática asociados a la idea de distribución. Dicha tesis se desarrolla en el marco de la carrera Maestría en Didácticas Específicas (Facultad de Humanidades y Ciencias - Universidad Nacional del Litoral).

El objetivo de la aplicación de este instrumento se centra en obtener información que permita analizar distintos tipos de razonamientos que se ponen en evidencia cuando se analiza, describe e interpreta información basada en datos reales. El análisis de estos tipos de razonamientos nos permitirá describir las ideas y conceptos estadísticos que se ponen en relación y que son necesarios en el aprendizaje y la enseñanza de las ideas fundamentales de la Estadística.

Por todo ello, apelamos a su colaboración y le aseguramos el anonimato de las respuestas brindadas. Las mismas sólo serán utilizadas en el análisis de contenido que se prevé realizar en la investigación y servirán de evidencia para la categorización de razonamientos que esperamos realizar.

Agradecemos que se tome unos minutos para responder concienzudamente a cada pregunta, dejando expresadas todas sus ideas y manifestándolas como si hablara con un amigo/a o familiar.

Los aportes que Usted puede realizar nos permitirán fortalecer la investigación en Educación Estadística y brindar nuevas evidencias acerca de los modos de razonamientos de las personas en relación con la información estadística.

¡Muchas gracias por su colaboración!

Gisela Albrecht
Maestranda en Didácticas Específicas
Universidad Nacional del Litoral

* Indica que la pregunta es obligatoria

Experiencia en relación con la Estadística

En esta sección pretendemos obtener información genérica en relación con tu experiencia educativa

1. ¿En qué nivel o niveles educativos desempeñas tu labor como docente?
Indica * todos los niveles en los que enseñas.

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ Inicial
- ☐ Primario
- ☐ Secundario
- ☐ Superior No Universitario
- ☐ Universitario
- ☐ Formación de profesores

2. Indica tu antigüedad docente en años. (Por favor, exprésala en NÚMEROS)

*

3. Si tuvieras que evaluar tu formación de grado en Estadística, ¿Qué puntuación le asignarías? (1 es la evaluación más baja y significa una formación centrada en fórmulas, teoría abstracta y/o ejercicios tradicionales - 2 formación que incluye habilidades procedimentales básicas como organizar datos, construir y presentar distintas representaciones, pero con datos sin contexto - 3 formación basada en habilidades básicas que incluye lo anterior, y también, la comprensión básica de conceptos, vocabulario y símbolos estadísticos - 4 formación basada en interpretación, resumen y análisis de datos reales, además de propiciar relaciones entre conceptos - 5 la más alta. Formación en la que se integraron los fundamentos teóricos de la Estadística con aplicaciones multidisciplinares, utilizando datos reales contextualizados en problemas y/o proyectos. *

Marca solo un óvalo.

1

☐

2

☐

3

☐

4

☐

5

☐

4. ¿Actualmente enseñas Estadística? *

Marca solo un óvalo.

☐ Sí

☐ No

5. Indica los motivos por los que enseñas o no Estadística *

6. En los tres últimos años, ¿has realizado alguna capacitación, formación y/o * actualización relacionada con Estadística o con Educación Estadística?

Marca solo un óvalo.

☐ Sí

☐ No

7. Si has realizado alguna formación en el área, ¿Qué te motivó? (Aclaración: si * no realizaste ninguna capacitación, indica: No corresponde)

Actividad 1. "Estadístico por un mes"

El objetivo de esta actividad y de las que siguen es obtener información sobre las maneras en las que se puede leer la información. Por favor, te pedimos que te expliques todo lo que puedas en relación con cada pregunta. ¡Gracias!

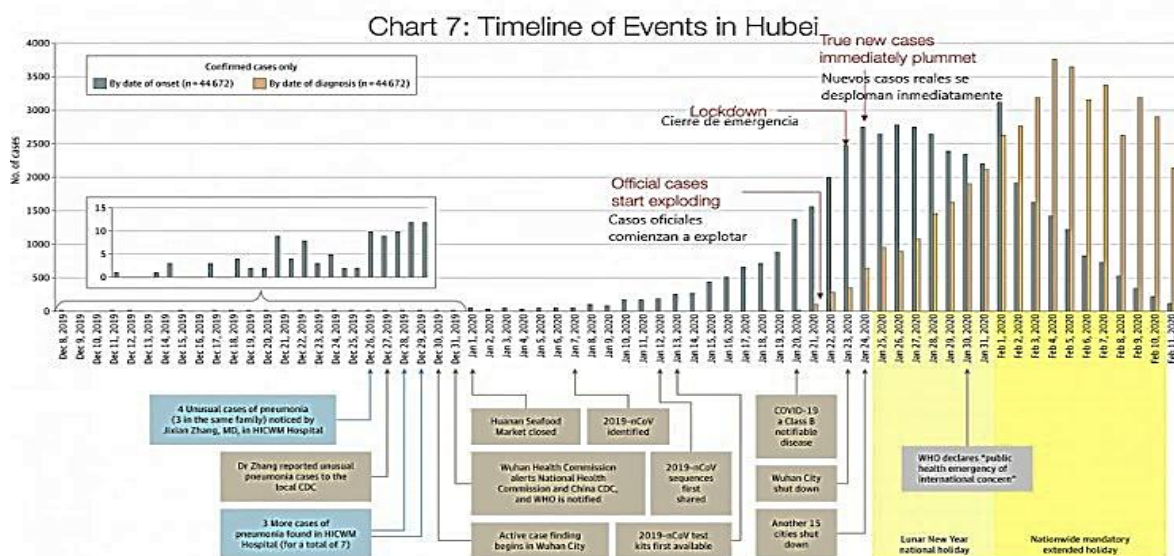
8. Suponiendo que, en octubre de 2020, te hubieran contratado para realizar un * estudio estadístico sobre la variación en la propagación del virus COVID 19, en la provincia de Santa Fe, ¿Cómo lo hubieras hecho? ¿A quiénes habrías consultado para obtener los datos necesarios? ¿Qué le habrías preguntado?

Salta a la pregunta 9

Actividad 2. “Analista de datos” (Parte 1)

En el Gráfico 1 se resumen los casos diarios de coronavirus, que ocurrieron en la provincia china de Hubei, desde el inicio de la propagación (9 diciembre de 2019) hasta el 11 de febrero de 2020. Los datos se discriminan según el número oficial de casos diarios (barras naranjas) y el número de casos reales diarios de coronavirus (barras grises).

Gráfico 1: Casos diarios en Hubei



9. a. El 21 de enero de 2020, el número de nuevos casos diagnosticados (naranja) se dispara y se registran alrededor de 100 casos nuevos. Dos días después, las autoridades aislaron la ciudad de Wuhan. ¿Cuántos casos diagnosticados había al momento de tomar esa decisión? *
10. b. A partir del aislamiento (Lockdown en el gráfico) de varias ciudades, ¿cómo varió el número de casos diagnosticados? ¿Y el de casos reales?

*

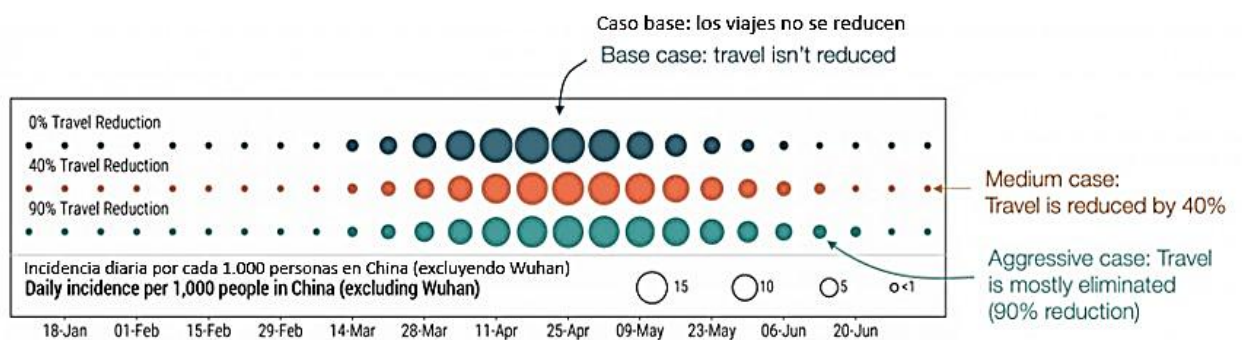
11. c. ¿Por qué a pesar de que se aislaron las ciudades, los casos diagnosticados continuaron en aumento? ¿Qué significa que, al 31 de enero, los casos reales coinciden con los diagnosticados? *

Salta a la pregunta 12

Actividad 3. “Analista de datos” (Parte 2)

El Gráfico 2 está basado en un modelo creado por epidemiólogos, el cual muestra el impacto que se esperaba observar considerando sólo la reducción de viajes hacia y desde Wuhan, pero sin aplicar ningún otro tipo de restricción con el fin de retrasar la epidemia. El tamaño de las burbujas muestra la incidencia diaria por cada 1.000 personas en China, excluyendo Wuhan. La línea superior muestra los casos si no se hubiera hecho ninguna restricción. Las otras dos líneas muestran el impacto si se redujera el 40% y el 90% de viajes, respectivamente.

Gráfico 2. Retraso en la propagación del Coronavirus en China, basado en las restricciones de viaje



Source: Tomas Pueyo analysis on charts and data from paper: The effect of travel restrictions on the spread of the 2019 novel coronavirus (COVID-19) outbreak, Science Magazine, <https://science.sciencemag.org/content/early/2020/03/05/science.aba9757>

12. ¿Qué conclusión podrías hacer al respecto? Por favor, indica toda la información que utilizas para elaborar tu conclusión. *

Actividad 4. “Estadístico por un mes: Revisando ideas”

13. Luego de haber analizado distintos tipos de información relacionada con el COVID-19, ¿agregarías o cambiarías alguna de las decisiones tomadas en la Actividad 1? ¿Cuál o cuáles? ¿Por qué? *

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

Estudio exploratorio de razonamientos estocásticos asociados a información sobre el COVID-19 - Cuestionario 2

El siguiente es un instrumento elaborado en el marco de una Tesis de Maestría, titulada: Razonamientos estocásticos de profesores de Matemática asociados a la idea de distribución. Dicha tesis se desarrolla en el marco de la carrera Maestría en Didácticas Específicas (Facultad de Humanidades y Ciencias - Universidad Nacional del Litoral).

El objetivo de la aplicación de este instrumento se centra en obtener información que permita analizar distintos tipos de razonamientos que se ponen en evidencia cuando se analiza, describe e interpreta información basada en datos reales. El análisis de estos tipos de razonamientos nos permitirá describir las ideas y conceptos estadísticos que se ponen en relación y que son necesarios en el aprendizaje y la enseñanza de las ideas fundamentales de la Estadística.

Por todo ello, apelamos a su colaboración y le aseguramos el anonimato de las respuestas brindadas. Las mismas sólo serán utilizadas en el análisis de contenido que se prevé realizar en la investigación y servirán de evidencia para la categorización de razonamientos que esperamos realizar.

Agradecemos que se tome unos minutos para responder concienzudamente a cada pregunta, dejando expresadas todas sus ideas y manifestándolas como si hablara con un amigo/a o familiar.

Los aportes que Usted puede realizar nos permitirán fortalecer la investigación en Educación Estadística y brindar nuevas evidencias acerca de los modos de razonamientos de las personas en relación con la información estadística.

¡Muchas gracias por la colaboración!

Gisela Albrecht
Maestranda en Didácticas Específicas

Universidad Nacional del Litoral

* Indica que la pregunta es obligatoria

Experiencia en relación con la Estadística

En esta sección pretendemos obtener información genérica en relación con tu experiencia educativa

1. ¿En qué nivel o niveles educativos desempeñas tu labor como docente?
Indica * todos los niveles en los que enseñas.

Selecciona todos los que correspondan.

- ☐ Inicial
- ☐ Primario
- ☐ Secundario
- ☐ Superior No Universitario
- ☐ Universitario
- ☐ Formación de profesores

2. Indica tu antigüedad docente en años *

3. Si tuvieras que evaluar tu formación de grado en Estadística, ¿Qué puntuación le asignarías? (1 es la evaluación más baja y significa una formación centrada en fórmulas, teoría abstracta y/o ejercicios tradicionales - 2 formación que incluye habilidades procedimentales básicas como organizar datos, construir y presentar distintas representaciones, pero con datos sin contexto - 3 formación basada en habilidades básicas que incluye lo anterior, y también, la comprensión básica de conceptos, vocabulario y símbolos estadísticos - 4 formación basada en interpretación, resumen y análisis de datos reales, además de propiciar relaciones entre conceptos - 5 la más alta. Formación en la que se integraron los fundamentos teóricos de la Estadística con aplicaciones multidisciplinares, utilizando datos reales contextualizados en problemas y/o proyectos. *)

Marca solo un óvalo.

1 ☐

2 ☐

3 ☐

4 ☐

5 ☐

4. ¿Actualmente enseñas Estadística? *

Marca solo un óvalo.

☐ Sí

☐ No

5. Indica los motivos por los que enseñas o no Estadística *

6. En los tres últimos años, ¿has realizado alguna capacitación, formación y/o actualización relacionada con Estadística o con Educación Estadística? *

Marca solo un óvalo.

☐ Sí

☐ No

7. Si has realizado alguna formación en el área, ¿Qué te motivó? (Aclaración: si no realizaste ninguna capacitación, indica: No corresponde) *

Actividad 1. "Estadístico por un mes"

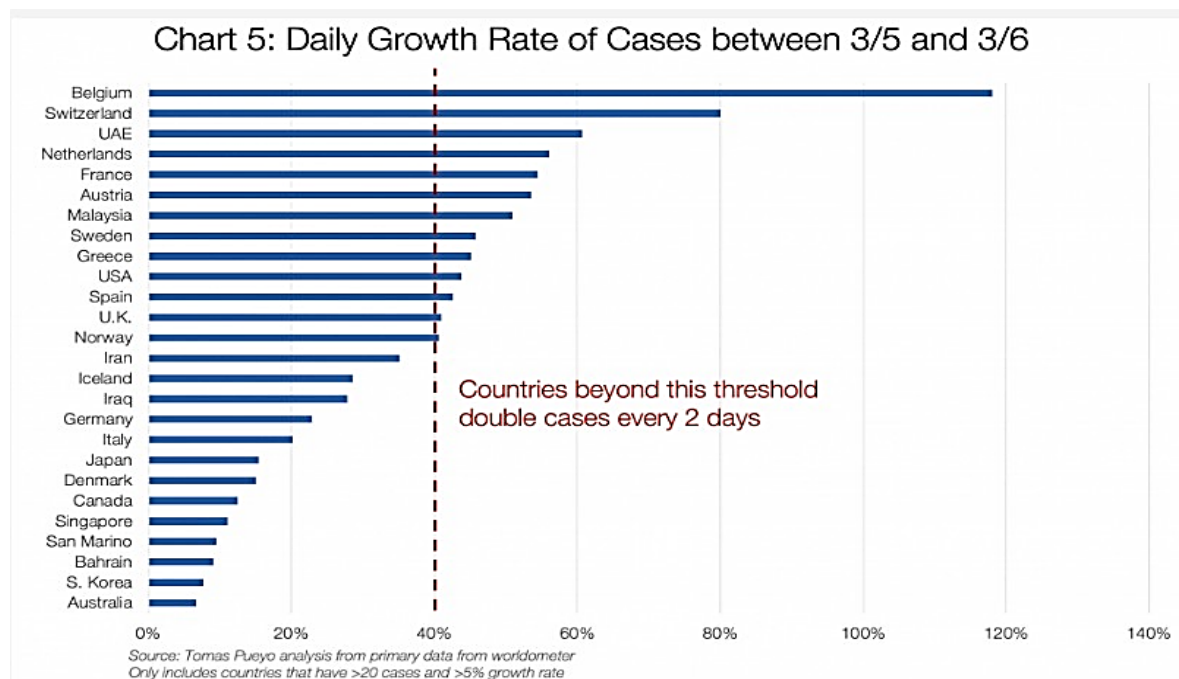
El objetivo de esta actividad y de las que siguen es obtener información sobre las maneras en las que se puede leer la información. Por favor, te pedimos que te expliques todo lo que puedas en relación con cada pregunta. ¡Gracias!

