

# La inferencia estadística como metodología. Análisis de contenido de ideas fundamentales (IEF)

## **Roberto Meyer**

*Profesor de Estadística. Facultad  
de Ciencias Económicas (UNL)  
E-mail: rmeyer@fce.unl.edu.ar*

## **Marta Debiaggi**

*Profesora de Estadística. Facultad  
de Ciencias Económicas (UNL)  
E-mail: martadebiaggi@hotmail.com*

## **Nerina Giménez**

*Profesor de Estadística. Facultad  
de Ciencias Económicas (UNL)  
E-mail: nerinag@fhuc.unl.edu.ar*

## **Resumen**

¿Qué sucede en el aula de clase con la Inferencia Estadística enseñada como metodología y no como una matemática más; y con eje en la naturaleza del saber estadístico manifestado a través de ideas fundamentales?. Este artículo reproduce y analiza experiencias reales realizadas sobre la base de las respuestas a consignas experimentales realizadas a alumnos y docentes en distintos contextos. Se desarrollan y describen actividades que permiten el análisis del contenido de escritos de docentes y alumnos acerca de ideas estadísticas fundamentales para la enseñanza y aprendizaje de la inferencia estadística en carreras de Ciencias Sociales: Variabilidad, Frecuencias Empíricas y Frecuencias Teóricas, Población Estadística, Muestra al Azar, Incertidumbre vs. Determinismo, Técnicas Empíricas vs. Métodos Matemáticos; conceptos que fueran definidos como IEF en Meyer (2005, Tesis Doctoral).

El trabajo que aquí se presenta, y sus resultados, reafirma el concepto manifestado en otras instancias, en las que la naturaleza de la Inferencia Estadística se presenta diferenciando el “conocer” del “saber”, reconociendo y aceptando que el dominio de la inferencia estadística en general se ubica en el campo del “saber hacer” y/o “saber cómo hacer”; siendo por lo tanto indispensable la construcción de procesos de enseñanza y aprendizaje que contemplen esta característica de la naturaleza disciplinar de la Estadística.

## **Palabras clave**

- *inferencia estadística*
  - *saber*
  - *metodología*
- *ideas fundamentales*

### Abstract

What happens in the classroom with statistical inference and not taught as a methodology as a more mathematical and shaft in the statistical nature of knowledge expressed through ideas?. This article reproduces and discusses experiences made on the basis of responses to experimental slogans made for students and teachers in different contexts. Develop and describe activities that allow content analysis of writings of teachers and students about basic statistical ideas for teaching and learning of statistical inference in the Social Sciences: Variability, Frequency Empirical and Frequency Theoretical, Population and samples Statistics, Uncertainty vs. Determinism, empirical techniques vs. Mathematical Methods, concepts that were defined as IEF in Meyer (2005, Ph.D. Thesis).

The work presented here, and their results reaffirms the concept expressed in other instances where the nature of statistical inference is differentiating the “know” from “practice of statistics”, you acknowledge and agree that mastery of statistical inference generally lies in the field of know-how or “practice of statistics” and therefore the construction of essential teaching and learning processes that include this characteristic of the disciplined nature of the statistics.

#### Key words

- *statistical inference*
- *practice of statistics*
  - *methodology*
  - *basic ideas*

## 1. Introducción

Presentaremos en este trabajo las evidencias que hemos logrado reunir hasta el momento acerca de las ideas fundamentales de la inferencia estadística paramétrica como metodología y su trayectoria didáctica para la formación de razonamientos cuantitativos en condiciones de incertidumbre, para la formación docente y en jóvenes de 16 a 22 años de edad, en el Nivel Medio –Preuniversitario– y el ciclo básico Universitario en la República Argentina.

Nuestra decisión es considerar a esta investigación como descriptiva y experimental-exploratoria, sin anclar decisivamente a todo el proceso de investigación en un método en particular, sino plantearnos una estrategia de triangulación (Zeisel, 1997) de métodos de investigación, aún cuando puedan considerárselos distintivos de otras metodologías o tipologías de investigación.

Tenemos oportunidad en este breve párrafo introductorio de poder describir una de las ideas que nos han motivado al trabajo. Decía McCall, citado por Donald T. Campbell y Julian Stanley (1995, pp11) [...] “Hay excelentes libros y tratados que exponen el manejo estadístico de datos experimentales, pero muy pocos acerca de cómo obtener datos adecuados y correctos a los cuales poder aplicar el procedimiento estadístico” [...]. Si se logra ver mas allá de lo evidente, se verá que importante relación tiene esta frase con este trabajo. En la inferencia estadística sólo ver la matemática del método, es decir, a n-variables aleatorias independientes e idénticamente distribuidas con la distribución de probabilidad que heredaron de la población estadística, no es suficiente. Lo que decía McCall era hace 35 años una verdad evidente y lo sigue siendo. La formación experimental todavía

se adquiere en la práctica de la investigación y no hay escuela universitaria ni curso que lo considere expresamente en los inicios de la formación para beneficio de la cultura experimental de la sociedad.

¿Tiene realmente sentido enseñar el cálculo estadístico sin brindar a la vez la formación sobre el diseño experimental frecuencionalista que se requiere para obtener esos datos?. Junto a Campbell y Stanley (1995, pp 12), creemos que la investigación experimental en Educación y en general en las Ciencias Sociales responde a situaciones cuasi-experimentales en virtud de las múltiples fuentes de variación incontrolables que posee el contexto de realización de la experiencia y que por obvias razones no se pueden aislar.

En la próxima sección presentaremos los resultados de algunas experiencias con docentes, de indagación y análisis de contenido, aprovechando seminarios en los que hemos participado en Argentina y Chile. Luego, en la sección siguiente mostraremos resultados cuantitativos producto de la autoobservación de nuestro trabajo en el aula universitaria, de cambios en el aprendizaje de alumnos de economía y administración, a medida que se introdujeron modificaciones en la estrategia didáctica de los docentes. Finalmente, concluiremos con la propuesta de una relación causal entre hipótesis de investigación previamente elaboradas; relaciones a las que arribaremos luego del análisis de la evidencia presentada.

## **2. Significados atribuidos a ideas fundamentales de la inferencia estadística paramétrica por los docentes**

Nos centraremos ahora en el análisis del contenido de las respuestas dadas por docentes a preguntas

que hiciéramos en relación a ideas fundamentales de la inferencia estadística paramétrica, precisamente aquellas que en el análisis de contenido de los textos escolares se observaron con un mayor nivel de desacuerdo con nuestra propia propuesta. El contexto de trabajo ha sido en seminarios para la presentación y discusión de la actualidad de la Educación Estadística y la investigación en el área.

### **2.1. Caso A: clase de la cátedra abierta en didáctica de la matemática “Mauricio G. Epelbaum”, setiembre de 2003, Fac. de Humanidades y Ciencias de la Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina**

- *Tema de la Clase Abierta*<sup>(1)</sup>: ¿Cómo se forma el razonamiento inferencial estadístico en alumnos de polimodal?

- *Descripción del Encuentro*: El encuentro se desarrolló en el marco de un diálogo abierto entre todos los participantes. Esto es, se promovió el diálogo y se compartieron dudas, anécdotas profesionales en relación al tema, expectativas y carencias de conocimientos. El eje de la conversación con los participantes fue entonces el análisis de los problemas que cada uno de nosotros enfrentábamos al enseñar estadística, ellos en el polimodal, nosotros en la Universidad. Las quince personas presentes constituyeron un grupo intimista donde la participación fue masiva. Es decir, ninguno de los presentes dejó de intervenir activamente. Cabe destacar que todos los docentes tenían conocimiento de nosotros, y muchos de ellos a un nivel personal cercano, ya que habían compartido otras instancias de trabajo en la temática. El encuentro duró aproximadamente dos horas.

El eje de las preocupaciones de los docentes en consonancia con el carácter de la clase abierta

(1) Las clases abiertas convocan a docentes de EGB, Nivel Polimodal y Universitario, aunque principalmente de Nivel Polimodal. El objetivo de la actividad que se propone desde esa Institución es crear un espacio de intercambio informal de experiencias en la docencia de la matemática, y como en nuestro caso, de la Estadística. Si bien la convocatoria posee temarios previamente establecidos, y se invitan a exponer a distintos profesionales e investigadores, éstos pueden establecer in situ la metodología de acción que prefieran, lo cual ha sucedido en este caso específico.

que desarrolla la Institución, terminó estableciéndose en los alrededores de la posibilidad cierta de desarrollar Probabilidad y Estadística en Polimodal, tal como exige la currícula oficial en la República Argentina. De acuerdo con eso las preguntas que se nos iban realizando permitieron mediante la transmisión de registros anecdóticos propios, comenzar a dialogar sobre las ideas fundamentales de la inferencia estadística paramétrica que proponemos. En la mayoría de los casos las demandas de los docentes hacia el sistema educativo consistían en que se les brinde las herramientas necesarias para su mejor formación a fin de encarar la enseñanza de la Probabilidad y Estadística con éxito entre sus alumnos. La queja generalizada se puede describir en general de esta manera: *“nuestros alumnos no aprenden Probabilidad ni Estadística, no nos demuestran ser capaces de llevarla a la práctica en su vida cotidiana”*.

Solicitamos a los docentes, una vez establecido el clima de confianza mutua, que nos concedieran escribir las respuestas a dos preguntas:

1. Si le mencionan la Estadística, ¿qué entiende Ud. por ella?

2. ¿Puede definir qué es una población estadística?

Con la primera de las preguntas intentamos disparar la reflexión acerca de aquella noción que consideramos vital para comenzar a comprender el razonamiento inferencial estadístico: La Variabilidad de los Datos (Fisher, 1928)

Mediante la segunda pregunta pretendimos verificar sin intención de generalizar, la existencia de una relación directa entre la didáctica de los libros de texto y los errores conceptuales que se manifiestan en ellos, con las dificultades que presentan los docentes para comprender y enseñar razonamientos inferenciales estadísticos paramétricos basados en la consideración de las frecuencias. Dado que la participación era optativa, cinco docentes optaron por no escribir sus definiciones de los conceptos.

Se transcriben literalmente las respuestas de los diez restantes:

1º Docente:

- Estadística: *Ciencia que analiza fenómenos de la realidad numéricamente, mediante técnicas apropiadas.*
- Población Estadística: *Población objeto de estudio.*

2º Docente:

- Estadística: *Es la rama de la matemática en donde se estudian conceptos claves para el análisis de los datos.*
- Población Estadística: *Cantidad de individuos que existe en determinado lugar y se nombra con la letra N. De esta población se extraen muestras de las cuales se hacen estudios necesarios.*

3º Docente:

- Estadística: *Una ciencia que trata de la recolección, procesamiento, análisis y presentación de la información para tomar decisiones bajo incertidumbre.*
- Población Estadística: *Es el conjunto de entes u objetos sujetos a investigación.*

4º Docente:

- Estadística: *Ciencia de los datos.*
- Población Estadística: *Conjunto de personas u objetos de los cuales queremos obtener información.*

5º Docente:

- Estadística: *Estudio de la incerteza.*
- Población Estadística: *Universo de elementos que tienen una o mas características de interés.*

6º Docente:

- Estadística: *Estudio de un conjunto de datos de manera descriptiva e inferencial.*
- Población Estadística: *Conjunto total de individuos (datos) a estudiar.*

7º Docente:

- Estadística: *Ciencia que permite describir a un conjunto de elementos y hacer inferencias sobre el conjunto total cuando se analiza una muestra o subconjunto.*
- Población Estadística: *Conjunto total de elementos que presentan alguna característica en común, la cual es de interés.*

8° Docente:

- Estadística: *Ciencia de la información.*
- Población Estadística: *Conjunto de unidades posibles de ser medidas a través de variables.*

9° Docente:

- Estadística: *Disciplina científica que analiza datos numéricos (descriptiva) y saca conclusiones respecto de una población, en base a una muestra (inferencia).*
- Población Estadística: *Elementos que presentan características que interesan estudiar.*

Antes de proceder al análisis del contenido de las respuestas de los docentes que enseñan estadística y que, resta expresarlo, residen y trabajan en el área de influencia de la Universidad Nacional del Litoral, esto es, fundamentalmente el Gran Santa Fe; conviene recordar la influencia que asignamos en nuestras hipótesis analíticas y operativas a los libros de textos para la enseñanza de la estadística, fundamentalmente a sus propuestas didácticas y errores conceptuales en algunos de ellos. En nuestro razonamiento deductivo de la investigación, al llegar a esta altura del desarrollo de la indagación, reflexionamos que de confirmarse —o mejor, para confirmarse— esta hipótesis, docentes de orígenes geográficos y formación diferentes debían demostrarnos categorías similares de respuestas a preguntas cómo las dos previas. Por tal motivo, se planificó la siguiente actividad:

**2.2. Caso B: sexto congreso latinoamericano de sociedades de estadística. CLATSE VI. Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas. Departamento de estadística. Sala 2, Sesión 10. Noviembre de 2004. Concepción, Chile**

• *Tema del encuentro:* Educación Estadística. Trayectoria Didáctica de la Inferencia Estadística. Ideas Fundamentales – Funcionamiento didáctico del saber estadístico.