8. Suponiendo que, en octubre de 2020, te hubieran contratado para realizar un estudio estadístico sobre la variación en la propagación del virus COVID 19, en la provincia de Santa Fe, ¿Cómo lo hubieras hecho? ¿A quiénes habrías consultado para obtener los datos necesarios? ¿Qué le habrías preguntado? *

Actividad 2. "Analista de datos"

El Gráfico N° 1 muestra la variación en la tasa de crecimiento diario de la propagación del virus entre el 5 de marzo y el 6 de marzo de 2020, en distintos países del mundo.

Gráfico N° 1. Tasa de crecimiento diario de casos entre el 5 de marzo y el 6 de marzo



9. Si se mantuviera la misma tasa de crecimiento observada en el gráfico 1 para cada país, describe cómo esperarías que fuera el gráfico resultante, teniendo en cuenta esta tendencia de propagación del virus, durante una semana. *

Salta a la pregunta 10

Actividad 3. “Comunicador de información” (Adaptada de Tauber, 2021)

A partir de la información representada en los Gráficos 2 y 3, responde a las siguientes preguntas y brinda los fundamentos necesarios para justificar tus respuestas:

Gráfico 2. Cantidad de nuevos casos diarios confirmados según país al 1 de julio de 2020

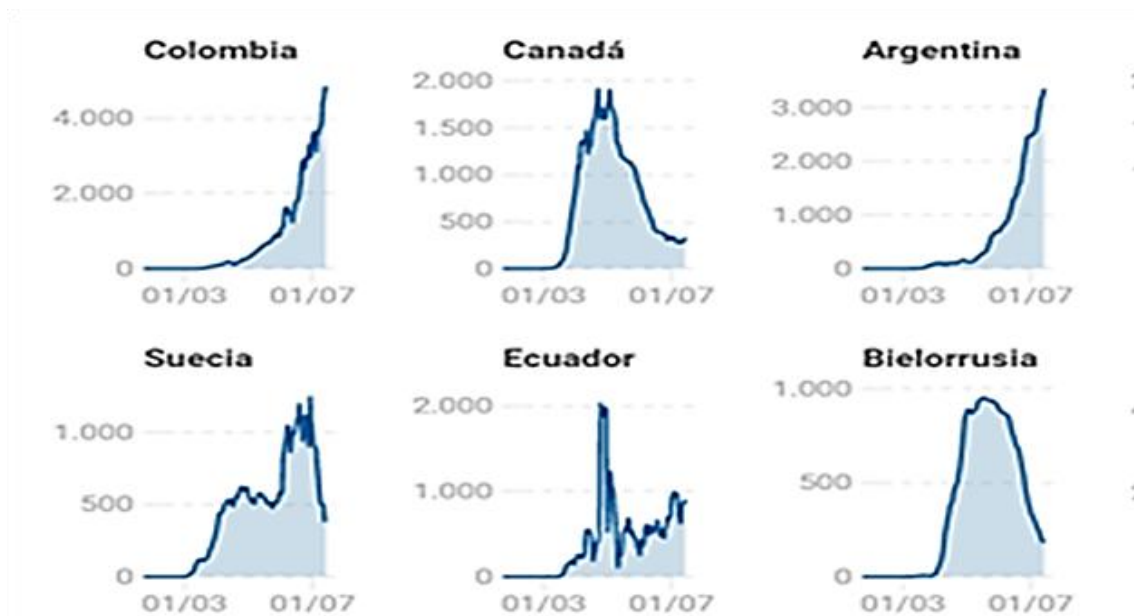
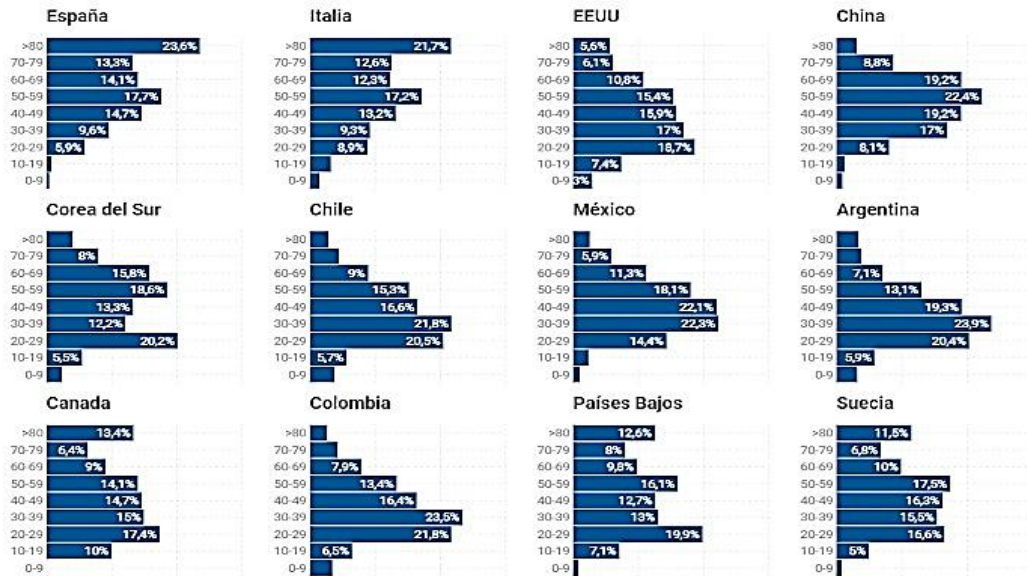


Gráfico 3. Porcentaje de casos confirmados por país al 17 de marzo de 2021



10. El gráfico 2 representa... *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Una distribución de frecuencias absolutas
- ☐ Una distribución de frecuencias relativas
- ☐ Una distribución acumulada
- ☐ Una serie de tiempo

11. Justificá tu elección *

12. El gráfico 3 representa... *

Marca solo un óvalo.

- ☐ Una distribución de frecuencias absolutas
- ☐ Una distribución de frecuencias relativas
- ☐ Una distribución acumulada
- ☐ Una serie de tiempo

13. Justificá tu elección *

-
14. A partir del Gráfico 2, compara el comportamiento de Colombia, Ecuador y Argentina y expresa en un titular, que tenga como máximo 10 palabras, lo más importante de la comparación anterior. Indica los motivos por los que elegiste ese titular. *
-

Salta a la pregunta 15

Actividad 4. “Estadístico por un mes: Revisando ideas”

15. Luego de haber analizado distintos tipos de información relacionada con el COVID-19, ¿agregarías o cambiarías alguna de las decisiones tomadas en la Actividad 1? ¿Cuál o cuáles? ¿Por qué? *
-

Este contenido no ha sido creado ni aprobado por Google.

Google Formularios

ANEXO 2.

Análisis de contenido de las respuestas a las actividades del Cuestionario 1

Actividad 1. "Estadístico por un mes"

El objetivo de esta actividad y de las que siguen es obtener información sobre las maneras en las que se puede leer la información. Por favor, te pedimos que te expliques todo lo que puedas en relación con cada pregunta. ¡Gracias!

Actividad 1. "Estadístico por un mes"

Suponiendo que, en octubre de 2020, te hubieran contratado para realizar un estudio estadístico sobre la variación en la propagación del virus COVID 19, en la provincia de Santa Fe, ¿Cómo lo hubieras hecho? ¿A quiénes habrías consultado para obtener los datos necesarios? ¿Qué le habrías preguntado?

Análisis de contenido de las respuestas brindadas por los sujetos de estudio a la Actividad 1 – Cuestionario 1

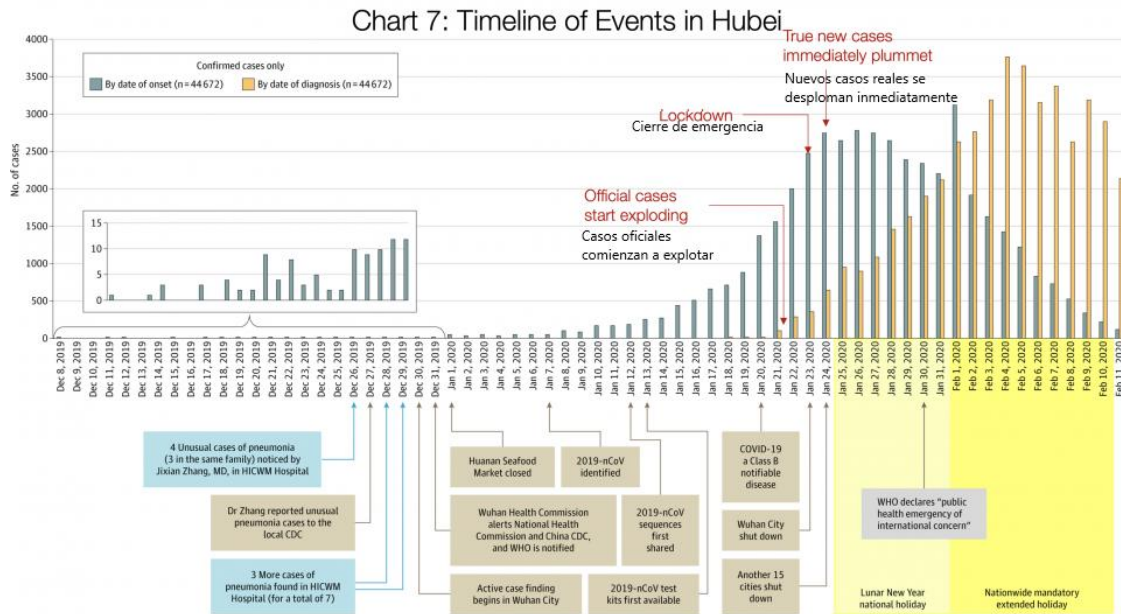
Sujeto N°	Respuesta dada	Análisis	Tipo/s de razonamiento/s predominante
Sujeto 1_Act1.1	Si bien vivo en Entre Ríos, <u>hubiese buscado información en portales oficiales</u> que ofrecen datos abiertos en relación al Covid-19, como el del Ministerio de Educación y, probablemente, haya algunos provinciales. También me hubiese puesto en <u>contacto con profesionales, por ejemplo, epidemiólogos y/o instituciones</u> que estaban trabajando en el tema para recabar más información que me permita realizar un <u>estudio confiable y avalado por profesionales</u> . Qué les preguntaría, no lo sé... <u>entiendo que la búsqueda de datos e información previa, me llevaría a construir preguntas que me sirvieran para avanzar con el estudio</u> (las llevaría por escrito, para asegurarme las respuestas). Por último, haría un <u>estudio estadístico teniendo en cuenta el público al que va dirigido</u> . Por ejemplo, <u>presentar gráficos y tablas complejas para un público general, no tendría sentido</u> .	Muestra evidencias que dan cuenta de un conocimiento respecto de la fuente donde recabar información. Sin embargo, considera fuentes que brindan datos acotados, como ser el Ministerio de Educación, el cual proporciona sólo información de la población estudiantil. Hay un acercamiento a la idea de evaluación de fiabilidad sin precisar otras cuestiones relacionadas con la valoración crítica y cómo podrían tomarse los datos para que sean confiables. Continúa con la búsqueda de fuentes acotadas como especialistas epidemiológicos sin poder anticipar algún camino posible para obtener información. Mantiene una visión de la estadística ingenua en el sentido que no especifica de qué se va a tratar el estudio ni cómo recolectar la información y presentar el resumen de esos datos. Además, no especifica qué significa "tablas complejas para un público general" y por qué podría ser complejo.	Se observan razonamientos idiosincráticos y verbales
Sujeto 2_Act1.1	Hubiera propuesto pedir los <u>registros del 0800 Covid-19</u> , desde el inicio de la pandemia	Sólo indica dónde pediría información, pero no especifica en qué región, si consideraría toda la	Se observa un razonamiento idiosincrático.

	<p>hasta la fecha (octubre 2020) y <u>consultaría sobre los casos positivos.</u></p>	<p>provincia, ya que menciona un número de teléfono que se corresponde al gobierno nacional. Además, sólo considera los casos positivos sin considerar otras variables o datos y solo lo hace hasta octubre de 2020 lo que no le permite tener información sobre la evolución.</p>	
Sujeto 3_Act1.1	<p>En principio para analizar la <u>variabilidad</u> en la propagación se debería estudiar, por ejemplo, la variable: <u>Cantidad de infectados por el virus COVID 19</u>, en la provincia de Santa Fe, en los días del mes de octubre del 2020. Los datos los obtendría de <u>fuentes oficiales</u> como ser el ministerio de salud. Luego con dichos datos podría <u>calcular una medida de variabilidad como ser el coeficiente de variación.</u></p>	<p>Menciona una variable, considera fuentes oficiales. Si bien sólo indica como una de ellas al ministerio de salud, ésta es una de las más adecuadas. Aparece una idea básica sobre fiabilidad, pero no está desarrollada. Propone realizar un cálculo para medir la variabilidad, como ser el coeficiente de variación, pero no menciona cuáles son las poblaciones o muestras que se estarían comparando.</p>	<p>Se observa un razonamiento transicional</p>
Sujeto 4_Act1.1	<p>Hubiese consultado al Ministerio de salud o a los Grandes Hospitales sobre <u>cantidad de infectados, cantidad por familia, cuántos días luego del primer síntoma se contagiaron los demás integrantes familiares.</u></p>	<p>Realiza una lista de variables que tendría en cuenta para hacer el estudio, pero no especifica qué haría con ellas, si las compararía, de qué manera, cómo obtendría esos datos. Tampoco analiza la completitud de la información que podrían aportar los grandes hospitales o el Ministerio de Salud.</p>	<p>Se observa un razonamiento verbal</p>
Sujeto 5_Act1.1	<p>Hubiera consultado a entidades que recopilen la <u>información necesaria</u> (IPEC, Ministerio de Salud de la Provincia, entre otros). Les hubiera pedido el <u>registro diario de casos positivos de COVID 19.</u></p>	<p>Habla de información necesaria sin especificar cuál es, sólo aclara que pediría los casos diarios positivos. No hace mención a la manera en la que utilizaría los datos y con qué objetivo los recolectaría.</p>	<p>Se observa un razonamiento idiosincrático</p>
Sujeto 6_Act1.1	<p>Recolectando datos en los centros telefónicos y presenciales de salud, <u>organizando y resumiendo datos.</u> Considero que para saber qué preguntar debería consultar con <u>especialistas médicos y profesionales de la salud</u> que me permitan <u>conocer los indicadores que se deben tener en cuenta para conocer el nivel de propagación del virus.</u> Y a partir de allí <u>definir variables y preguntas.</u></p>	<p>Hay un acercamiento a la necesidad de resumir los datos, pero no explica de qué manera lo va a realizar. Menciona indicadores, variables y preguntas en general sin especificar.</p>	<p>Se observan razonamientos verbales y transicionales</p>

Actividad 2. “Analista de datos” (Parte 1)

En el Gráfico 1 se resumen los casos diarios de coronavirus, que ocurrieron en la provincia china de Hubei, desde el inicio de la propagación (9 diciembre de 2019) hasta el 11 de febrero de 2020. Los datos se discriminan según el número oficial de casos diarios (barras naranjas) y el número de casos reales diarios de coronavirus (barras grises).

Gráfico 1: Casos diarios en Hubei



- El 21 de enero de 2020, el número de nuevos casos diagnosticados (naranja) se dispara y se registran alrededor de 100 casos nuevos. Dos días después, las autoridades aislaron la ciudad de Wuhan. ¿Cuántos casos diagnosticados había al momento de tomar esa decisión?
- A partir del aislamiento (Lockdown en el gráfico) de varias ciudades, ¿cómo varió el número de casos diagnosticados? ¿Y el de casos reales?
- ¿Por qué a pesar de que se aislaron las ciudades, los casos diagnosticados continuaron en aumento? ¿Qué significa que, al 31 de enero, los casos reales coinciden con los diagnosticados?

Análisis de contenido de las respuestas brindadas por los sujetos de estudio a la Actividad 2 – Cuestionario 1

NOTA: CG = COMPRENSIÓN GRÁFICA – UA = UNIDAD DE ANÁLISIS

Respuesta Sujeto i	Nivel CG por UA	Descripción	Nivel de CG que se destaca
Sujeto 1_Act 2.1 a) La imagen es muy pequeña y no observo que se encuentren indicadas las cantidades exactas por día, por lo que mi estimación (a partir de la altura de la tercera barra <u>naranja</u>) es de <u>aproximadamente 400 casos (cuatro veces más)</u> .	Nivel 1_2: Lectura literal de datos y marco	La respuesta presenta un valor extraído del gráfico, pero no especifica la variable utilizada, es decir, sólo menciona “cantidades por día” pero no indica si esa cantidad se corresponde a casos reales o a casos diagnosticados. Agrega que esa cantidad de casos aumentó en	Se destaca nivel 0_1

<p>Hubiese sido bueno <u>incluir la fuente del gráfico</u>, así uno conoce de dónde proviene y también puede acceder para ampliar el gráfico sin tanta pérdida de definición.</p>	<p>Nivel 2: Leer dentro de los datos. Categoría 2_1: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos.</p>	<p>comparación, implícitamente, con los 100 casos diagnosticados el 21 de enero, haciendo una especificación incompleta de la variable y sólo describiendo un dato.</p> <p>Realiza una valoración crítica de la presentación de la información.</p>
<p>b) Respecto a los casos reales, hay un <u>crecimiento sostenido</u> hasta el 24 de enero, y luego <u>comienzan a bajar</u>. El 25 de enero presenta una <u>baja de casos</u>, <u>habría que ver qué pasó...</u> Respecto a los casos diagnosticados, su distribución es similar pero <u>más apuntada y variable</u> que la de los casos reales, y desplazada en el tiempo, lo cual <u>tiene sentido</u></p>	<p>Nivel 1-2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal de los datos</p> <p>Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo</p>	<p>Observa una variación en los casos diarios tanto reales como diagnosticados, pero no logra especificar esas variaciones en términos absolutos, relativos o porcentuales. Aunque no fundamenta la conclusión con base en valores o cálculos provenientes de la información del gráfico. Utiliza un lenguaje cotidiano para explicar las variaciones que observa en el gráfico, pero quedándose con los datos de manera aislada sin considerar la evidencia cuantitativa que el gráfico ofrece. No argumenta por qué tiene sentido la variación observada.</p>
<p>c) Voy a responder desde lo que creo podría haber pasado, pero no tengo respuestas certeras a estas preguntas, no soy profesional de salud...</p> <p>Para la primera pregunta, entiendo que ya habrían muchas personas contagiadas dentro de la ciudad por lo que aislarla no significó que paren los contagios.</p> <p>Y la segunda pregunta no me queda clara... no sé a dónde se apunta con el "significado" de la igualdad de casos reales y diagnosticados... la causa no la sé, <u>lo único que veo es que la altura de las barras es igual</u>, por lo que los casos coinciden. Tampoco me</p>	<p>Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo.</p>	<p>Continúa haciendo un análisis basado en sus creencias personales, utilizando un lenguaje cotidiano, sin tener en cuenta ni haciendo una indagación de la información que brinda el gráfico. Tampoco busca información complementaria que le podría permitir comprender mejor las preguntas. Se basa sólo en “las alturas de las barras” pero no especifica ni utiliza la información de las frecuencias que presenta el gráfico. Confunde “Casos reales” con casos que realmente fueron examinados y los compara con los que serían estimaciones.</p>

queda claro cómo se calcularon los casos "reales", si son reales, no son estimaciones...

Sujeto 2_Act 2.1	Nivel 1_2	Responde con un dato numérico sin especificar si corresponde a casos diarios reales o a casos diarios diagnosticados.	Se destaca el nivel 3_3
a) alrededor de 400 casos	Leer los datos – Lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco		
b) los casos diagnosticados siguen <u>creciendo de manera exponencial</u> hasta el de febrero que comienza un <u>leve descenso de casos</u> . En cuanto a los casos reales, desde el aislamiento, <u>comienza a bajar</u> .	Nivel 3_3: Leer más allá de los datos – Racional / Literal. Predicción de una tendencia o de un valor. Integración con el contexto racional / literal	Hace una distinción entre los casos reales y los casos diagnosticados. Menciona un crecimiento exponencial sin expresar esta variación en términos absolutos, reales o porcentuales. Lo mismo sucede cuando se refiere a una disminución.	
c) como el <u>periodo de contagio es de hasta 7 días</u> , desde los casos que se diagnostican hoy contagiaron varios días antes, por lo que <u>los contactos estrechos aparecerán en un periodo de 7</u> aproximadamente. Precisamente, <u>el 31 de enero es una semana después (7 días) del aislamiento (23 de enero), es decir que ya no hay casos de contagio anteriores al aislamiento</u> .	Nivel 3_3: Leer más allá de los datos – Racional / Literal. Predicción de una tendencia o de un valor. Integración con el contexto racional / literal	Explica el motivo por el que los casos diagnosticados continuaron en aumento haciendo mención al periodo de contagio, integrando la información con el contexto y con lo que conoce del mismo. Lee información del gráfico, confirmando lo que expone, la duración de los siete días de contagio.	
Sujeto 3_Act 2.1	Nivel 1_2	Realiza una lectura literal de una de las dos variables sin especificar a cuál corresponde el dato obtenido.	Se destaca un nivel 1_2
a) Alrededor de 300	Leer los datos – Lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco		
b) <u>Los reales continuaron creciendo 4 o 5 días y luego bajaron</u> ; los diagnosticados continuaron creciendo por más días <u>como es de esperar</u> .	Nivel 1-2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco	Menciona la variación de los casos reales y de los casos diagnosticados sin hacer un cálculo porcentual, relativo o absoluto de esos crecimientos y descensos que expresa. Indica que “era de esperar” que los casos diagnosticados disminuyan, pero no	

		especifica ni fundamenta la respuesta, quedándose con una perspectiva personal de la situación.	
c) Porque no se lograba diagnosticar a tiempo, por la cantidad de casos. Coinciden sólo por <u>casualidad</u> ...ya que <u>una de las variables decrece en el tiempo y la otra aumenta</u>	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	Utiliza una lectura basada en la experiencia individual, utilizando un lenguaje idiosincrático. Menciona variables, pero no especifica cuáles es cada una de ellas.	
Sujeto 4_Act 2.1			
a) Alrededor de 400	Nivel 1-2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco	Realiza una lectura directa de un dato que observa en el gráfico sin especificar a qué variable corresponde.	Se destaca un nivel 1_2
b) El número de casos <u>diagnosticados aumenta mientras que el de casos reales se "desploma"</u> .	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	Utiliza un lenguaje cotidiano para expresar la variación de una de las variables. Lo realiza entre comillas, pero queda sólo en esa expresión, no utiliza valores absolutos, ni porcentuales o relativos	
c) Porque <u>la propagación ya se había realizado</u> aproximadamente una semana/ <u>quince días antes del cierre</u>	Nivel 1-2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Realiza una lectura básica y puntual de lo que observa en el gráfico. No hace una mirada general ni reflexiona sobre lo observado.	
Sujeto 5_Act 2.1			
a) El 23-01-2020 (momento en que se toma la decisión de cerrar) había <u>aproximadamente 350</u> . (nota: tuve que buscar en Google la relación entre Wuhan y Hubei, como Wuhan es la capital de Hubei, pude responder la pregunta)	Nivel 1_2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Describe la barra en la que observa el dato considerando que en esa fecha se decide cerrar la circulación. Menciona sólo el valor correspondiente a los casos diagnosticados.	Se destaca un nivel 1_2
b) Los casos diagnosticados <u>siguieron subiendo, por aproximadamente 13 días, luego comenzaron a bajar</u> . Los casos reales <u>siguieron subiendo por 5 días aproximadamente, luego comenzaron a bajar</u> , tuvieron un <u>nuevo "pico" el</u>	Nivel 1_2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco. Nivel 0_1:	Realiza una explicación de la variación que observa en el gráfico en relación a los casos diagnosticados y a los casos reales, considerando la duración en días de los aumentos. No especifica en valores absolutos, relativos o	

<u>1 de febrero, y luego, volvieron a mostrar una tendencia decreciente.</u>	Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	porcentuales esos cambios observados. Utiliza un lenguaje cotidiano para definir medidas de tendencia central, aunque no las calcula.	
c) En los <u>medios Argentinos</u> siempre se explicó que los casos diagnosticados tenían una diferencia de varios días (15 aprox.) para reflejar los casos reales. Supongo que en China pasa algo similar (<u>no tengo la información suficiente para poder responder</u>). Manteniendo esta idea, podría decirse que el <u>número de casos reales del 15 de enero</u> (<u>diagnosticados el 31 de enero</u>) coinciden con los <u>casos reales del 31 de enero</u>	Nivel 2 Leer dentro de los datos. Categoría 2_1: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos.	Intenta dar una explicación de lo que observa en el gráfico reflexionando sobre el contexto, pero no busca en fuentes oficiales ni recurre a la información que se le está presentando. Menciona experiencias personales y a partir de allí, considera datos específicos del gráfico, que los lee adecuadamente y logra identificar los casos diagnosticados y los reales. Aporta información adicional, aunque no lo hace con valores que está comparando.	
Sujeto 6_Act 2.1 a) Aprox. 400	Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Sólo observa un dato en el gráfico, el que lee de manera adecuada, pero no realiza comparaciones para fundamentar si disminuye o no el número de casos. No especifica variable ni va más allá del valor observado.	Se destaca un nivel 1_2
b) Diagnosticados <u>aumentaron por varios días</u> y reales <u>aumentaron poco</u> , cerca de <u>estable</u> los primeros y luego <u>comenzaron a bajar</u> .	Nivel 1_2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco. Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	Logra observar una variación tanto en los casos reales como en los casos diagnosticados sin hacer una especificación absoluta, relativa o porcentual de esas variaciones. Utiliza un lenguaje personal y cotidiano para explicar lo observado.	
c) Lo primero puede relacionarse con <u>el tipo que se necesitaba para diagnosticar</u> . Lo segundo que <u>en ese día hubo tantos diagnosticados como reales</u> , o por <u>lo que se lee en el gráfico</u> podría estar relacionado con la	Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Responde considerando sólo lo observado en el gráfico. No va más allá de los datos. Hace un intento, pero menciona que no puede responder porque le falta información.	

emergencia (no comprendo la pregunta). Aunque esto no lo puedo concluir solo con la información del gráfico.

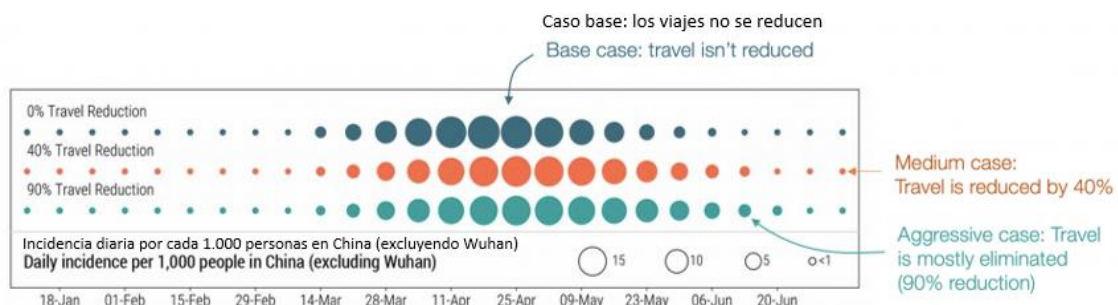
Necesitaría conocer información extra.

No se observa un análisis crítico sobre qué es lo que necesitan buscar.

Actividad 3. “Analista de datos” (Parte 2)

El Gráfico 2 está basado en un modelo creado por epidemiólogos, el cual muestra el impacto que se esperaba observar considerando sólo la reducción de viajes hacia y desde Wuhan, pero sin aplicar ningún otro tipo de restricción con el fin de retrasar la epidemia. El tamaño de las burbujas muestra la incidencia diaria por cada 1.000 personas en China, excluyendo Wuhan. La línea superior muestra los casos si no se hubiera hecho ninguna restricción. Las otras dos líneas muestran el impacto si se redujera el 40% y el 90% de viajes, respectivamente.

Gráfico 2. Retraso en la propagación del Coronavirus en China, basado en las restricciones de viaje.



Source: Tomas Pueyo analysis on charts and data from paper: The effect of travel restrictions on the spread of the 2019 novel coronavirus (COVID-19) outbreak, Science Magazine, <https://science.sciencemag.org/content/early/2020/03/05/science.aba9757>

Análisis de contenido de las respuestas brindadas por los sujetos de estudio a la Actividad 3 – Cuestionario 1

NOTA: CG = COMPRENSIÓN GRÁFICA – UA = UNIDAD DE ANÁLISIS

Respuesta Sujeto i	Nivel CG por UA	Descripción	Nivel de CG que se destaca
Sujeto 1_Act 3.1	Nivel 2	Realiza una comparación entre los tres gráficos identificando tamaños de las burbujas y su concentración o variabilidad. No logra hacer una lectura porcentual o absoluta de los casos observados.	Se destaca un nivel 2_1
En términos generales, lo que puedo decir es que el <u>crecimiento de casos es más abrupto para la distribución sin restricciones (concentración de burbujas grandes)</u> . A medida que aumentan las restricciones de viaje, los casos <u>aumentan pero más suavemente</u> (las burbujas van tomando	Leer dentro de los datos. Categoría 2_1: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos.	A partir de los datos observados, busca aproximar la distribución observada a un modelo, imaginando que el mismo se adapta a una curva, pero no indica	

diferentes tamaños, cada vez más grandes, pero sin llegar al tamaño máximo de la distribución sin restricciones). Lo mismo pasa para el descenso de casos, decrecimiento más abrupto en la distribución sin restricciones.

Si uno se imaginase las curvas correspondientes a cada tipo de restricción, la curva más apuntada sería la de 0% de restricciones y la más aplanada la del 90% de restricciones.

cuáles son las características de ésta.

Sujeto 2_Act 3.1	Nivel 2	Entiende que para poder realizar comparaciones es necesario realizarlo a través de porcentajes, pero no logra interpretar que el tamaño de las burbujas permite realizar esa comparación de manera directa.	Se destaca el nivel 2_1
Para poder <u>comparar este gráfico deberíamos hacerlo en porcentaje</u> ya que seguramente la <u>cantidad de personas que estemos comparando, no sea la misma</u> . (interpreto que por ciudades se decidía qué porcentaje de medios de transporte cerrar)	Leer dentro de los datos. Categoría 2_1: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos.	Realiza un análisis de lo que observa en cada situación, teniendo en cuenta el tamaño de las burbujas, compara entre cada una, pero no reflexiona más allá de lo que observa. Habla de mayor, menor periodo de contagio. No lo hace en términos porcentuales como lo plantea al comienzo de la respuesta.	
Aclarado lo anterior y <u>suponiendo que se están comparando cosas similares</u> , podemos decir que... El <u>gráfico muestra que no hay mucha incidencia en los contagios</u> por la utilización de medios de transporte. En los casos en los que los viajes se redujeron el 90%, <u>el período de mayor contagio fue mayor que en los otros dos casos</u> . Además en el caso de la <u>reducción del 40%, la disminución de contagios fue la más rápida, incluso</u> es la que <u>menor período de mayor contagio tuvo</u> , pero también es la que <u>más contagios se registraron</u> .			
Sujeto 3_Act 3.1	Nivel 1_2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título,	Realiza una lectura correcta de la tendencia, aunque no especifica	Se destaca el nivel 1_2
Si se observan los gráficos se pueden visualizar que en			

el primero 0% de reducción en los viajes la incidencia a lo largo del tiempo tendría un pico más acentuado que cuando se reducen los viajes un 40% y 90% por lo que quizás no daría tiempo al sistema de salud de responder a las demandas en días tan acotados.

fuente, variables, datos, marco.