• *Descripción del encuentro:* Las actividades de un congreso como el CLATSE VI permiten poca libertad

para desarrollar actividades participativas, menos aún tiempo para ejercitar técnicas grupales que promuevan la confianza de los integrantes del grupo asistente. Sin embargo, mediante la presentación de dos comunicaciones y el pedido expreso que se desarrollen una seguida de la otra, logramos hacernos de un lapso de tiempo suficiente. En la hora que duró el encuentro desarrollamos una primera actividad tendiente a posicionarnos como observadores principales ante los asistentes, es decir como docentes que investigaban para mejorar su actividad y que desarrollaban una idea específica, y problemáticas común. A modo de interrogantes para nosotros mismos y en voz alta, logramos la respuesta del grupo de 8 (ocho) personas que nos acompañaban, describiendo situaciones similares de enseñanza y reacciones de los alumnos. Debido a que el tiempo no era demasiado se determinó realizar una sola de las indagaciones que se les había propuesto a los docentes de Santa Fe. A modo de reflexión grupal y tratando de elegir el momento adecuado para evitar la sensación de evaluación que deviene a la consigna, se expresó y solicitó:

“Si coincidimos entonces en esta inquietud que manifiestan y que ha sido el motor por el que hoy les presentaremos nuestras ideas, ¿qué les parece si en un papelito, anónimamente, cada uno escribimos el concepto que tenemos de Población Estadística?”

Cómo propósito general para solicitar lo anterior se manifestó la comparación del concepto que poseíamos, para establecer si existía cierta dispersión en la acepción que le brindábamos, y por ende la necesidad de comenzar a elaborar propuestas que se presentaran luego compatibles ante los alumnos. Las 8 (ocho) personas presentes accedieron a realizar la actividad. Destacamos el hecho que la totalidad de los asistentes eran docentes de estadística, 6 (seis) de ellos actuando en el nivel preuniversitario —o nivel medio— de Chile y Uruguay, un profesor universitario Argentino con inquietudes en la investigación de la Educación Estadística y una profesora universitaria Chilena.

Las respuestas obtenidas fueron las siguientes:

1º Docente:

• Población estadística es el conjunto de cosas que nos interesan o tenemos en cuenta para extraer una muestra al azar.

2º Docente:

• Población estadística es una distribución de probabilidad.

3º Docente:

• Población estadística es el conjunto de elementos, entes, cosas, personas, empresas, etc. que hemos elegido y definido con cuidado para estudiar una característica cuantitativa de ellas.

4º Docente:

• Población estadística es el conjunto total de cosas existentes o ideales que nos interesan investigar.

5º Docente:

• Población estadística es el nombre que recibe el conjunto total de elementos que vamos a estudiar y del que obtenemos muestras cuando no podemos analizarlos a todos.

6º Docente:

• Población estadística es el conjunto de personas o elementos sobre el que haremos inferencias.

7º Docente:

• Población estadística es el grupo de objetos (personas, autos, casas) total sobre el que deseamos decir algo.

8º Docente:

• Población estadística es el conjunto total de datos de interés, conocido o no, y definidos previamente.

Al comparar las respuestas a la consigna “definir Población Estadística” formuladas a docentes tan disímiles en sus orígenes como nos fuera posible encontrar, y los cuales seguramente se han formado con diversidad de experiencias y libros de texto, podemos realizar las siguientes apreciaciones:

• Es muy frecuente en ambos grupos de docentes, que la noción de población estadística esté ligada a las unidades experimentales a través de sus características físicas, demográficas o geográficas.

• Está claro que son muy pocos los docentes en ambos grupos que manifiestan características experimentales estadísticas del concepto tales como: conjunto de datos, medidas y variable estadística. Observamos un caso en el primer grupo –pero ambiguo– “...conjunto total de individuos (datos) a estudiar”.

• En ninguna de las definiciones, en ambos grupos, aparecen las referencias a las frecuencias empíricas y a las frecuencias teóricas, excepto cuando se menciona “Población Estadística = Distribución de Probabilidad”.

• En una de las definiciones del primer grupo aparece la noción de medición experimental, sin embargo la población estadística sigue siendo el conjunto de “unidades”, dejando entrever la noción física de la misma.

• En una de las definiciones del grupo de Concepción, se manifiesta que la población estadística “... es una distribución de probabilidad...”, afirmación que nos permite afirmar que se trata de un estadístico avezado. Sin embargo aún si esto fuera así, la noción experimental de la frecuencia de las medidas o datos no está presente.

• Muchas de las definiciones en ambos grupos de docentes manifiestan el convencimiento que la población estadística es definida para su exploración, estudio o investigación; noción que interpretamos ligada a una concepción experimental –no abstracta– de la disciplina.

• Sin embargo y si bien el tiempo que se les otorgó a los participantes de ambos grupos para desarrollar su noción de la población estadística no permitió escribir ideas más desarrolladas, lo expresado por ellos manifiesta cierto grado de confusión o desorden de ideas respecto a la inferencia estadística en general. Obsérvese la respuesta del docente nº 9 del primer grupo, el grupo de Santa Fe.

Al definir a la Estadística nos dice: "...Disciplina científica que analiza datos numéricos (descriptiva) y saca conclusiones respecto de una población, en base a una muestra (inferencia)...". Respuesta interesante por que manifiesta claramente conocer el papel de la muestra al azar, el uso de las técnicas de la Estadística Descriptiva y los métodos de la inferencia estadística. Ahora veamos que nos dice acerca de la población estadística: "...Elementos que presentan características que interesan estudiar...". Nuevamente la noción física de población, tan popular.

- *Finalmente, en ambos grupos de docentes observamos características del concepto "Población Estadística" muy similares.*

Esta última observación de por sí no indica nada extraño o incorrecto, siempre que estemos de acuerdo con lo que se manifiesta del concepto, o no estuviéramos a esta altura convencidos del "error" en que la mayoría incurre al definirlo. La otra cuestión que nos indica es que estamos en presencia de un obstáculo epistemológico debido a que *la influencia de este concepto en la naturaleza del saber estadístico es decisiva*; y que de acuerdo con nuestra propuesta de formación es muy importante. Por lo demás se manifiesta coincidente con lo observado en los libros de texto para la enseñanza de la estadística.

¿Podemos suponer que todos los de Profesores de Estadística autores de libros de texto no conozcan el concepto estadístico de población?. Nos inclinamos a dar otra explicación de la situación. En efecto, las estrategias didácticas de los libros de texto tienen, sobre todos los dirigidos a la enseñanza elemental de la inferencia estadística, una elección u origen común: parten del análisis descriptivo y exploratorio de la estructura de frecuencias del lote de datos, siguen con las nociones básicas e instrumentales de la Probabilidad, luego se sumergen en la inferencia estadística mediante el planteo y presentación sucesiva de las distribuciones de probabilidad

muestrales, la estimación por intervalos, los test de hipótesis y regresión y correlación. También es de destacar el activismo intelectual por distintos métodos y concepciones de la inferencia estadística. Así en muchos casos se presentan en la misma obra métodos de inferencia estadística no paramétrica, métodos bayesianos, y a veces otras líneas de pensamiento metodológico para la toma de decisiones tal cómo aquellos de la Investigación de Operaciones. ¿Es esta diversidad aconsejable?. Pues bien, afirmamos que para el alumno principiante en las ideas experimentales de la inferencia estadística no lo es. En nuestro sistema educativo, el nivel polimodal no prevé dedicar demasiado tiempo al aprendizaje del tema; y en los cursos iniciales del ciclo básico universitario el tiempo de su desarrollo suele ser de un cuatrimestre, o en el mejor de los casos dos. En nuestro criterio, no es suficiente tiempo para desarrollar los conocimientos necesarios para que el alumno acceda a través de ellos a otro nivel del "saber cómo hacer". Estas elecciones de las trayectorias didácticas en los libros de texto escolares deviene en confusión disciplinar y por ende conceptual, desvirtúa la esencia de la naturaleza del saber estadístico, deviene en objetivos más sencillos de alcanzar tal como "conocer, calcular estadística", y finalmente se termina convirtiendo en un obstáculo epistemológico en la medida que el que se forma —docente/alumno— no encuentra espacios para la práctica experimental y su relación con el método científico, y el debate de ideas tales como fiabilidad y representatividad.