Nivel 0_1:

Perspectiva personal – Idiosincrático.

Ingenuo

valores ni realiza una comparación exhaustiva.

Utiliza la experiencia personal y una opinión sobre lo que podría llegar a ocurrir.

Sujeto 4_Act 3.1

Al reducir los viajes en un 90% la incidencia diaria por cada mil personas en China disminuye de forma redundante a cuando no se reducen los viajes pero igualmente no hay gran diferencia entre la disminución al reducir un 40% o 90% los viajes. Para elaborar la conclusión observo los diámetros de los círculos (y su representación) a lo largo del tiempo.

Nivel 1_2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.

Hace una lectura del gráfico que representa la reducción del 90% indicando una disminución, pero no en términos porcentuales. Realiza una comparación entre los diámetros de los círculos del gráfico para cada situación, observando que no hay diferencias relevantes entre reducir un 40% o un 90% la circulación. No reflexiona sobre el contexto ni va más allá de los datos del gráfico.

Se destaca un nivel 1_2

Sujeto 5_Act 3.1

Tengo dudas respecto a lo que significa "incidencia diaria por cada 1000 habitantes". Tengo la sensación de que mayor tamaño de burbuja, implica mayor cantidad de casos de COVID, PERO el título del gráfico dice "Retraso en la propagación del coronavirus en China..." Entonces... ¿mayor tamaño de burbuja implica mayor retraso de contagios?.

Nivel 1_2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.

Observa el tamaño de las burbujas tratando de realizar una comparación en relación al tamaño de las mismas.

Indica datos concretos observados en el gráfico. Sin embargo, no logra leer adecuadamente las burbujas, tampoco brinda información de los valores que debería comparar.

Se destaca un nivel 1_2

Creo que la opción correcta es la primera que mencioné, eso me lleva a concluir que la restricción en los viajes no influye en la disminución en la propagación, incluso, después del 6 junio, la simulación presenta más casos de COVID con 90 % de restricción de viajes que en el caso con 0 % de restricciones.

Sujeto 6_Act 3.1	Nivel 1_2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Realiza una lectura literal del gráfico. Describe lo que observa en relación al tamaño de los círculos y los compara con las tres situaciones. No realiza ninguna predicción ni tendencia de lo que se espera que ocurra.	Se destaca un nivel 1_2
<p>Por lo observado en la distribución de los diámetros de los círculos en los tres casos, que coinciden aproximadamente en los mismos lugares de la distribución para los tres casos, sin importar el nivel de reducción de viajes la incidencia diaria por cada 100 personas no varía significativamente según si la gente puede o no viajar.</p>			

Actividad 4. “Estadístico por un mes: Revisando ideas”

Luego de haber analizado distintos tipos de información relacionada con el COVID-19, ¿agregarías o cambiarías alguna de las decisiones tomadas en la Actividad 1? ¿Cuál o cuáles? ¿Por qué?

Análisis de contenido de las respuestas brindadas por los sujetos de estudio a la Actividad 4 – Cuestionario 1

Sujeto i	Respuesta dada	Análisis	Tipo/s de razonamiento/s predominante
Sujeto 1_Act 4.1	Nivel 0_1:	No reflexiona sobre las actividades realizadas anteriormente.	Se observa un razonamiento idiosincrático
No, trabajaría de la misma manera.	Perspectiva personal – Idiosincrático.		
	Ingenuo		
Sujeto 2_Act 4.1	Nivel 0_1:	Intenta agregar dimensiones nuevas para el análisis sin especificar claramente cómo haría dicho análisis. No puntualiza.	Se observa un razonamiento idiosincrático
Se podría indagar también por los medios de transportes habilitados, por los puestos laborales que están habilitados para realizar sus tareas habituales (apertura de comercios, bares y restaurantes, escuelas, clubes, etc.), edades, género.	Perspectiva personal – Idiosincrático.		
	Ingenuo		
Sujeto 3_Act 4.1	Nivel 0_1:	No reflexiona sobre las actividades realizadas anteriormente.	Se observa un razonamiento idiosincrático
No	Perspectiva personal – Idiosincrático.		

Ingenuo			
Sujeto 4_Act 4.1 Agregaría consultar las interacciones que tuvieron dichas personas entre ellas para ir generando una estadística de contagio.	Nivel 1_2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Considera la posibilidad de analizar los contagios por contacto consultando a las personas contagiadas.	Se observa un razonamiento verbal
Sujeto 5_Act 4.1 Mantendría la misma respuesta, para poder analizar información, debo consultar fuentes confiables.	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	No reflexiona sobre las actividades realizadas anteriormente. Vuelve a mencionar fuentes confiables como lo hizo en la actividad 1.	Se observa un razonamiento idiosincrático
Sujeto 6_Act 4.1 Mantengo la necesidad de consultar con gente especializada antes de poder tomar cualquier decisión sobre qué cosas analizar en el estudio.	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	No reflexiona sobre las actividades realizadas anteriormente. Vuelve a mencionar consultar a especialistas como lo hizo en la actividad 1.	Se observa un razonamiento idiosincrático

ANEXO 3.

Análisis de contenido de las respuestas a las actividades del Cuestionario 2

Actividad 1. "Estadístico por un mes"

El objetivo de esta actividad y de las que siguen es obtener información sobre las maneras en las que se puede leer la información. Por favor, te pedimos que te expliques todo lo que puedas en relación con cada pregunta. ¡Gracias!

Actividad 1. "Estadístico por un mes"

Suponiendo que, en octubre de 2020, te hubieran contratado para realizar un estudio estadístico sobre la variación en la propagación del virus COVID 19, en la provincia de Santa Fe, ¿Cómo lo hubieras hecho? ¿A quiénes habrías consultado para obtener los datos necesarios? ¿Qué le habrías preguntado?

Análisis de contenido de las respuestas brindadas por los sujetos de estudio a la Actividad 1 – Cuestionario 2

Sujeto N°	Respuesta dada	Análisis	Tipo/s de razonamiento/s predominante
Sujeto 7_Act1.2	Me basaría en los <u>datos oficiales suministrados por el gobierno</u> para poder recabar la información necesaria.	Sólo menciona dónde buscaría los datos sin especificar cuál es la información que recabaría. No menciona variables ni datos puntuales. No hace referencia a la necesidad de conocer la metodología.	Se evidencia un razonamiento idiosincrático
Sujeto 8_Act1.2	Debería haber ido a las <u>fuentes oficiales</u> , como <u>Ministerio de Salud de Santa Fe</u> , pero podría haber tomado muestras de mi ciudad, y en otros <u>SAMCOS de cabecera de Nodos</u> .	No identifica ni especifica variables. Solo menciona que tomaría muestras sin especificar la metodología y menciona a los centros de salud SAMCO como una posible fuente de información. No tiene en cuenta si los datos obtenidos allí serán representativos.	Se observa un razonamiento idiosincrático
Sujeto 9_Act1.2	Buscaría datos sobre el <u>número de casos en Santa Fe</u> desde que comenzaron los registros, <u>preguntaría cómo se realizan los registros, quiénes registran, dónde se centraliza la información...</u> Realizaría un <u>análisis de la serie temporal</u> . <u>Calcularía promedios mes a mes</u> . Haría un <u>estudio gral para la provincia y particular para cada departamento</u>	Si bien no dice dónde buscaría y qué datos obtendría (menciona el número de casos pero no los distingue), explica que tendría en cuenta las formas en las que se registraron los datos y dónde se centralizaron. Habla de promedios mensuales sin referirse a las variables por las que obtendría esos promedios ni especifica para qué le servirían esos promedios. Menciona departamentos acercándose a la noción de fiabilidad y representatividad de los datos obtenidos.	Se observa un razonamiento verbal
Sujeto 10_Act1.2	Hubiera tal vez, por un lado, hecho una <u>separación de franjas etáreas</u> para localizar qué <u>sector de la población que se contagiaba más</u> ,	Se realiza una evaluación de la fiabilidad y representatividad en la forma en la que se recolectan los datos haciendo una	Se evidencia un razonamiento procedimental

dentro de las mismas franjas podría separar personas por tipos de trabajos/actividades, para evaluar distintos aspectos por ejemplo si eran trabajos con mucha concurrencia de gente, si eran trabajos de oficina, al aire libre, ir separando en posibles factores que influyan en el contagio. Ejemplo, las personas que trabajan al aire libre, como el sector de la construcción, por lo general son personas que no se han contagiado, o si lo han hecho no se dieron cuenta, aparentemente debido a una mayor exposición a condiciones adversas de clima, bacterias, virus, etc.

Además siempre dentro de esas franjas etáreas, separaría en personas que tengan alguna enfermedad subyacente, que podría indicar que son personas de riesgo, o no y qué los podría hacer más propensos a contraer el virus.

Por último siguiendo en franjas etarias, separaría en barrios de la ciudad, por los estilos de vida que llevan.

Lo habría consultado donde realizan los test pcr, suponiendo que los test son confiables. En los mismos centros médicos ¿recopilarían la información necesaria? ¿Edad? ¿Trabajo? ¿Dirección? ¿Enfermedad subyacente?

exhaustiva distinción de sectores y grupos de personas.

Si bien en algunos ejemplos expuestos, como ser el de la construcción, se evidencia una perspectiva personal, trata de vincular lo que supone con las posibles variables a recolectar. Se pregunta y reflexiona sobre la información que podría obtener de los diferentes centros médicos donde se realizaban los test PCR. No se queda con lo expuesto sino que se plantea preguntas para seguir investigando.

Sujeto 11_Act1.2	Los datos los sacaría de los lugares donde hisopaban. <u>Elegiría, al azar, algunos de la provincia</u> , por supuesto que hay que calcular el <u>tamaño de muestra antes</u> . Les preguntaría el <u>número de personas hisopadas por cada mes</u> .	Menciona la búsqueda de datos a partir de muestras aleatorias acercándose a la idea de fiabilidad de las mismas ya que tiene en cuenta el tamaño que éstas deberían tener. Considera la cantidad de personas hisopadas (no tiene en cuenta aquellas que tuvieron la enfermedad pero no se hisoparon) pero no tiene en cuenta cuántas de ellas obtuvo resultados positivos, de éstos cómo fue su evolución, etc.	Se observa un razonamiento verbal.
Sujeto 12_Act1.2	Habría recaudado datos de <u>fuentes confiables</u> como por ejemplo el ministerio de salud y habría intentado comunicarme con algún centro de salud que atiende casos de COVID para tener una <u>idea de cómo manejan los datos</u> . Podría	Realiza una búsqueda de datos en fuentes oficiales. Explica la necesidad de conocer cómo en esas fuentes oficiales fueron recolectados los datos y a partir de allí menciona distintas variables sobre las cuáles	Se observa un razonamiento procedimental

	haber preguntado: si los datos se recaudan <u>por día, semana, mes.</u> ; <u>cuándo se considera que una persona es positiva de COVID por los síntomas, por contacto estrecho o por algún test</u> ; cuál o cuáles son los test que usan y por qué; si hacen algún <u>tipo de distinción</u> como por ejemplo por género o por edad de los pacientes; etc.	realizar la investigación. También considera necesario conocer cuestiones metodológicas. Además cuestiona las formas en las que los centros de salud tomaron los datos reflexionando sobre la metodología utilizada.	
Sujeto 13_Act1.2	Es <u>muy difícil plantear una muestra representativa en esta situación</u> . Si se opta por utilizar redes sociales estaríamos dejando fuera a aquellxs que no las utilizan. Si se opta por tomar datos de los hospitales quedarían descartadxs aquellos que nunca asistieron, aunque hayan presentado síntomas. Dado que se pretende estudiar la propagación, quizá sea conveniente recurrir a la idea del hospital. En tal caso, como se pretende estudiar la propagación, optaría por <u>recaudar datos sobre los contagios de los contactos estrechos en relación a los contactos en sí</u> .	Realiza una explicación de por qué no podría obtener los datos para el estudio pedido basándose en suposiciones y considerando casos particulares y puntuales. Asimismo sólo considera obtener datos en hospitales y se queda con una sola variable de análisis muy particular (los contagios de los contactos estrechos) sin especificar por qué razón tomaría sólo esos datos. Esto acota las posibilidades para estimar un modelo de propagación.	Se observan razonamientos idiosincráticos y verbales
Sujeto 14_Act1.2	No participaría.	El INDEC expone que los datos son de todos y para todos y por ello deberíamos tener conciencia social de aportar información de calidad aún en lo individual, por lo que decidir no participar recaería en un nivel idiosincrático.	Se observa un razonamiento idiosincrático.
Sujeto 15_Act1.2	Como docente se me ocurre que podría haber realizado una <u>encuesta de manera anónima a través de un formulario de Google</u> a través de mis estudiantes y sus familias. Esto me hubiera dado información de <u>parte de la sociedad</u> , ya que solo quedarían incluidos aquellas personas que cuentan con servicio de internet. Asimismo, <u>la información recolectada hubiera sido amplia</u> , ya que mis estudiantes son de diferentes zonas de la ciudad y en algunos casos no son de la localidad sino de la zona aledaña (principalmente estudiantes del nivel superior). Las preguntas se <u>dividen en aquellos que se sometieron a test y tuvieron los resultados</u> . Luego, <u>consultaría sobre la zona dónde vive, actividad a la que se dedica y</u>	Propone encuestar a los estudiantes porque considera que son una parte importante de la sociedad. Más adelante tiene en cuenta a aquellos que quedan excluidos, considerando a los que no tienen acceso a internet debido a que el instrumento que considera utilizar es un formulario de Google. No hace mención a aquellos que no son estudiantes. Si bien menciona varias preguntas que incluiría en ese formulario, donde se obtienen distintas variables, y donde menciona una confrontación entre ellos sin especificar, en su descripción no manifiesta ni menciona la fiabilidad de esos datos. Menciona distintos medios para obtener datos y se los confronta entre ellos.	Se observan razonamientos idiosincráticos y verbal.