En relación a la inclusión en muchos libros de texto de la noción física de Población Estadística, y retomando el análisis previo, entendemos que la trayectoria didáctica elegida no deja a los autores una opción clara para relacionar la totalidad de las medidas o datos posibles de una característica o variable estadística observada sobre objetos físicos, con el concepto de Población y Muestra, dado el carácter enciclopédico, instrumental y técnico que

las obras poseen<sup>(2)</sup>. Por ello, y atendiendo quizás a la facilidad con que un alumno puede comprender que existe un conjunto de objetos de interés para un investigador, y que por lo tanto existen múltiples subconjuntos de ellos que se pueden seleccionar, pues bien, ¿por qué no presentarlo de esa manera y evitarnos problemas de comprensión?. De esa forma ahorraremos tiempo, suponemos, y podremos enseñarles más y mejores técnicas, y más y mejores métodos. El activismo sobre los datos por contraposición al activismo experimental<sup>(3)</sup>.

Sobre la indagación actual, nos queda pendiente analizar y concluir sobre la noción de Estadística que manifestaron los docentes de Santa Fe. Resulta notorio que las cuestiones que mencionan como características de la disciplina Estadística son consistentes con definiciones de manual, las que podemos encontrar en los textos analizados. Ninguna de las que nos proveyeron los docentes son siquiera parecidas a la que dijimos nos interesa brindar a los alumnos para comenzar a desarrollar una trayectoria didáctica basada en el tratamiento metodológico experimental de la inferencia estadística paramétrica.

A continuación, presentaremos un tercer caso de análisis del contenido de las respuestas de los docentes a alguna de nuestras ideas fundamentales.

### **2.3. Caso C: segundas jornadas de educación matemática, seminario, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina. Año 2005**

• *Tema del Seminario:* El razonamiento inferencial estadístico en la investigación y la formación en educación.

• *Descripción del Encuentro:* El encuentro se realizó con las características de un congreso regional, al que asistieron alrededor de 400 docentes de la región centro y norte de la provincia de Santa Fe. El espacio de trabajo que se nos concedió resultó ser un seminario de una hora de duración. Se mantuvieron las condiciones de participación y la metodología de trabajo reflexivo y diálogo grupal que se practicaron y describieron en los casos A y B. La variante fundamental con aquellas indagaciones resultó ser ahora la exploración de la concepción frecuencialista experimental de la probabilidad que podrían poseer o no los docentes. Recuérdesse que una de nuestras ideas fundamentales corresponde a la de Azar y Regularidad Estadística, y concepción de frecuencias empíricas y teóricas. Como un juego y en el marco de una integración grupal excelente —debido francamente a la disposición de trabajo y reflexión de los 33 docentes presentes—, se le escribió en un pizarrón la siguiente cuestión:

“Las probabilidades de que llueva hoy son de 80%”. ¿Cuál de los siguientes enunciados explica mejor esa afirmación?. ¿Por qué?

- a) Hoy lloverá 80% del día.
- b) Lloverá en 80% del área a la cual se aplica hoy este pronóstico.
- c) En el pasado, las condiciones climatológicas de esta clase han producido lluvia en esta área 80% de las veces.
- d) Ninguna de las anteriores opciones es la correcta.

El disparador para la participación —anónima— fue el desafío. En efecto, se les dijo a los docentes, ya que el diálogo había derivado en los problemas de interpretación de los resultados estadísticos, los

(2) Entendemos que esta conclusión no es válida para los textos escritos para estudiantes de matemática —casualmente los que utilizan también los que luego serán profesores de matemática, y luego devenidos por obra y gracia de la estructura curricular vigente en nuestro país en profesores de estadística. En ese tipo de textos las estrategias didácticas tienen origen en el desarrollo inicial de la teoría de probabilidades, la cual lleva buena parte de los esfuerzos de formación. Al abordar luego los métodos y conceptos de la inferencia estadística paramétrica, las formas de razonamiento que se pretenden se ejerciten no difieren de la Matemática de la teoría de probabilidades, esto es, hipotéticas —deductivas.

(3) Me resulta interesante compartir una anécdota de los días de estudiante de estadística. Por aquella época estaba yo embelezado con la cantidad de libros y temas de la biblioteca del Instituto. Por lo tanto

errores en los medios de comunicación y algunos propios que nos animamos a confesar públicamente que compararan sus respuestas como docentes de estadística con la de los alumnos de administración y economía que formamos nosotros.

Desde nuestra perspectiva estadístico experimental, la respuesta correcta es la que plantea la opción c. Ésta respuesta manifiesta las notas distintivas de la regularidad estadística, implica la obtención de frecuencias empíricas, describe implícitamente la noción estadística de representatividad, la noción probabilística de independencia e idéntica distribución de probabilidades, amerita considerar su nivel de confiabilidad y precisión; y finalmente necesita capacidad de razonamiento en condiciones de incertidumbre para la toma de decisiones. La búsqueda de regularidades históricas para predecir el futuro, bajo estrictas condiciones de fiabilidad y representatividad.

Transcribimos a continuación el registro de las respuestas logradas:

1º Docente:

Rta.: ninguna de las propuestas.

2º Docente:

Rta.: me dicen que es muy probable que llueva.

3º Docente:

Rta.: es muy probable que llueva y que debo llevar paraguas

4º Docente:

Rta.: ninguna

5º Docente:

Rta.: muchas posibilidades de que llueva

6º Docente:

Rta.: es muy probable que mañana llueva

7º Docente:

Rta.: ninguna

8º Docente:

Rta.: tal vez hay probabilidad de que no llueva

9º Docente:

Rta.: hay una alta posibilidad de mañana llueva (ninguna)

10º Docente:

Rta.: que sería conveniente salir con paraguas

11º Docente:

Rta.: ninguna

12º Docente:

Rta.: (a) que de cada 100 veces llueven 80 seguro, (b) lloverá el 80% del día.

13º Docente:

Rta.: de un total de 100 veces que se estudian ciertas condiciones climatológicas, 80 veces llovió.