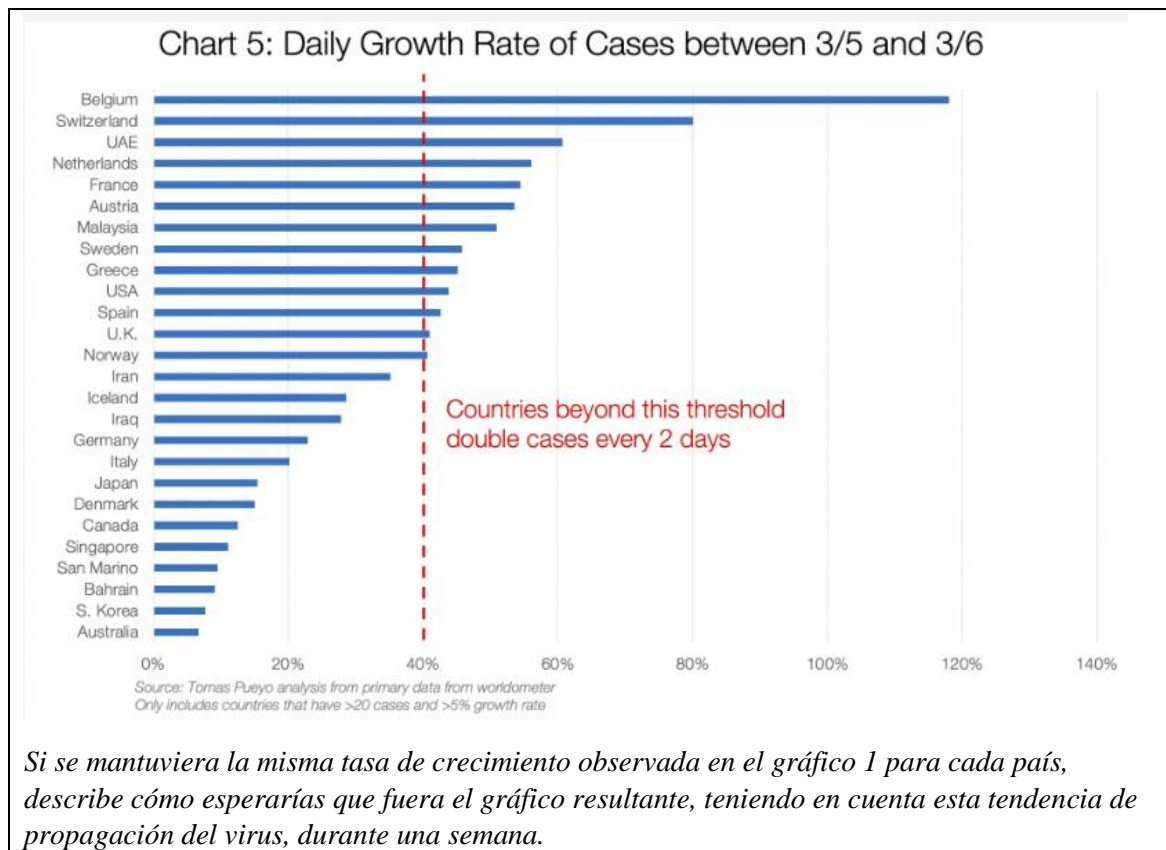
dónde la realiza. Además, preguntaría por los distintos síntomas que la OMS definió como evidencias de haber cursado el COVID. En cuanto a las zonas de la ciudad y personas que no acceden a internet podría haber tomado información de los diferentes medios de comunicación (ya que las personas realizaban "denuncias" públicas de no atención). Lo anterior implica un cruce de datos muy importante. Luego, realizaría una comparación de las zonas propuestas entre aquellos que contaban con conectividad y aquellos que no (lo cual no se limita a estar cerca de la zona céntrica).

Sujeto 16_Act1.2	Hubiera consultado los registros de <u>casos positivos del 0800 COVID</u> , desde el inicio de la pandemia.	Presenta una escasa respuesta sobre la forma en la que obtendría la información sólo de los casos positivos. No considera otras variables ni reflexiona sobre la completitud de los datos que podría obtener de esa fuente.	Se destaca un razonamiento idiosincrático.
Sujeto 17_Act1.2	Primero me <u>informaría sobre COVID 19</u> , luego haría una planificación/ diseño de investigación donde además de otros aspectos me <u>plantearía ciertos objetivos</u> , luego acudiría a <u>instituciones encargadas de recolectar datos</u> sobre cuestiones de salud, consultaría cuales son las variantes que afectan la provincia, averiguaría <u>la cantidad de habitantes por distrito y si se tomaron muestras aleatorias por conglomerados para recolectar información, además de otra información que pueda ser relevante</u> .	Menciona la necesidad de informarse sobre el Covid para poder hacer la investigación. Considera instituciones encargadas de recolectar los datos para obtenerlos. Menciona muestras aleatorias por conglomerados, haciendo mención a la fiabilidad en la forma en la que se recolectan los datos. Sin embargo, no especifica cuáles son las variables que intervienen, qué datos recolectaría y de esta forma por qué sería propicio considerar ese tipo de muestreo.	Se destaca un razonamiento verbal.

Actividad 2. "Analista de datos"

El Gráfico N° 1 muestra la variación en la tasa de crecimiento diario de la propagación del virus entre el 5 de marzo y el 6 de marzo de 2020, en distintos países del mundo.

Gráfico N° 1. Tasa de crecimiento diario de casos entre el 5 de marzo y el 6 de marzo.



Análisis de contenido de las respuestas brindadas por los sujetos de estudio a la Actividad 2 – Cuestionario 2

NOTA: CG = COMPRENSIÓN GRÁFICA – UA = UNIDAD DE ANÁLISIS

Respuesta Sujeto i	Nivel CG por UA	Descripción	Nivel de CG que se destaca
Sujeto 7_Act 2.2 El mismo gráfico porque corresponde a la tasa de crecimiento.	Nivel 1_2: Lectura literal de datos y marco. Lectura literal de la información/situación o resumen: lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Considera que es el mismo tipo de gráfico que debe realizarse pero no tiene en cuenta que aquellos países cuya tasa de crecimiento diario supera el 40%, duplicarán los casos cada dos días, por lo que el nuevo gráfico se verá afectado por este umbral.	Se destaca un Nivel 1_2
Sujeto 8_Act 2.2 Un crecimiento exponencial.	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	No responde lo pedido en relación al tipo de gráfico que se podría realizar. Considera que el crecimiento observado sería exponencial pero no especifica su respuesta.	Su destaca in Nivel 0_1
Sujeto 9_Act 2.2	Nivel 1_2: Lectura literal de datos y	Entiende que será el mismo tipo de gráfico ya que se representará la tasa de crecimiento de cada país.	Su Nivel es 1_2

Igual, entendiéndose que la tasa de crecimiento de cada país en cada día de la semana fue la misma.	marco. Lectura literal de la información/ situación o resumen: lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Reconoce que la tasa se mantiene constante pero no hace la distinción de aquellos países que superan el 40%	
Sujeto 10_Act 2.2	Nivel 2	Se observa una reflexión sobre la forma en la que se calcula la tasa de crecimiento ya que para la misma se consideran los casos del día anterior.	Se destaca un Nivel 2_1.
La relación entre países iría separándose, ya que la tasa se mantiene pero los casos acumulados son los que hacen la diferencia, ya que los porcentajes diarios van a ser sobre los acumulados los días anteriores.	Leer dentro de los datos. Categoría 2_1: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos. Nivel 1_2: Lectura literal de datos y marco. Lectura literal de la información/ situación o resumen: lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	No hace una distinción entre los países que superan el 40% de los que no.	
Sujeto 11_Act 2.2	Nivel 0_1:	No realiza la actividad solicitada	NO CATEGORIZADO
No responde	Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo		
Sujeto 12_Act 2.2	Nivel 2: Leer dentro de los datos. Categoría 2_1: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos. Nivel 1_2: Lectura literal de datos y	Entiende que será un gráfico similar y considera que la tasa de crecimiento de todos los países superará el 40% pero no realiza una distinción entre aquellos que ya la superan entre los días que presenta el gráfico. Además no especifica por qué todos los países superarán el 40%.	Se destaca un Nivel 1_2
Si se mantiene la tasa de crecimiento para cada país <u>el gráfico resultante sería similar a este</u> , es decir que se mantendrían las proporciones entre los distintos países y <u>todos superarían la tasa del 40%</u> .			

	marco. Lectura literal de la información/ situación o resumen: lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.		
Sujeto 13_Act 2.2 Si las tasas se mantienen entonces esperaríamos que el gráfico resultante durante una semana sea el mismo (no sé si se refiere a la publicación diaria del gráfico durante una semana, o una publicación semanal del gráfico. El "durante" me hace pensar lo primero).	Nivel 3_3: Leer más allá de los datos – Racional / Literal. Predicción de una tendencia o de un valor. Integración con el contexto racional / literal Nivel 2: Leer dentro de los datos. Categoría 2_1: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos.	Entiende que el gráfico sería el mismo y hace una distinción entre un gráfico distinto cada día o uno semanal dando cuenta de una lectura más allá de los datos expuestos. Sin embargo, no explica por qué sería el mismo gráfico o qué sucede después de dos días si considera ese gráfico diario.	Se destaca un Nivel 2_1
Sujeto 14_Act 2.2 El mismo	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	No especifica su respuesta sólo menciona que sería el mismo gráfico.	Se destaca un Nivel 0_1
Sujeto 15_Act 2.2 <u>Tan solo con el gráfico la información es incompleta</u> , ya que no sabemos si los países están en su pico de crecimiento y <u>realizar una suposición que la tasa continuaría nos sirve para estimar</u> . Siguiendo la tendencia de las tasas esperaríamos que <u>los países entre Bélgica y Noruega dupliquen sus casos cada dos días</u> . Por lo tanto,	Nivel 4_4: Leer detrás de los datos – Crítico. Integración con el contexto valoración crítica. Nivel 3_3: Leer más allá de los datos – Racional / Literal. Predicción de una tendencia o de un valor. Integración con	Reflexiona sobre la falta de información que brinda el gráfico para poder realizar una predicción siendo crítico con lo que observa. Logra realizar una predicción particular considerando aquellos países cuya tasa de crecimiento supera el 40%. Realiza comparaciones entre estos países.	Se destaca un Nivel 3_3

seguramente habría que hacer un ajuste en la escala, ya que en el caso de Bélgica su representación aumentaría considerablemente respecto de Noruega.

el contexto
racional / literal

Sujeto 16_Act 2.2	Nivel 0_1:	No especifica su respuesta sólo menciona que sería el mismo gráfico.	Se destaca un Nivel 0_1
Sería el mismo gráfico.	Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo		
Sujeto 17_Act 2.2	Nivel 1_2:	Hace una lectura literal de lo que observa en el gráfico. No especifica cómo se “pronunciarían” las barras. No realiza cálculos.	Se observa un Nivel 1_2.
Se pronunciaría notablemente la diferencia entre las barras de los países que superan el umbral (duplicación cada dos días).	Lectura literal de datos y marco. Lectura literal de la información/ situación o resumen: lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.		

Actividad 3. “Comunicador de información” (Adaptada de Tauber, 2021)

A partir de la información representada en los Gráficos 2 y 3, responde a las siguientes preguntas y brinda los fundamentos necesarios para justificar tus respuestas:

Gráfico 2. Cantidad de nuevos casos diarios confirmados según país al 1 de julio de 2020.

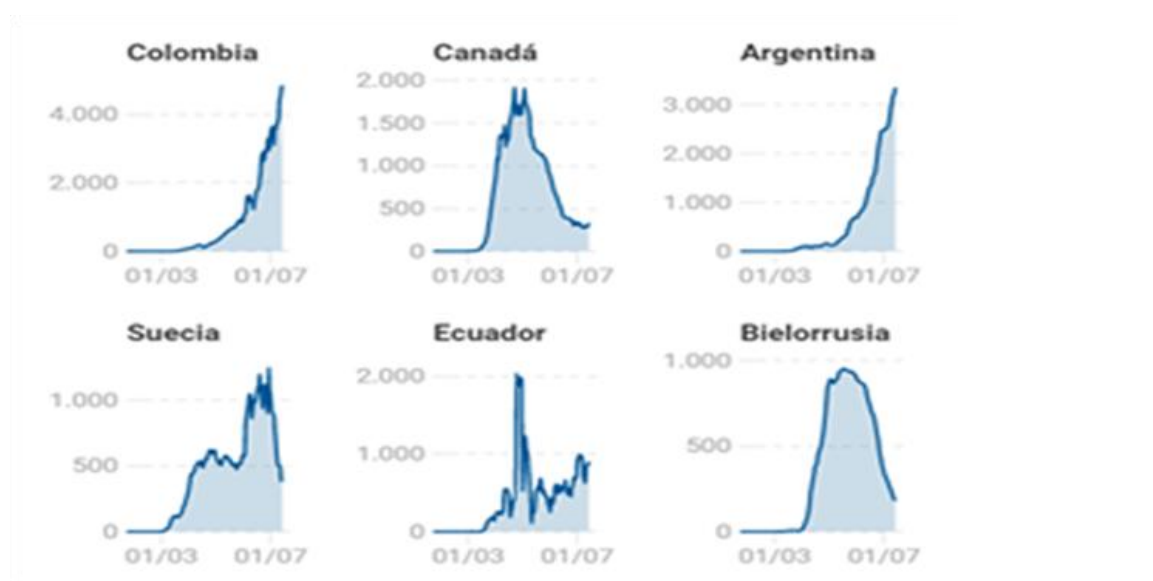
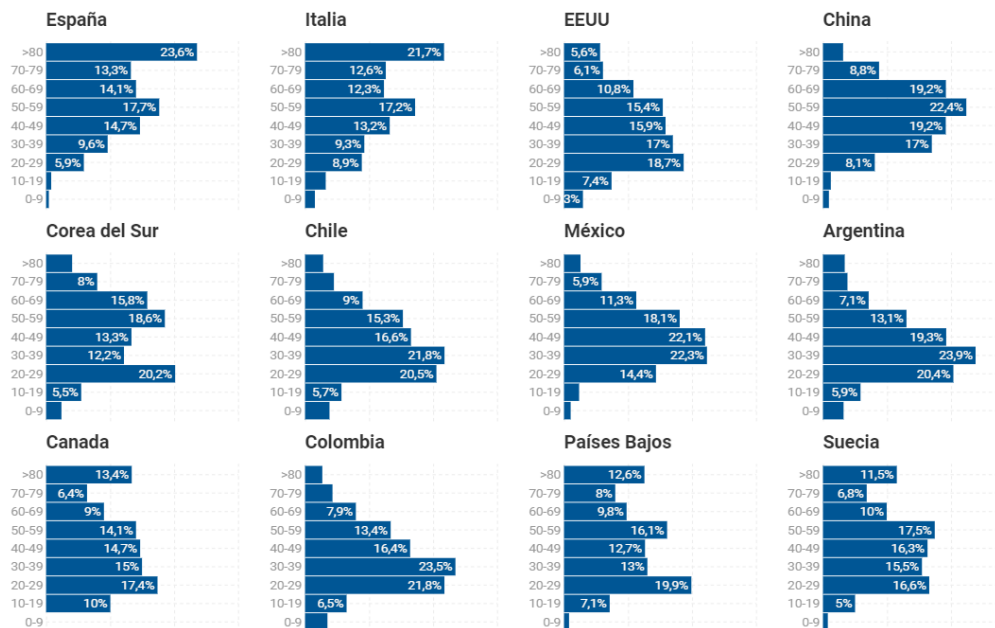


Gráfico 3. Porcentaje de casos confirmados por país al 17 de marzo de 2021



El gráfico 2 representa:

- ___ Una distribución de frecuencias absolutas
- ___ Una distribución de frecuencias relativas
- ___ Una distribución acumulada
- ___ Una serie de tiempo

Justificá tu elección

El gráfico 3 representa:

- ___ Una distribución de frecuencias absolutas
- ___ Una distribución de frecuencias relativas
- ___ Una distribución acumulada
- ___ Una serie de tiempo

Justificá tu elección

A partir del Gráfico 2, compara el comportamiento de Colombia, Ecuador y Argentina y expresa en un titular, que tenga como máximo 10 palabras, lo más importante de la comparación anterior. Indica los motivos por los que elegiste ese titular.

Análisis de contenido de las respuestas brindadas por los sujetos de estudio a la Actividad 3 – Cuestionario 2

NOTA: CG = COMPRENSIÓN GRÁFICA – UA = UNIDAD DE ANÁLISIS

Respuesta Sujeto i	Nivel CG por UA	Descripción	Nivel de CG que se destaca
<p>Sujeto 7_Act 3.2</p> <p>Gráfico 2: Una serie de tiempo.</p> <p>Es una serie de tiempo ya que las observaciones están tomadas en orden cronológico.</p>	<p>Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica. Lectura literal de la información/situación o resumen: lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.</p>	<p>Selecciona el gráfico correcto. No especifica la variable ni el tiempo representado. Menciona que tiene un orden cronológico sin detallar.</p>	<p>Se destaca un Nivel 1_2</p>

Gráfico 3: Una distribución de frecuencias absolutas. Una distribución de frecuencias relativas porque se visualizan porcentajes y no corresponde a acumulada puesto a que no es creciente el gráfico.	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo. Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica. Lectura literal de la información/situación o resumen: lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Selecciona de manera incorrecta la distribución. Sin embargo la justificación es correcta indicando que la distribución es relativa. Observa que el gráfico no es creciente.	
Aumentos de casos en Colombia y Argentina a diferencia de Ecuador. Elegí este titular porque en los tres países se observa un aumento de casos pero en Ecuador, a diferencia de los otros países, se visualiza que luego de una determinada fecha, disminuyen los mismos.	Nivel 2: Leer dentro de los datos. Categoría 2_1: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos.	Realiza una comparación entre los tres países. Indica un aumento y luego disminución de casos pero no menciona ni valores ni tiempo específico donde suceden estos cambios.	
Sujeto 8_Act 3.2 Gráfico 2: Una serie de tiempo. Porque muestra una secuencia de datos u observaciones, medidos en determinados momentos y ordenados cronológicamente.	Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Selecciona el gráfico adecuado. Menciona que los datos están ordenados cronológicamente pero no especifica el tiempo ni la variable.	Se destaca un Nivel 1_2
Gráfico 3: Una distribución de frecuencias relativas. Esta nos indica cuál es el porcentaje de observaciones en cada categoría.	Nivel 1_2 Leer los datos – Lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco	Describe teóricamente lo que permite observar una distribución de frecuencias relativas pero no lo asocia con los gráficos presentados.	
Ecuador comienza a controlar sus casos, Colombia y Argentina siguen en aumento. No indica los motivos.	Nivel 1_2 Leer los datos – Lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco Nivel 0_1: Perspectiva personal	Si bien en el título elegido podría sugerir una lectura dentro de los datos al hacer una distinción entre Ecuador y Colombia y Argentina, al no realizar la justificación no podemos saber qué fue lo que observó específicamente para crear el titular.	

– Idiosincrático.
Ingenuo.

Sujeto 9_Act 3.2 Gráfico 2: Una serie de tiempo. Se representan los valores de una variable a intervalos regulares de tiempo (día a día).	Nivel 1_2: Leer los datos – Lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Describe teóricamente el tipo de gráfico elegido sólo haciendo mención a que la variable está medida en días.	Se observa un Nivel 1_2
Gráfico 3: Una distribución de frecuencias relativas. Para cada rango de edad (variable) se le hace corresponder el % de personas infectadas en el país en un determinado día.	Nivel 1_2: Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Menciona la variable representada en cada gráfico indicando la frecuencia con la que están medidas las distribuciones.	
Ecuador, Colombia y Argentina: tendencia creciente de infectados desde junio. No indica los motivos.	Nivel 1_2: Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	En el título se deja ver que consideró los picos de los tres países sin tener en cuenta que en Ecuador luego de junio hubo una disminución en los casos.	
	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo.	Al no indicar los motivos de la elección del titular no podemos saber con exactitud lo que observó.	
Sujeto 10_Act 3.2 Gráfico 2: Una serie de tiempo. Son datos tomados a través de cierto lapso de tiempo.	Nivel 1_2: Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Elige adecuadamente el tipo de gráfico expuesto. Justifica de manera teórica, sin considerar datos de los gráficos observados.	Se destaca el Nivel 1_2
Gráfico 3: Una distribución de frecuencias relativas. Indica la cantidad de casos a la fecha, por rango etario, o sea relacionado a un factor.	Nivel 1_2: Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Elige el gráfico correcto. En la justificación menciona que se muestra la cantidad de casos en lugar del porcentaje	
	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo		
EN ARGENTINA Y COLOMBIA CRECEN EXPONENCIALMENTE LOS CONTAGIOS, ECUADOR LOS CONTROLA. Es lo que se ve en las gráficas, Argentina y	Nivel 2: Leer dentro de los datos. Categoría 2_1: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos.	Realiza una explicación del titular elegido mencionando valores observados en cada una de los tres países, realizando una comparación entre ellos.	

Colombia con más de 3000 y 4000 casos diarios respectivamente, y la curva no hace pico aún, en Ecuador se ve que el pico pasó con alrededor de 2000 casos diarios.

Sujeto 11_Act 3.2 Gráfico 2: Una serie de tiempo. Porque tengo el tiempo va frecuencia absoluta.	Nivel 1_2: Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Sólo menciona que es una serie de tiempo porque observa el tiempo en el gráfico. Identifica que la frecuencia expuesta es absoluta.	Se destaca el Nivel 0_1
Gráfico 3: Una serie de tiempo. Tiempo vs frecuencia.	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	Confunde la variable y la compara con la frecuencia. No interpreta de forma correcta el gráfico.	
Ecuador bajo control. En Colombia y Argentina aumentan los casos. En el primer caso ya tengo el pico, en los otros dos países no. Lo debo alcanzar para que baje la curva.	Nivel 1_2: Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco. Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	El título es correcto. La justificación se queda sólo con la observación de un dato en particular (el pico). No especifica la frecuencia ni en qué tiempo sucede. Supone que al llegar al pico la curva bajará.	
Sujeto 12_Act 3.2 Gráfico 2: Una serie de tiempo. Se observan la cantidad de nuevos casos diarios desde el 1/3 al 1/7.	Nivel 2: Leer dentro de los datos. Categoría 2_1: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos.	Logra describir la variable y distinguir el tiempo en el que está descrita en el gráfico.	Se destaca un nivel 2_1 puesto que logra identificar variables, observar variaciones.
Gráfico 3: Una distribución acumulada. No justifica.	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	Elige la opción incorrecta ya que la frecuencia no es acumulada, si no relativa porcentual.	
Se observa que tanto Argentina como Colombia han <u>aumentado</u> , cada día, la <u>cantidad de nuevos casos</u> . Al 1/7 Colombia superaba los 4000 nuevos casos diarios y argentina los 3000. En Ecuador se observa que en ningún momento superó los 2000 nuevos casos	Nivel 3_3: Leer más allá de los datos – Racional / Literal. Predicción de una tendencia o de un valor. Integración con el contexto racional / literal	Logra hacer una descripción de lo que sucede en los tres países desde el 1° de julio indicando cantidad de nuevos casos diarios. Los compara entre sí detectando tendencias particulares.	

diarios y que además la variabilidad por día es mucho mayor con un pico de aproximadamente 2000 nuevos casos diarios en lo que podría ser el mes de mayo. A partir de esto se observa una reducción casi a la mitad de la cantidad de nuevos casos diarios.

Por esto elijo el siguiente titular: "Ecuador maneja mejor la pandemia que Colombia y Argentina"

Sujeto 13_Act 3.2 Gráfico 2: Una distribución de frecuencias absolutas. Al hablar de "Cantidad de nuevos casos" da la idea de que es una distribución no acumulada. No es relativa, pues no intervienen porcentajes.	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	Elige la opción incorrecta. Confunde una distribución de frecuencias absolutas con una serie de tiempo. Reconoce que la frecuencia no es relativa ni porcentual.	Se destaca un Nivel 0_1
Gráfico 3: Una distribución de frecuencias relativas. Asumiendo que el eje vertical de la izquierda es la edad descarto totalmente que sea acumulada porque: (1) se está midiendo en el rango de edad y para confirmar esto podemos ver qué (2) la distribución no es monótona.	Nivel 1_2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco. Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	Realiza una justificación analizando la variable y la frecuencia.	
Aumenta el número de casos nuevos en Argentina y Ecuador. No indica los motivos.	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	Sólo menciona a Argentina y Ecuador. A Colombia no lo considera. Confunde Ecuador con Colombia.	
Sujeto 14_Act 3.2 Gráfico 2: Una serie de tiempo. Teniendo en cuenta el título del gráfico. Se observa que el eje horizontal va desde 1/03 al 01/07, mostrando el dato del día <u>1/07 sólo al final</u> .	Nivel 1_2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Selecciona de manera correcta el tipo de gráfico. Al interpretar el título confunde la lectura de un sólo día de contagio mientras que en gráfico observa una línea cronológica del 1° de marzo al 1° de julio.	Se destaca un nivel 1_2
Gráfico 3: Una distribución de frecuencias relativas. Teniendo en cuenta el título del gráfico. Parece una	Nivel 1_2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente,	Hace una lectura del título y lo relaciona con la variable.	

distribución porcentual por edad. El eje vertical indica la edad del que informa estar contagiado.

variables, datos, marco.

"Argentina y Colombia aterradas, mientras Ecuador deja atrás el miedo". No indica los motivos.

Nivel 0_1:
Perspectiva personal
– Idiosincrático.
Ingenuo.

En el título menciona palabras como “aterradas” y “miedo” que dan una idea vaga de lo que muestran los gráficos. No justifica la elección del título.

Sujeto 15 Act 3.2

Gráfico 2: Una serie de tiempo. Considero que es una serie de tiempo, ya que en el eje horizontal se indican fechas y no una variable cuantitativa.

Nivel 0_1:
Perspectiva personal
– Idiosincrático.
Ingenuo.

Si bien selecciona el gráfico correcto confunde el tiempo en el que se registró la cantidad de nuevos casos diarios confirmados con la variable cantidad de nuevos casos diarios.

Se destaca un Nivel 0_1.

Gráfico 3: Una distribución de frecuencias relativas. Supongo que en este caso se realizó una discriminación por grupos etarios (intervalos) y desde allí se indica el porcentaje de infectados en ese día puntual.

Nivel 1_2: Leer datos
– lectura básica.
Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.

Observa los intervalos etarios y hace una lectura de la frecuencia representada.

"Ecuador el milagro latinoamericano. Argentina y Colombia los más complicados." Primero para poner en sospecha los valores informados en Ecuador, ya que repentinamente caen los casos, quizás por algún cambio en el registro de los casos. Además, tanto Argentina y Colombia presentan gráficos similares que invita a su estudio, ¿serán así los datos o acaso hay un error y se reflejaban los casos acumulados? ¿Qué grupo etario es más propenso a los contagios? ¿Por qué?

Nivel 0_1:
Perspectiva personal
– Idiosincrático.
Ingenuo.

Nivel 1_2: Leer datos
– lectura básica.
Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.

Si bien reflexiona sobre los gráficos pone en duda si lo que representan es verdaderamente lo que se observa. Al considerar que en realidad el gráfico podría estar representando una frecuencia acumulada no interpreta de forma correcta la información brindada.

Sujeto 16 Act 3.2

Gráfico 2: Una serie de tiempo. Es una serie de tiempo ya que se muestran el número de casos en un período de tiempo.

Nivel 1_2: Leer datos
– lectura básica.
Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.

Observa los datos del gráfico considerando que se muestran en un periodo de tiempo específico.

Se destaca el Nivel 1_2

Gráfico 3: Una distribución de frecuencias relativas. Es una distribución de frecuencias porcentuales, se muestra la cantidad de casos (en %) por rango etario.	Nivel 1_2: Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Indica el gráfico correcto observando la frecuencia distribuida en intervalos etarios.	
"Preocupante aumento exponencial de casos positivos de covid19" Aunque Ecuador, dentro del período analizado, se registra una baja de casos, en el último tiempo está en aumento. Tanto Argentina como Colombia presentan aumento de casos en forma exponencial.	Nivel 1_2: Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	En el título no se hace una distinción entre los tres países. En la justificación diferencia Ecuador de Argentina y Colombia pero manifiesta que en Ecuador también empieza a observarse un crecimiento.	
Sujeto 17 Act 3.2 Gráfico 2: Una serie de tiempo. Porque se muestra el cambio de la variable "cantidad de nuevos casos" con el paso del tiempo.	Nivel 1_2: Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Observa la variación de la variable durante un intervalo de tiempo No especifica cuál es el tiempo representado en el gráfico.	Se destaca un nivel 1_2 donde realiza una lectura de los gráficos observados sin mencionar datos concretos.
Gráfico 3: Una distribución de frecuencias relativas. Una distribución de frecuencias relativas porcentuales donde se muestra el porcentaje de casos confirmados según la variable edad (en intervalos).	Nivel 1_2: Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Describe de manera correcta la variable y la frecuencia representadas en el gráfico.	
Ecuador, baja irregularmente; Colombia y Argentina no paran de crecer. El motivo principal que elegí este título fue porque observé que en Ecuador hubo un pico alto en el gráfico pero después, tiende a bajar de forma irregular; en cambio Argentina y Colombia lo único estable es el crecimiento acelerado de la cantidad de nuevos casos.	Nivel 2: Leer dentro de los datos. Categoría 2_1: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos.	Describe lo observado en los tres gráficos haciendo una comparación entre los mismos. Menciona aumentos y disminuciones pero no registra valores concretos.	

Actividad 4. "Estadístico por un mes: Revisando ideas"

Luego de haber analizado distintos tipos de información relacionada con el COVID-19, ¿agregarías o cambiarías alguna de las decisiones tomadas en la Actividad 1? ¿Cuál o cuáles? ¿Por qué?

Análisis de contenido de las respuestas brindadas por los sujetos de estudio a la Actividad 4 – Cuestionario 2

Sujeto i	Respuesta dada	Análisis	Tipo/s de razonamiento/s predominante
Sujeto 7_Act 2.1 Agregaría <u>más fuentes</u> para poder obtener datos porque solo con la información local no se podría tener una visualización completa de la situación.	Nivel 2: Leer dentro de los datos. Categoría 2_1: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos.	Entiende la necesidad de buscar en más fuentes pero no menciona la fiabilidad de las mismas, ni dónde lo haría.	Se observa un razonamiento idiosincrático
Sujeto 8_Act 2.1 Muchas veces <u>la muestra debe ser directa sobre la población</u> , tomando <u>diferencias en este caso etarias</u> , ya que el virus comenzó primero con mayor virulencia en adultos mayores y <u>luego que estos fueron vacunados comenzó a bajar la edad de los enfermos</u> .	Nivel 1_2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Considera la posibilidad de hacer una distinción entre las edades.	Se observa un razonamiento idiosincrático
Sujeto 9_Act 2.1 Sí. <u>Podría calcular tasas por día</u> (como en el gráfico que se mostró para distintos países).	Nivel 2: Leer dentro de los datos. Categoría 2_1: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos.	Hace una reflexión sobre las actividades realizadas considerando la posibilidad de resumir los datos obtenidos en series de tiempo.	Se observa un razonamiento verbal
Sujeto 10_Act 2.1 Sí, agregaría con respecto al <u>tiempo como se fue propagando</u> , ya que podría inferir el clima, los fines de semana, cuando la gente no hace las actividades semanales que pasa ahí. O sea <u>casos diarios y separando en días hábiles</u> .	Nivel 2: Leer dentro de los datos. Categoría 2_1: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos.	Entiende la necesidad de ser más preciso en la toma de datos, haciendo una distinción entre los días consultados.	Se observa un razonamiento verbal

Sujeto 11_Act 2.1 No	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	No reflexiona sobre las actividades realizadas y lo respondido en la primera actividad	Se observa un razonamiento idiosincrático
Sujeto 12_Act 2.1 No	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	No reflexiona sobre las actividades realizadas y lo respondido en la primera actividad.	Se observa un razonamiento idiosincrático
Sujeto 13_Act 2.1 No. Pese a lo que representan los gráficos, estos resultan insuficientes (a priori) para analizar.	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	No interpreta la actividad o confunde la actividad 1 con las demás actividades	Se observa un razonamiento idiosincrático
Sujeto 14_Act 2.1 No recuerdo la actividad 1	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	No reflexiona sobre las actividades realizadas	Se observa un razonamiento idiosincrático
Sujeto 15_Act 2.1 Quizás deba ser más específico con los tiempos en los que se realizaría la medición de los datos. Ya que tomar solo información a través un día o semana puntual brindaría información muy sesgada.	Nivel 2: Leer dentro de los datos. Categoría 2_1: Comparación: mayor / menor, aumento / disminución. No se realizan cálculos matemáticos.	Reflexiona sobre la fiabilidad de los datos obtenidos considerando la posibilidad de recolectar en otros tiempos aunque no especifica cómo, cuándo, a quiénes.	Se observa un razonamiento verbal
Sujeto 16_Act 2.1 No cambiaría.	Nivel 0_1: Perspectiva personal – Idiosincrático. Ingenuo	No reflexiona sobre las actividades realizadas.	Se observa un razonamiento idiosincrático
Sujeto 17_Act 2.1 No tomaría la investigación de forma superficial sino que trabajaría más con evidencia empírica brindada por organismos que trabajen con información estadística, trabajaría articuladamente donde se discuta todo antes de llegar a conclusiones que luego serán tenidas en cuenta para la toma de decisiones gubernamentales.	Nivel 1_2 Leer datos – lectura básica. Lectura literal del título, fuente, variables, datos, marco.	Considera la necesidad de trabajar con fuentes confiables, de manera articulada pero no especifica con qué fuentes, qué observarían	Se observa un razonamiento verbal

ANEXO 4.