14º Docente:

Rta.: lloverá con una certeza del 80%

15º Docente:

Rta.: que no es seguro que llueva, pero es muy probable que llueva

16º Docente:

Rta.: opción d

17º Docente:

Rta.: opción c

18º Docente:

Rta.: lloverá mañana. Llevar paraguas.

revisaba y llevaba a mi oficina de estudio grandes cantidades de ellos. Un día, mi director, me preguntó si tenía en mi poder un libro titulado "Panel Survey's", a lo que respondí afirmativamente. Cuando se lo devolví me preguntó ¿por qué anda con tantos libros?. Le contesté suelto de cuerpo "Doctor, uno nunca sabe el día de mañana con que problema profesional se va a encontrar". El director me miró seriamente y me refutó: "Muchacho...el 90% de sus problemas estadísticos el día de mañana los va a resolver con el libro que le dimos para el curso de Inferencia Estadística Básica. Vaya y aprenda mejor lo que ahí le dicen".

**19º Docente:**

Rta.: están diciendo que ha llovido el 80 % de las veces en las cuales se verificaron las mismas condiciones climáticas.

**20º Docente:**

Rta.: ninguna. 8 días de 10 llueve.  $P = 80/100 = 8/10$ .

**21º Docente:**

Rta.: ninguna. Hay que estar prevenidos por si llueve, pero no quiere decir que llueva.

**22º Docente:**

Rta.: me están diciendo que mediante un razonamiento inductivo puedo realizar y saber que existe una probabilidad de que llueva y esa probabilidad es del 80%. Tendrá mayor posibilidad que llueva. Ninguna.

**23º Docente:**

Rta.: Nos dice que de n casos analizados en similares circunstancias en un 80% llovió, que nos permite predecir que esa es la probabilidad que llueva.

**24º Docente:**

Rta.: que en las condiciones similares a las de hoy, llovió en 80 de cada 100 casos, al día siguiente.

**25º Docente:**

Rta.: de cada 100 veces que se dieron estas condiciones meteorológicas en 80 llovió.

**26º Docente:**

Rta.: que mañana salga con paraguas.

**27º Docente:**

Rta.: Me están diciendo que la probabilidad de que llueva es Alta por que  $0 < 0,8 < 1$ . 0 indica que no sucede. 1 indica certeza. 0,8 frecuencia relativa. 80 de cada 100 veces llovió.

**28º Docente:**

Rta.: Significa que de las veces que las condiciones climáticas han sido las mismas, el 80% de las veces llovió (presión atmosférica, humedad, etc.)

**29º Docente:**

Rta.: Quiere decir que luego de un registro de un número suficiente grande de días, con determinadas condiciones de humedad, temperatura, etc., en un 80% de estos casos ha llovido.

**30º Docente:**

Rta.: Que lloverá porque teniendo en cuenta las mismas condiciones climáticas que las actuales, en el 80% de los casos llovió. Es decir se toma como dato estadístico el hecho de que en casos similares al actual, llovió el 80% de las veces.

**31º Docente:**

Rta.: Respuesta c)

**32º Docente:**

Rta.: Quiere decir que hay un 80% de posibilidades de que llueva. Aunque puede no llover. Ninguna.

**33º Docente:**

Rta.: Ninguna.

Antes de proceder a la comparación cuantitativa entre los tipos de elecciones de los docentes y la de los alumnos a aquellas respuestas que consideraron correctas, analizaremos algunas de las reflexiones que nos proveyeron:

- Según el nivel de calidad de la respuesta y la concepción de probabilidad se estarían presentando en este grupo las siguientes categorías (Shaugnessy, 1992): Estadísticos Ingenuos, es decir aquellos que presentan alguna noción vaga de la probabilidad, por ejemplo, véase la respuesta del docente nº 15, “me dicen que no es seguro que llueva pero es probable que llueva”, o también las múltiples sugerencias a “salir con paraguas”. Debe notarse que hay un total de cuatro respuestas similares. Otra respuesta clasificable en esta categoría podría ser la del docente nº 21, quien responde: “ninguna. Hay que estar prevenidos por si llueve, pero no quiere decir que llueva”.

- Otra de las categorías que observamos claramente presentes en estas respuestas es la de *Estadístico Emergente*, ya que existe un buen número de

docentes que manifiestan comprender las diferencias entre concepciones clásicas y frecuentistas de la probabilidad. Son los casos de los docentes nº 13, 17, 19, 22, 23, 24, 28, 29, 30 y 31. Claro que los docentes nº 17 y 31 no justificaron la elección que también hubiéramos realizado nosotros.

- El caso de la respuesta del docente nº 25 es interesante de analizar. El dice que “de cada 100 veces que se dieron estas condiciones meteorológicas en 80 llovió”; pero al contrario de los docentes que consideramos Estadísticos Emergentes, entendemos que su respuesta demuestra una concepción clásica de la probabilidad, es decir basada en la proporción entre casos favorables y casos posibles, mientras que aquellos en su discurso manifiestan alguna evidencia de reconocimiento del fenómeno de regularidad estadística.

- Finalmente encontramos evidencia de la existencia de docentes clasificables según su comprensión del problema, en la categoría que no hubiéramos querido utilizar: *No Estadísticos*. En efecto, una de las notas que distinguen este tipo de pensamiento es la no atención a las chances de eventos aleatorios. Así observamos que existen respuestas tales como: “tal vez hay probabilidad que llueva”, “Quiere decir que hay un 80% de posibilidades de que llueva. Aunque puede no llover. Ninguna”, “(a) que de cada 100 veces llueven 80 seguro, (b) lloverá el 80% del día”, “lloverá con una certeza del 80%”, “ninguna. 8 días de 10 llueve.  $P = 80/100 = 8/10$ ”.

En conclusión, cuando se trata de reflexionar críticamente utilizando los conceptos experimentales de la metodología estadística y las concepciones frecuentistas de probabilidades empíricas y teóricas, resulta un hecho que existe un número importante de docentes entre los analizados que presentan distintos estadios de evolución del pensamiento inferencial estadístico. Respecto de las respuestas posibles descritas en las distintas opciones de respuesta, **a)** y **b)** son claramente dos opciones incorrectas por una interpretación errónea del concepto frecuentista de probabilidad experimental, **c)** es la opción correcta de acuerdo a ésta concepción, y la opción

**d)** debe analizarse en particular ya que son las justificaciones las que nos brindaran pistas sobre la interpretación que se hace de la probabilidad experimental enunciada. Ahora bien, ¿qué pasará con los alumnos en referencia al mismo concepto?. En otras palabras, si los docentes presentan estas características en sus formas de razonamiento inferenciales estadísticas, que ya han manifestado evidencia de presencia de obstáculos didácticos que atribuimos a las estrategias de los libros de texto que utilizan para formarse, y que ahora a través de una evolución escasa del pensamiento aleatorio experimental según analizamos precedentemente, se plantea la posibilidad de estar en presencia de obstáculos de orden epistemológico —habida cuenta que se trata de personas adultas cuyas capacidades cognitivas se encuentran maduras y sin dificultades intelectuales—; sus alumnos, ¿se asociarán a esta cultura imperfecta de la inferencia estadística?.