Plan de Estudios del Profesorado en Matemática de la FHUC - UNL



Universidad: Universidad Nacional del Litoral			
Facultad: Facultad de Humanidades y Ciencias			
Asignatura:	Estadística		
Carrera:	Profesorado de Matemática		
Carga horaria:	6 horas semanales		
Créditos:	6		
Equipo de Cátedra:	Prof. Titular: Prof. Liliana Tauber Prof. Ajunta: Prof. Silvana Santellán		
Año Académico:	2025	Anual	
		Cuatrimestral	X
Contenidos: (Presentación por Unidades, Ejes Temáticos, etc.)			
Aspectos curriculares Estadística forma parte del segundo ciclo del Profesorado de Matemática y está ubicada en el cuarto año del plan de estudios de la carrera. Es de cursado obligatorio cuatrimestral, con una carga horaria de 6 horas reloj semanales. Para acceder a rendir la asignatura, el alumno deberá tener aprobada Probabilidad. Además, para poder realizar la Práctica Docente, el alumno deberá tener aprobada Estadística.			
Fundamentación En las últimas décadas, la enseñanza de la Estadística ha sufrido diversas transformaciones a nivel mundial. Dichos cambios han sido más vertiginosos en los últimos años, como consecuencia de la evolución de las nuevas tecnologías, que aceleraron los procesos de análisis de datos a gran escala y de modelación de los mismos. Estas transformaciones se ponen de manifiesto, especialmente en los planes de estudio de las carreras de nivel superior, en las que en su gran mayoría, se brinda al menos un curso de Estadística y, más específicamente, en las carreras de Profesorado de Matemática, en la que al menos se incluye un curso de Probabilidad y Estadística. Asimismo, en los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP) y en los Diseños Curriculares de las diversas provincias, se consideran los contenidos específicos de Probabilidad y Estadística, así como las orientaciones para el desarrollo de un currículo en espiral, en el que se relacionen año a año, los conceptos estocásticos. De forma contradictoria, estos avances no han quedado plasmados de manera satisfactoria en las propuestas de enseñanza del nivel Secundario ni en la formación de profesores, en los que aunque se plantean contenidos de estadística y probabilidad, el enfoque que se da a estos contenidos, generalmente, es de corte puramente determinístico, dejando de lado el principal objeto de estudio de la estadística: los datos, la variabilidad y la aleatoriedad. Por ello, en este espacio curricular, pretendemos acercar a los futuros profesores, diversas conceptualizaciones metodológicas, didácticas, teóricas y epistemológicas, que les permitan pensar sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de los conceptos estocásticos de tal manera que, en su futuro desempeño profesional puedan diseñar propuestas de enseñanza de Estadística que permitan construir el sentido estocástico.			

Pensamos que una manera de lograr este cometido es a través del estudio compartido, la reflexión, el análisis y la elaboración de prácticas que integren, de manera reflexiva, las ideas estocásticas fundamentales para lograr formar alumnos estadísticamente cultos, integrando además los asistentes didácticos disponibles en el aula de matemática (virtuales y/o manipulativos).

Descripción del espacio curricular

El espacio curricular se organizará en torno a situaciones problemáticas y/o proyectos, cuya resolución involucre el abordaje de las ideas estocásticas fundamentales y sus conceptos relacionados. En este sentido, se considerarán las ideas estocásticas fundamentales en torno a las cuales girará la discusión, la reflexión y la construcción de proyectos, a saber: aleatoriedad, muestreo, variación, distribución, resúmenes, modelos y probabilidad. Más específicamente, la idea de probabilidad se considerará como una idea transversal que tenga puntos en común con las demás. Por otro lado, la idea de variación se estudiará desde dos puntos de vista: la variación aleatoria que puede modelarse a través de la probabilidad y la variación debida a otras causas, sobre la cual puede analizarse las tendencias observadas.

En base a las ideas fundamentales, se abrirán líneas de trabajo interrelacionadas que permitan desarrollar las mismas desde concepciones más intuitivas al inicio, para llegar a la formalización en los últimos ejes de contenido. En este sentido, se trabajará inicialmente el análisis de datos, de tal manera que sirva de fundamento a la elaboración de conjeturas e hipótesis, que posteriormente, se pondrán a prueba a través de métodos inferenciales. Así, se trabajará inicialmente con un enfoque basado en el Razonamiento Inferencial Informal, basado en el análisis de datos, para pasar posteriormente a la Estadística Inferencial Formal. En consecuencia, en esta asignatura, nos proponemos facilitar un recorrido de reflexión pedagógica y de producción crítica para que los alumnos:

- Accedan a conceptos teórico-prácticos del campo de la Estadística descriptiva e inferencial.
- Más específicamente, se pretende que accedan a fundamentos, conceptos, procedimientos y técnicas asociados al análisis de datos, pero sin olvidar el tratamiento del azar y la modelización del mismo a través de la probabilidad.
- Resignifiquen los contenidos estocásticos en función del potencial que éstos proveen en el desarrollo de procesos de aprendizaje colaborativos e interdisciplinarios;
- Reflexionen críticamente sobre la función pedagógica de los asistentes didácticos en el curriculum de Estadística y construyan criterios didácticos para integrarlos oportunamente en los procesos de enseñanza en dichas áreas de conocimiento;
- Experimenten y evalúen estrategias didácticas y propuestas creativas de elaboración de proyectos educativos que utilicen los contenidos estocásticos para la toma de decisiones a partir de la definición de un problema de investigación que pueda implementarse en el aula.

Metodología de trabajo

Los conceptos no se presentarán a través de una secuencia lineal (unidad por unidad) sino que aquellos que estén incluidos en cada unidad del programa se irán desarrollando de una manera integrada y en espiral según se vaya introduciendo la necesidad de abordarlos. En consecuencia, las clases teórico-prácticas centradas en el desarrollo de una problemática real, como por ejemplo, la medición de la pobreza, del desarrollo humano o el problema de la basura, y a partir de la misma, las docentes en comunidad de aprendizaje con sus estudiantes, indagarán, desarrollarán y profundizarán sobre los conceptos necesarios para explicar distintas

dimensiones del problema abordado, utilizando diversas técnicas de enseñanza y aprendizaje, tales como el aprendizaje invertido y el aprendizaje ubicuo, entre otras.

Objetivos Generales

A través del cursado y una vez aprobado el espacio curricular, se espera que los cursantes logren:

- Reflexionar acerca de los conceptos estocásticos que intervienen en la formación de un ciudadano estadísticamente culto;
- Reconocer e interpretar las ideas estocásticas fundamentales y su relación con los contenidos curriculares de la enseñanza de la Estadística en el Nivel Secundario y Superior, así como con los contenidos y actividades presentados en los libros de texto de ambos niveles;
- Analizar las componentes del proceso de construcción del sentido estadístico basado en la evidencia y en la modelación estocástica;
- Desarrollar la apreciación de las técnicas y los métodos estadísticos como un medio poderoso para la toma de decisiones, especialmente en el ámbito de la investigación científica;
- Identificar algunas situaciones estocásticas que conducen a ideas intuitivas erróneas;
- Generar propuestas para la superación de dificultades típicas en los procesos de enseñanza y aprendizaje de Estadística;
- Diseñar un proyecto estadístico, centrado en las ideas estocásticas fundamentales, para desarrollar en el aula de matemática;
- Comprender el rol modelizador de la Probabilidad y de la Estadística para la resolución de situaciones de la realidad.
- Lograr una comprensión conceptual de los conceptos estocásticos.
- Conocer los conflictos epistemológicos de las corrientes actuales de la inferencia estadística.
- Distinguir metodologías inferenciales, sus objetivos y condiciones de aplicación.
- Comprender las relaciones entre el análisis exploratorio de datos y los procesos inferenciales.
- Pensar estadísticamente de una manera crítica sobre la información asociada a diversas problemáticas.

Objetivos Específicos

Se pretende que, al avanzar en el desarrollo de los contenidos programados, los alumnos logren:

- Comprender la diferencia entre dato, medida e información estadística.
- Conocer y poner en práctica planes de muestreo y reconocer la importancia del azar en las aseveraciones estadísticas.
- Comprender la problemática de la medición en Estadística
- Reunir, organizar y describir información cuantitativa sistemáticamente.
- Elaborar, leer e interpretar distintos tipos de resúmenes descriptivos y exploratorios, asociados a información relacionada con distintas problemáticas de nuestro entorno.
- Pensar críticamente sobre la información y la utilización de los resúmenes estadísticos.
- Formular conjeturas basadas en la evidencia muestral.
- Demostrar propiedades de estimadores a través de la modelización de las mismas
- Conocer, comprender y simular distribuciones muestrales de estimadores.
- Formular y probar hipótesis estadísticas, fundamentando la selección de los métodos utilizados.
- Distinguir entre métodos de inferencia paramétricos y no paramétricos.
- Utilizar software estadístico como instrumento idóneo para el análisis de datos.
- Iniciar un proceso reflexivo sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ideas estadísticas fundamentales.

Organización de los contenidos

Los contenidos están estructurados en tres grandes ejes:

- El eje descriptivo-exploratorio: en este eje están incluidos los contenidos de las tres primeras unidades.
- El eje de fundamentos de la inferencia estadística: que se desarrolla en la unidad IV.
- El eje asociado a la toma de decisiones basada en la evidencia: desarrollado en las unidades V y VI. Es necesario aclarar que el desarrollo de los contenidos se realiza en forma de espiral, introduciendo conceptos a medida que son necesarios y profundizando sobre ellos en distintas ocasiones a lo largo del cuatrimestre. Esto implica que, a través del cursado y de las actividades programadas, haya un ida y vuelta entre los contenidos asociados a las distintas unidades.

Eje 1: Estadística descriptiva y exploratoria

UNIDAD I: LA ESTADISTICA Y EL METODO CIENTIFICO

Esta unidad está centrada en las ideas fundamentales de aleatoriedad, muestreo y datos: variación debida al muestreo y a la medición. Se desarrollan conceptos y técnicas asociadas al problema de la selección de una muestra, sus objetivos y funciones, posibles errores y necesidad de establecer objetivos que permitan definir los datos que se pretenden obtener a partir del muestreo. Los contenidos son:

¿Qué es la Estadística? Crecimiento y desarrollo histórico de la estadística. El rol de la estadística en el método científico y en la toma de decisiones. Diferencias y relaciones entre estadística descriptiva e inferencial. Población ideal, población objetivo, población estadística y muestra. Objetivos al realizar una muestra. Tipos de estudios y tipos de muestreo. Posibles sesgos en el muestreo. Características, ventajas y desventajas de la aplicación de cada tipo de muestra. Relación y coherencia entre tipo de muestreo a utilizar y tipo de estudio. Obtención de datos: tipos de datos. Clasificación de variables estadísticas. Escalas o niveles de medición. Distinción entre parámetros y estadísticos.

Tratamiento de datos con R, R commander y R-Studio: Introducción al lenguaje y comandos útiles. Selección de muestras aleatorias utilizando distintos tipos de software y aplicaciones: Excel, R y R-Studio. Selección de muestras aleatorias usando tablas de números aleatorios, calculadora, planillas de cálculo y apps de celular.

UNIDAD II: PRESENTACIÓN Y DESCRIPCIÓN DE DATOS

Se inicia el análisis y la construcción de las ideas fundamentales de: resumen, variación y distribución y se amplían conceptualizaciones asociadas a: muestreo, aleatoriedad y datos. Se desarrollan técnicas básicas de construcción de resúmenes que representan distribuciones de frecuencias y series de tiempo asociadas a distintas variables, centradas en las normas de construcción y la adecuación de cada resumen según el tipo de datos. En todos los casos se trabaja con bases de datos reales provenientes de diversas fuentes. Los contenidos son:

Distribuciones de frecuencias de variables cualitativas y cuantitativas (datos simples y agrupados). Regla de Sturges para datos agrupados, relaciones con las construcciones en R. Tablas de contingencia. Distribuciones bivariadas y multivariadas para variables cuantitativas. Series de tiempo. Representaciones Gráficas. Errores comunes en la construcción de resúmenes. Lectura e interpretación de las tendencias y de valores particulares en los resúmenes. Tipos de Frecuencias y variaciones porcentuales.

Tratamiento de datos con R, R-Commander y R-Studio: Construcción de resúmenes estadísticos a partir de bases de datos reales. Elección fundamentada de los resúmenes más adecuados a cada tipo de variable y de datos.

UNIDAD III : MEDIDAS Y ANÁLISIS EXPLORATORIO DE DATOS

Se siguen desarrollando conceptos asociados con el análisis exploratorio y la construcción de las ideas fundamentales de: muestreo, aleatoriedad, datos, resumen, variación y distribución. Se presentan los fundamentos teóricos de la estadística descriptiva y del análisis exploratorio de datos, incluyendo conceptos asociados a la construcción de indicadores estadísticos. Los contenidos son:

Análisis exploratorio de datos (AED): Objetivos del AED. Diagrama de Tallo y Hojas: variantes asociadas a las normas de construcción según Tukey y a los software estadísticos.

Medidas de posición: definición, propiedades, procedimientos de cálculo para datos agrupados y sin agrupar, interpretación y aplicaciones.

Resumen de los cinco números. Diagrama de caja. Determinación de valores alejados y muy alejados. Relaciones entre el diagrama de tallo y hojas y el diagrama de caja. Errores comunes en la construcción de los diagramas exploratorios. Lectura e interpretación de las tendencias y de valores particulares en los gráficos. Comparación de muestras a partir del análisis exploratorio. Elaboración de conjeturas a partir de la comparación de muestras.

Medidas de tendencia central y de dispersión: propiedades. Simetría/asimetría y forma de una distribución de frecuencias. La regla empírica y el Torema de Chebyshev. Ventajas, desventajas y utilidad de cada medida. Propiedades. Cálculo y aplicaciones para distintos tipos de variables y de tablas. Elaboración de hipótesis estadísticas basadas en el análisis exploratorio y descriptivo.

Tratamiento de datos con R, R-Studio y R-commander: Elaboración de resúmenes a partir de bases de datos.

Análisis de resultados obtenidos a partir del software y de informes de investigación. Uso de apps de celular, Gapminder y GeoGebra para obtener resúmenes estadísticos.