#### **2.4. Caso D: examen final de estadística de alumnos de administración y economía de la Fac. de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina, 06 de diciembre de 2006**

Descripción de la Situación: La cátedra de Estadística de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional del Litoral dicta varios cursos de grado y posgrado en la temática. El más importante por su impacto y cantidad de alumnos corresponde al curso “Estadística”, de duración cuatrimestral con una carga horaria total de 9 hs. semanales teórico-prácticas, y tiene por objetivo iniciar a los alumnos en el razonamiento experimental estadístico para la toma de decisiones en condiciones de incertidumbre. El número de alumnos por año —de edades entre 18 y 20 años en su gran mayoría— varía entre 500 y 700 aproximadamente. Las clases presenciales se dividen en Teoría y Práctica, y el equipo docente cuenta con 5 (cinco) profesores con dedicación parcial y exclusiva. Hasta el año 2006 inclusive, las estrategias didácticas que se utilizaban

para la formación de los alumnos eran tomadas del principal libro de texto del curso y de lectura obligatoria. El libro en cuestión corresponde a Levin y Rubin “Estadística para Administradores”. Esto es, hasta fines de 2002, la cátedra no disponía de estrategias y trayectorias didácticas propias o tomadas de otras fuentes que no fueran del libro de texto que les entregábamos a los alumnos. La argumentación más fuerte que sostenía esa situación consistía en demostrar coherencia hacia los alumnos entre el discurso didáctico-teórico y práctico de los docentes, y aquel que proponía la lectura que les estábamos recomendando. Otra situación, se argumentaba, podía desencadenar problemas de interpretación de los objetivos de enseñanza y aprendizaje por parte de los alumnos, crear ruidos y confusiones innecesarias en sus aprendizajes, y como dice Paul Meyer (1972), de todas maneras es un peligro pedagógico dar reiteradas versiones de un mismo concepto, por más que se crea sinceramente en su utilidad y similitud.

Así estaban dadas las cuestiones contextuales a pesar que los integrantes de la cátedra hacia ya unos 10 años que desarrollaban tareas de investigación en el área de Educación Estadística. En esas circunstancias y con vistas a su posterior análisis de los resultados del proceso de enseñanza y aprendizaje impartido por la cátedra, introdujimos en un temario de examen, que reproducimos, la misma pregunta que luego le haríamos a los docentes acerca del significado atribuido a la información sobre la probabilidad de lluvia.

Dado que al examen se presentaron 137 alumnos, sólo realizaremos una presentación de los resultados cuantitativos de la pregunta número 1 —aquella realizada a los docentes—. Se presentarán los resultados en una tabla conveniente para comparar las proporciones de elección cada una de las opciones de interpretación de la consigna entre docentes y alumnos.

### **Temario del examen**

---

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL  
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS  
Cátedra de Estadística

Tribunal: *Debiaggi, Giménez,  
Meyer, Müller y Tauber*

### **EXAMEN FINAL**

06 de diciembre de 2006.-

Duración: 150’.

Con Consultas Bibliográficas permitidas. *No se permiten Apuntes de Manuscritos excepto Fórmulas*

CONSIGNA: Conteste las siguientes cuestiones INDICANDO SIEMPRE SUS RAZONES PARA A ELECCIÓN DE LA RESPUESTA.

1. “Las probabilidades de que llueva hoy son de 80%”. ¿Cuál de los siguientes enunciados explica mejor esa afirmación? Justifique.
  - a) *Hoy lloverá 80% del día.*
  - b) *Lloverá en 80% del área a la cual se aplica hoy este pronóstico.*
  - c) *En el pasado, las condiciones climatológicas de esta clase han producido lluvia en esta área 80% de las veces.*
  - d) *Ninguna de las anteriores opciones es la correcta.*

2. ¿Cómo contestaría Ud. a la siguiente afirmación: “La variabilidad no es un factor importante, pues aun cuando el resultado sea menos seguro hay igual probabilidad de que caiga encima o debajo de la media. Por tanto, los resultados serán iguales en promedio”? Explique detalladamente.

3. Se afirma que: “Dados dos lotes de datos correspondientes a medidas de distintas características, resulta que la semi-suma de los promedios aritméticos de cada uno de ellos es el promedio aritmético de la unión de los dos lotes. Lo mismo podemos afirmar respecto de la variancia”. Ud. diría que es:

- a) siempre verdadero para la media y la variancia.
- b) siempre verdadero para la media,
- c) siempre verdadero para la variancia.
- d) siempre falso.
- e) Ninguna de las opciones anteriores es la correcta.

4. Se afirma que si dos regresiones muestran un *desvío estándar de la regresión* uno mayor que otro, la misma relación se verificará entre los *Coefficientes de Determinación*. ¿Cree Ud. que es cierta la afirmación? Explique detalladamente.

RESUELVA EL SIGUIENTE PROBLEMA DEJANDO INDICADO LOS PASOS DE SU RAZONAMIENTO:

5. Una casa de venta de productos relacionados con la música, está interesada en utilizar métodos estadísticos para tomar decisiones respecto al momento del año que sería más conveniente para invertir en Stock. Para ello, el gerente de administración ha pensado en la utilidad de conocer la componente de tendencia y la componente de estacionalidad de la serie de ventas trimestrales del negocio. Los datos son los siguientes:

Año	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 3	Trimestre 3
1	4	3	1	5	12
2	6	4	4	14	28
3	10	3	5	16	34
4	12	9	7	22	50
5	18	10	13	35	76

Unidad de Ventas: 10.000 pesos.

En base a estos datos, Ud. deberá, con total libertad de procedimientos, colaborar con el gerente de administración en los cálculos y posterior toma de decisiones. ¿Por qué cree Ud. que el gerente ha decidido seguir esta metodología de tratamiento de los datos en la búsqueda de información para tomar decisiones respecto al problema planteado? Argumente a su favor.

¿Cuáles serían para Ud. los problemas o errores en los que podría incurrir el gerente si sólo tiene en cuenta esta información estadística para tomar decisiones respecto a la inversión en Stock?

---

PUNTAJES:

Cuestiones 1 a 4: 18 pts. cada una. | Problema 5: 28 puntos.

*Administre su tiempo!* Por ejemplo: dedique un máximo de 25 minutos a cada cuestión, eso le deja 50 minutos para dedicarle a la resolución del problema.

**Tabla 1. Resultados de las elecciones de Docentes y Alumnos para el significado de la afirmación “Hay un 80% de probabilidad que hoy llueva” (en %) – Santa Fe -**

		Tipo de significado atribuido				
		Hoy lloverá 80% del día.	Lloverá en 80% del área a la cual se aplica hoy este pronóstico.	En el pasado, las condiciones climatológicas de esta clase han producido lluvia en esta área 80% de las veces	Ninguna de las anteriores opciones es la correcta.	Respuesta no clasificable o sin respuesta
<b>Docentes Caso C (33 – 100%)</b>	Con Justificación	3,0	0	21,2	18,9	3,0
	Sin Justificación	0	0	6,0	33,3	15,2
<b>Alumnos (137-100%)</b>	Con Justificación	7,3	5,8	8,0	10,9	9,5
	Sin Justificación	5,1	5,1	5,8	13,1	29,2

Fuente: Cátedra de Estadística de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional del Litoral.

Las proporciones de elecciones se calculan sobre la base del número de respuestas de docentes y número de respuestas de alumnos, respectivamente. Al presentar esta tabla de las muestras de respuestas correspondientes a grupos independientes entre sí, lo hacemos con la clara intencionalidad de plantar evidencia, para el conjunto de alumnos y docentes específico, esto es, sin intentar una generalización abusiva, que: **a)** existe una lógica y evidente relación entre saberes y conocimientos de docentes y alumnos, aunque aquellos no sean los directos responsables de la formación de éstos, en este caso y en muchos otros casos. El nexa que encontramos entre estos dos grupos independientes es el libro de texto. Sin embargo también habrá que tener en cuenta que la cultura cuantitativa estadística y experimental de ambos grupos objetivos responderá en general, no sólo al proceso de enseñanza y aprendizaje específico y los libros de texto, sino también a tradiciones culturales del

medio social y académico, estructuras curriculares, decisiones institucionales y otras variantes locales del proceso educativo del cual provienen, y que son o han sido en muchos aspectos similares para ambas generaciones; **b)** existe con certeza, un obstáculo epistemológico que se percibe en la baja aceptabilidad del significado frecuencionalista experimental de la probabilidad sugerida, en las elecciones de significados ingenuos para la misma, y en la imposibilidad de justificar la elección realizada. En ese último sentido nótese que el 54,5% de los docentes, es decir 18 sobre 33; y el 58,3% –80 sobre 137– de los alumnos no han esbozado justificación alguna a su respuesta. Es cierto que en el caso de los docentes el temor manifiesto –aún cuando la respuesta se dijo que era anónima– al error seguramente conduce a una reacción consistente con la necesidad de expresar la menor cantidad de argumentos que puedan considerarse públicamente equivocados; y en el caso de los alumnos seguramente la inseguridad

ridad hace derivar en estrategia —habida cuenta que en definitiva se trataba de responder una pregunta de examen— de conseguir sino todo, alguna porción del puntaje asignado a la pregunta. Sin embargo, establecer que mas de la mitad de los consultados no ha sido capaz de justificar una respuesta es un resultado suficientemente contundente como para afirmar que la proposición realizada los desorientó. Otro resultado cuantitativo observable resulta ser la “mayor ingenuidad” de los alumnos respecto de los docentes —cuestión lógica considerando la mayor experiencia con el tema de éstos últimos—, observada en la proporción de elecciones a las dos primeras consignas; cuestión que está asociada a la mayor proporción de respuestas correctas de parte de los docentes en desmedro de los alumnos.

### 3. En conclusión

La evidencia recogida y el análisis de los libros de textos en referencia a lo que denominamos Ideas Fundamentales de la Inferencia Estadística Paramétrica como Metodología, sustentada en el análisis de contenidos y situaciones valorativas diseñadas especialmente para apoyar el proceso de esta investigación, creemos que amerita sustentar las llamadas hipótesis operativas iniciales y secundarias siguientes, y su relación causal. Por lo tanto, afirmamos que:

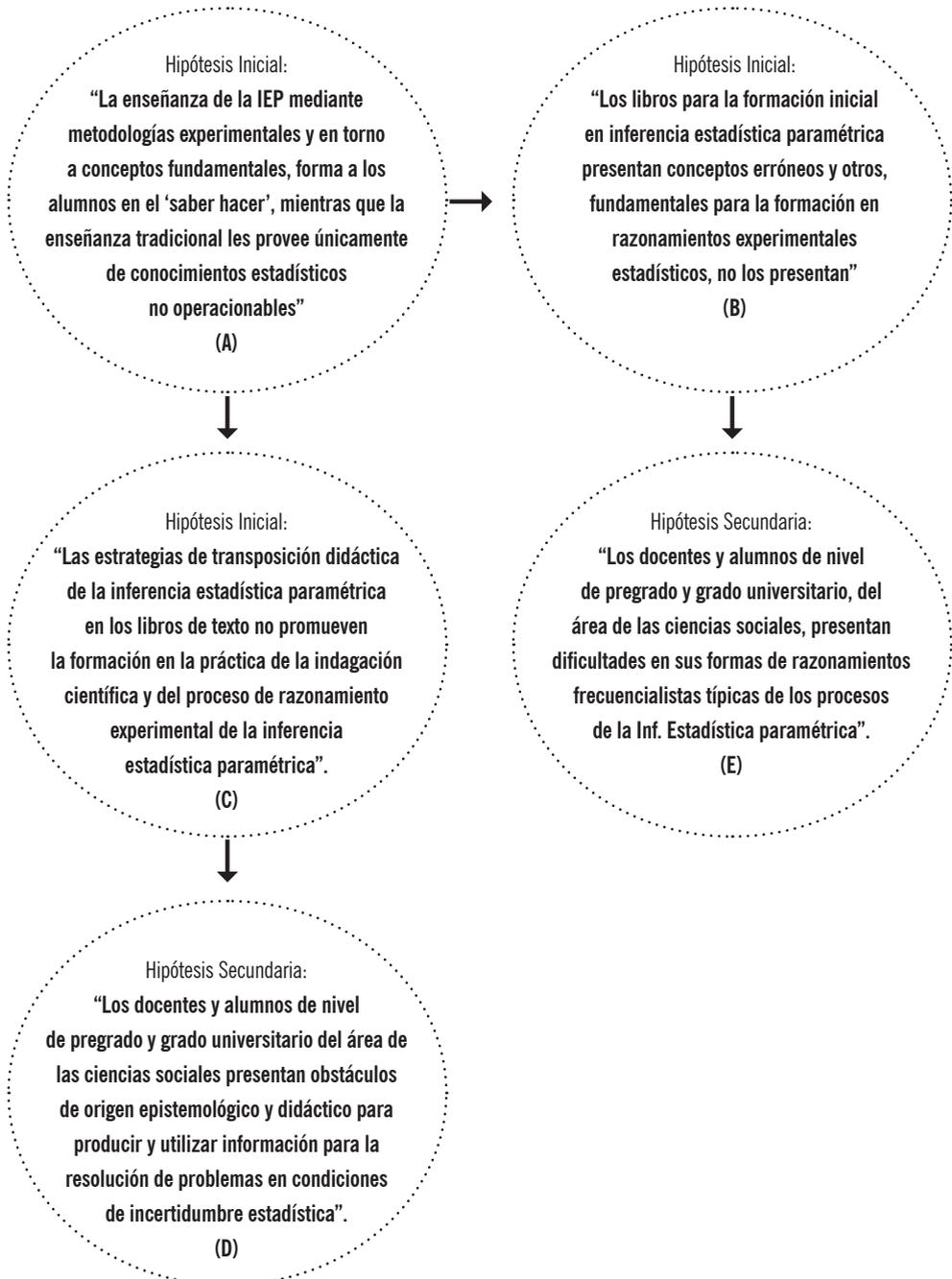
1°. No existe en la bibliografía utilizada en nuestro medio académico — por lo menos en aquella seleccionada por nosotros—, orientada a la formación inicial en inferencia estadística de jóvenes de entre 16 a 21 años —preuniversitarios y ciclo básico universitario— estrategias y trayectorias didácticas compatibles con un esquema basado en la reafirmación de la naturaleza del saber estadístico, del carácter experimental frecuencialista del pensamiento cuantitativo típico de la investigación científica, y sustentado a través de la elección de ideas fundamentales integradas para la enseñanza de inferencia estadística como metodología.