Eje 2: Fundamentos de la inferencia estadística

UNIDAD IV: DISTRIBUCIONES MUESTRALES Y ESTIMACIÓN

Se retoman conceptos asociados a las ideas fundamentales de: muestreo, resumen, variación, distribución y se profundiza en las ideas de aleatoriedad, modelo y probabilidad. Se presentan los fundamentos teóricos de las distribuciones muestrales y de la estimación. Se analizan las condiciones adecuadas para utilizar cada tipo de estimador de manera relacionada a la distribución muestral de donde proviene. Los contenidos son: Distribuciones en el muestreo de poblaciones normales y no normales. Distribución de la Media muestral y de la varianza muestral. Distribución Chi-cuadrado, t-Student y F: propiedades y significado. Distribución de la razón de dos varianzas muestrales. Distribución de la diferencia entre dos medias muestrales. Teorema Central del Límite: Distribución del total muestral. Distribución de la proporción muestral. Factores de corrección para muestreo con poblaciones finitas. Remuestreo.

Aplicación de la regla empírica para analizar el ajuste de una distribución empírica a una distribución normal. Relaciones entre distribuciones de frecuencias, distribuciones muestrales y distribuciones de probabilidad. Diferencias entre estadístico, parámetro y estimador: propiedades.

Objetivos de la estimación y su relación con las distribuciones muestrales de los estadísticos. Sesgo y error cuadrático medio de los estimadores puntuales. Comparación de estimadores. Propiedades de los estimadores: insesgadez, consistencia, eficiencia, suficiencia. Estimación puntual y por intervalos de confianza. Nivel de confianza y error de estimación. Intervalo de confianza para la media de una distribución normal (con varianza poblacional conocida o desconocida, distintos tamaños de muestra). Intervalo de confianza para la varianza de una distribución normal. Intervalo de confianza para la proporción. Dominio del error máximo de

la estimación. Cálculo del tamaño muestral para cada tipo de intervalo de confianza. Condiciones de aplicación de cada estimación. Análisis de resultados obtenidos a partir de informes de investigación.

Tratamiento de datos con R, R-Studio y R-commander: Simulación e interpretación de las características de una distribución muestral a partir de resultados del software.

Obtención de distintos tipos de intervalos de confianza calculados a partir de bases de datos. Simulación de intervalos de confianza con diferentes tamaños de muestra y con diferentes niveles de confianza. Uso de applets, RossmanChance y Geogebra para simular distribuciones muestrales e intervalos de confianza.

Eje 3: Toma de decisiones basada en la evidencia

UNIDAD V: LOS PROCESOS INDUCTIVOS EN LA TOMA DE DECISIÓN

Se retoman conceptos asociados a las ideas fundamentales de: muestreo, resumen, variación, distribución y se profundiza en las ideas de aleatoriedad, modelo y probabilidad. Se presentan los fundamentos teóricos de la toma de decisiones basado en el análisis exploratorio de datos y en las propiedades de los estimadores y de sus distribuciones muestrales. Se analizan las condiciones adecuadas para utilizar cada tipo de método inferencial. Los contenidos son:

Importancia de la toma de decisiones basada en la evidencia. Fundamentos de las Pruebas de hipótesis. Objetivos y elementos de una prueba de hipótesis. Pruebas unilaterales y bilaterales. Error tipo I y II. Método de Neyman-Pearson. Nivel de significancia. Potencia y determinación del tamaño de muestra para la prueba de hipótesis para una media. Valor p y valores críticos. Distintas Pruebas de hipótesis: para una media (con distribución normal, variancia conocida o desconocida), para una varianza de una distribución normal, para una proporción y para la comparación de medias, varianzas o proporciones. Obtención del tamaño muestral para cada prueba de hipótesis. Supuestos teóricos para la aplicación de cada prueba. Relaciones entre las pruebas de hipótesis y los intervalos de confianza. Conexiones entre el análisis exploratorio y el análisis confirmatorio. Análisis de resultados obtenidos a partir de informes de investigación. Tratamiento de datos con R, R-Studio y R-commander: Cálculo, lectura e interpretación de estadísticos de prueba y valores p para distintos pruebas de hipótesis.

Uso de applets, RossmanChance y Geogebra para analizar situaciones aleatorias asociadas a las pruebas de hipótesis.

UNIDAD VI: METODOS NO PARAMÉTRICOS

Se retoman conceptos asociados a las ideas fundamentales de: muestreo, resumen, variación, distribución y se profundiza en las ideas de aleatoriedad, modelo y probabilidad. Se presentan las condiciones teóricas que fundamentan la necesidad de otros tipos de métodos inferenciales. Se analizan las condiciones adecuadas para utilizar cada tipo de método inferencial. Los contenidos son:

Necesidad de los métodos no paramétricos: diferencias entre métodos paramétricos y no paramétricos. Concepto de distribuciones libres. Asociación e Independencia. Pruebas de hipótesis Chi-cuadrado: de independencia, de homogeneidad y de bondad de ajuste. La prueba de rango con signo de Wilcoxon para un experimento de observaciones pareadas con muestras grandes o pequeñas. Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes, con muestras grandes o pequeñas. Prueba de aleatoriedad o de rachas. Supuestos teóricos para la aplicación de cada prueba.

Tratamiento de datos con R, R-Studio y R-commander: Cálculo, lectura e interpretación de estadísticos de prueba y valores p para distintos pruebas de hipótesis.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS:

Práctica N° 1: El muestreo y los datos (Unidades I y II)

Práctica N° 2: ¿Qué nos indican los Datos? (Unidad III)

Práctica N° 3: Una sola muestra, ¿sirve para estimar? (Unidad IV)

Práctica N° 4: Comprobación de hipótesis (Unidades V y VI)

NOTA: Los actividades prácticas cumplen la función de aportar actividades de apoyo para uso de los estudiantes. Estas actividades son complementarias a las de la bibliografía y presentan un carácter integrador de los diversos contenidos. En las clases sólo se desarrollarán algunas actividades seleccionadas y las demás quedarán disponibles como material de estudio.

ORGANIZACIÓN DEL AULA VIRTUAL

En el ambiente virtual se comparten distintos materiales, tales como:

- Videos centrados en temáticas de interés.
- Apuntes elaborados por las profesoras exclusivamente para la asignatura.
- Foros de consulta y de discusión centrados en actividades específicas.
- Foro para los trabajos grupales que deben realizar los estudiantes a lo largo del cuatrimestre.

EVALUACIONES

Para obtener la regularidad en la materia, los estudiantes deben rendir dos tipos de evaluaciones:

- **Trabajos prácticos de análisis de datos.** Los estudiantes deberán trabajar con una base de datos real, proporcionada por las profesoras, con el objetivo de plantear conjeturas, analizar datos, extraer conclusiones y elaborar informes.
- **Autoevaluaciones a través de formulario Google.** Permitirá monitorear la comprensión de conceptos e ideas fundamentales. Es de carácter obligatorio, aunque no llevará calificación cuantitativa sino devolución cualitativa a través de una rúbrica.

CONDICIONES PARA OBTENER LA REGULARIDAD

Para regularizar la materia, los estudiantes deberán aprobar, con una nota mínima de 60%:

- Dos trabajos prácticos de análisis de datos grupal y domiciliario. En estos prácticos se evaluarán los contenidos desarrollados en las clases y el conocimiento sobre uso del software R, R-Studio y Rcommander. Estos trabajos podrán ser resueltos por grupos de dos alumnos como máximo, y se basarán en la discusión, análisis e interpretación de datos reales asociados con la definición de preguntas de investigación. Cada trabajo consistirá de un informe escrito que los estudiantes deberán presentar en fechas pautadas con antelación, los cuales serán colgados en un espacio de tarea habilitado para tal fin en el aula virtual.
 - Se realizará una autoevaluación a modo de monitorear las dificultades en la comprensión de los conceptos. La misma tendrá carácter de seguimiento, en relación con la comprensión conceptual de los contenidos, por lo que la nota no influirá en la obtención de la regularidad, pero es condición para la regularidad, que cada alumno la realice.

La promoción de la asignatura se obtendrá mediante una evaluación final en los turnos y llamados a examen que fija la Facultad, y contempla siguientes situaciones:

- a. **Alumnos regulares.** El alumno regular que haya aprobado los trabajos prácticos con un mínimo de 60%, rendirá un examen escrito que incluye tareas de carácter teórico-práctico de integración de los temas desarrollados, centradas en la interpretación y fundamentación de análisis estadísticos en base a R Studio.
- b. **Alumnos libres y oyentes.** Deberán rendir un examen escrito con características similares que el examen para alumnos regulares, sólo que con mayor extensión. En este

caso, se considerará aprobado a aquel alumno que resuelva en forma correcta el 60 % de las consignas del examen.

- c. **Alumnos de intercambio:** Rendirán un examen escrito según las categorías regular o libre anteriormente descritas, pero si el estudiante debe regresar a su país antes de las fechas de examen, se designará una fecha específica, previamente establecida, y se tomará un examen virtual, a través del Aula Virtual de FHUC.

NOTA: En ambas categorías de alumnos, en el examen final, se permitirá utilizar el material bibliográfico recomendado por la Cátedra. Se considera material bibliográfico a: bibliografía, transparencias, guías de actividades, resumen de fórmulas.

NOTAS ACLARATORIAS:

1. Para todas las categorías de alumnos, los contenidos a evaluar son todos los indicados en el programa de la asignatura.
2. Para cualquier condición de alumno, el examen final es a libro abierto, lo cual implica que los estudiantes pueden utilizar todo el material trabajado en clase: bibliografía, transparencias, guías de actividades, resumen de fórmulas.
3. Los estudiantes deberán dar cuenta de conocimientos teórico-prácticos de Estadística y además, deberán utilizar el software RStudio para la resolución de algunas de las tareas que se proponen en el examen final.

Las consideraciones anteriores son válidas tanto si el examen es presencial como si es virtual.

Bibliografía:

Es necesario aclarar que no hay una única bibliografía que se adapte al tipo de enfoque que se pretende desarrollar en este espacio curricular, por lo tanto, a lo largo del desarrollo de los contenidos se van utilizando distintos materiales que consideramos se adecuan al enfoque pretendido. Así, trabajamos con distintas partes de las siguientes referencias:

1. Mendenhall, Beaver y Beaver (2007). Introducción a la Probabilidad y Estadística. 12a edición. Ed. Mc Graw Hill.
2. Tauber, L. (2023) ¡Una lluvia de datos! ¿Qué hacemos con ellos? Material para las cátedras de Estadística de la Facultad de Humanidades y Ciencias.
3. Redondo, Y.; Santellán, S. y Tauber, L. (2024). Manual de Estadística con R y RStudio
4. Moore, D. (1998). Estadística aplicada básica. Antoni Bosch editora
5. Wackerly, D.; Mendenhall III, W.; Scheaffer, R. (2002). Estadística matemática con aplicaciones. Sexta edición. México: Thomson.
6. Weimer, R. (2003). Estadística. México: CECSA

GUÍAS DE ACTIVIDADES PRÁCTICAS:

Guía Nº 1: Estadística Descriptiva (Unidades I y II)

Guía Nº 2: Medidas estadísticas. Análisis Exploratorio de Datos (Unidad III)

Guía Nº 3: Distribuciones muestrales y Estimación (Unidades IV y V)

Guía Nº 4: Pruebas de Hipótesis Paramétricas (Unidades VI y VII)

Guía Nº 5: Pruebas de Hipótesis No Paramétricas (Unidad IX)

NOTA: Los guías de actividades prácticas cumplen la función de aportar actividades de apoyo para uso de los estudiantes. Estas actividades son complementarias a las de la bibliografía y más completas ya que integran diversos contenidos. En las clases sólo se desarrollarán algunas actividades seleccionadas y las demás quedarán disponibles como material de estudio.

Bibliografía Complementaria o de consulta:

Walpole, R. y Myers, R. (1999). *Probabilidad y Estadística para ingenieros*. Sexta edición. Pearson Ed.

Páginas web de consulta:

Rossmann Chance <https://www.rossmanchance.com/applets/>

CODAP: <https://codap.concord.org/>

Software libre con datos de distintas variables: <http://www.gapminder.org/>

Página del Banco Mundial: www.worldbank.org

Página sobre Informe del Desarrollo Humano: <http://hdr.undp.org/es/>

Universidad Nacional del Litoral Facultad de Humanidades y Ciencias

ANEXO 5.

Resumen de contenidos evidenciados en las actividades de los cuestionarios

Actividad 1 y 4 (Ambos cuestionarios)	
Idea Estadística Fundamental (IEF)	Conceptos Evidenciados
Datos	Definición del problema; formulación de preguntas; identificación de fuentes de datos; planificación de la recogida de datos (variables, unidades de análisis, período de tiempo, metodología de recolección).
Muestreo e Inferencia	Muestreo aleatorio; representatividad de la muestra; posibilidad de hacer inferencias válidas.
Dispersión y Variabilidad	Variabilidad aleatoria; factores que influyen en la variabilidad (protocolos, métodos de conteo, etc.).

Actividad 2 (Cuestionario 1)	
Idea Estadística Fundamental (IEF)	Conceptos Evidenciados
Datos y Variables	Identificación de variables (fecha, casos diagnosticados, reales); comprensión de la escala de los ejes; tipo de gráfico (barras); lectura y comparación de datos; identificación de tendencias.
Resúmenes Estadísticos	Cálculos porcentuales; comparación de valores; análisis de proporciones.
Inferencia	Relación entre variables; causalidad (efectos del aislamiento); fiabilidad y validez de contenido; reconocimiento de limitaciones en los datos; formulación de hipótesis.
Variabilidad	Identificación de variación en los datos; factores que influyen en la variación (aislamiento, tiempo de incubación).
Razonamiento Estadístico	Inferencia informal a partir de datos; argumentación basada en evidencia; pensamiento crítico para evaluar conclusiones.

Actividad 3 (Cuestionario 1)	
Idea Estadística Fundamental (IEF)	Conceptos Evidenciados
Datos y Variables	Identificación de variables (fecha, incidencia diaria, nivel de restricción); comprensión de escala; tipo de gráfico (burbujas); lectura, comparación e identificación de tendencias.
Sentido Gráfico	Conexión con el contexto (pandemia y restricciones); interpretación global del gráfico; comunicación de la información.
Inferencia	Relación entre variables; distinción entre asociación y causalidad; comprensión del modelo estadístico y sus supuestos; reconocimiento de limitaciones del modelo.

Razonamiento Estadístico	Inferencias informales y argumentación basadas en evidencia; pensamiento crítico; análisis exhaustivo y elaboración de conclusiones sobre el impacto de las restricciones de viaje.
--------------------------	---

Actividad 2 (Cuestionario 2)

Idea Estadística Fundamental (IEF)	Conceptos Evidenciados
Datos y Variables	Identificación de variables (tasa de crecimiento diario); comprensión de escalas y tipo de gráfico (barras); lectura y comparación de datos entre países.
Resúmenes Estadísticos	Tasa de crecimiento, proporcionalidad y cálculo de porcentajes; tasa de crecimiento diario y semanal.
Inferencia	Comprensión del modelo exponencial; análisis de supuestos y limitaciones; formulación de inferencias basadas en el modelo.
Variabilidad	Reconocimiento de la variabilidad implícita en las tasas de crecimiento y su impacto en las predicciones.
Razonamiento Estadístico	Predicción y justificación con cálculos; pensamiento crítico sobre la validez de las proyecciones; consideración de factores externos que afectan la propagación.

Actividad 3 (Cuestionario 2)

Idea Estadística Fundamental (IEF)	Conceptos Evidenciados
Datos y Variables	Identificación de variables y tipos de gráficos (serie de tiempo, distribución de frecuencias, histograma, gráfico de líneas); comprensión de escalas; lectura e interpretación de datos.
Interpretación de Gráficos Estadísticos	Relación entre variables; identificación de tendencias; comparación entre conjuntos de datos.
Resúmenes Estadístico	Análisis descriptivo.
Comunicación Estadística	Síntesis de información relevante; elaboración de titulares concisos; justificación basada en los datos.
Consideraciones Específicas	Identificación y justificación del tipo de gráfico; comparación entre países; elaboración y justificación de un titular.