Supuesto que sea éste un antecedente para sostener el reiterado reclamo de estadísticos, investigadores y en general del mundo académico, hacia una cultura estadística de la sociedad más eficiente; que disminuya el número de errores metodológicos y la magnitud de la baja calidad de la interpretación de los resultados de la inferencia estadística, nos vemos obligados a preguntarnos: 2°. ¿pueden ser los docentes actuales los vehículos intelectuales de un proceso de formación en la inferencia estadística paramétrica como metodología, basado en una trayectoria didáctica fundada sobre las ideas fundamentales que manifestamos?. Por cierto, hasta ahora el análisis de los casos en que exploramos y analizamos su situación intelectual ante estos conceptos, no deja lugar a dudar que la formación docente para la enseñanza de la estadística, cuando ésta es ejercida por no estadísticos, puede no ser la adecuada, y estar a su vez provocando la aparición de aquellos efectos no deseados en la cultura estadística de la sociedad, y obviamente en contextos profesionales del área de Ciencias Sociales que es en definitiva el ámbito de nuestro trabajo. La indagación realizada, muestra hasta ahora y mientras no se establezcan otros signos contrarios, la evidencia de una relación causal entre los errores e interpretaciones conceptuales no deseadas de alumnos y docentes, provenientes de obstáculos que identificamos como didácticos y/o epistemológicos —según el caso- y cuyo origen se encontraría en la lógica de las estrategias didáctica de libros de texto estadísticos.

3°. Si bien creemos importante arribar a estas conclusiones que sostienen provisionalmente nuestras hipótesis y completan el objetivo “Análisis de trayectorias didácticas preexistentes”, no se nos escapa que buena parte del sustento del proceso indagatorio se ha realizado sobre la base de la comparación con una propuesta de trayectoria didáctica fundada, es cierto, en un pormenorizado análisis de antecedentes teóricos, pero sin la demostración de su efectividad para la formación del docente y del alumno, cuestión que abordaremos en próximos trabajos, y que fuera el disparador del proceso de la investigación hasta aquí presentado.

Por lo pronto, estamos en condiciones de proponer, en base a las evidencias presentadas en el análisis de contenido de libros de texto y respuestas de

docentes y alumnos, el modelo de relación causal emergente hasta el momento:



De esta manera, y de acuerdo a nuestra interpretación de la relación causal fundada en las evidencias recogidas, estamos proponiendo un modelo de relación causal del fenómeno de enseñanza de la inferencia estadística paramétrica como metodología, en base a ideas fundamentales, donde existe una variable antecedente de dos o más variables consecuentes en cadena.

De acuerdo a este modelo existen dos direcciones causales:

- $A \Rightarrow C \Rightarrow D$
- $A \Rightarrow B \Rightarrow E$

La primera de estas direcciones de causalidad se relaciona con la naturaleza del saber estadístico,

de carácter experimental, de práctica inductiva, y resolución multivalente. Se diferencia, y por lo tanto se caracteriza, del “conocer” estadística por su declarado objetivo metodológico, de instrumentalización y modelación de la realidad que encuentra su expresión definitiva en el “hacer”.

La segunda de las direcciones causales se relaciona con la formación en la inferencia estadística como metodología. Responde a la existencia de las malas elecciones didácticas que determinarán la proliferación de errores y procesos educativos incompletos, equivocados o ambiguos, que finalmente coadyuvan en detrimento de la cultura experimental estadística de la sociedad.

### Bibliografía

- Batanero, C., Estepa, A., Godino, J. y Green, D. (1996) Intuitive strategies and preconceptions about association in contingency tables. *Journal for Research in Mathematics Education*, 27(2), 151-169.
- Batanero, Carmen (1999, 2001) *Didáctica de la Probabilidad*. Dep. de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada. Granada. Texto del Seminario dictado en la Fac. de Humanidades y Ciencias de la Universidad Nacional del Litoral en Octubre de 1999
- Biehler, R. (1997) Software for learning and for doing statistics. *International Statistical Review*, 64(2), 167-190.
- Buendía Eisman, L. & Salmerón Pérez, H. (1994) Intervención cooperativa a través de la investigación cooperativa. *Revista de Investigación Educativa*, 23, 226 – 231.
- Campbell, D., Stanley, J. (1995) *Diseños Experimentales y Cuasi-Experimentales en la Investigación Social*. Amorrortu Editores. Única edición en español. Séptima reimpresión. Bs. As.
- Carr, W. & Kemmis, S. (1988) *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca.
- Garfield, Joan. (1995) *La evaluación del aprendizaje en la estadística*. Revista Uno, nº 5, pp. 5-13.
- Godino, Juan. (1995) ¿Qué aportan los ordenadores a la enseñanza y aprendizaje de la estadística?. Revista Uno, nº 5, pp. 45-56.
- Fischbein, E. y Schnarch, D. (1995) The evolution with age of probabilistic, intuitively based misconceptions. *Journal for Research in Mathematics Education*? 96-103.

- Gras, Arnau. (1984) *Diseños Experimentales en Psicología y Educación*. Vol. 1 y 2. Ed. Trillas.
- Hawkins, A., Jolliffe, F. y Glickman, L. (1992) *Teaching statistical concepts*. Essex: Longman Limited.
- Rosebery, A. y Rubin, A. (1989) Reasoning under uncertainty: Developing statistical reasoning. *Journal of Mathematical Behavior*, 8, 205-219
- Shaughnessy, J. Michael (1992) *Research in Probability and Statistics: Reflections and Directions*. Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning. National Council of Teachers of Mathematics. Macmillan Library Reference. Simon & Schuster and Prentice Hall International. New York.
- Meyer, Roberto (2005) *Funcionamiento didáctico del Saber. La inferencial estadística como metodología y la formación de formadores en educación*. Universidad Católica de Santa Fe. Tesis Doctoral en Educación.
- Meyer, Tauber y Cols. (1995) *Aprendizaje Significativo y Didáctica con Software*. Actas del 1er. Congreso Internacional de Informática Educativa. Santa Fe. Argentina.
- Todhunter. (1993) *A history of the mathematical theory of probability*. Thoemess Press.
- Tukey, J. (1977) *Exploratory data analysis*. Reading, Mas: Addison Wesley.
- Zeisel, Paul (1997) *Dígalo con números*. Chicago, EEUU. 1ª reimpresión, 3ª edición. Ed. Fondo de Cultura Económica.