

ERRORES DETECTADOS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS AL DESARROLLAR PRUEBAS DE ASOCIACIÓN ESTADÍSTICA

ANDREA F. RIGHETTI

Facultad de Ciencias Económicas-Universidad Nacional de Córdoba

analizamos@yahoo.com.ar

Fecha Recepción: Diciembre 2014 - Fecha Aceptación: Octubre 2015

RESUMEN

En el presente artículo se indican los errores más frecuentes detectados al evaluar pruebas de asociación estadística, tanto a nivel conceptual como procedimental en los bloques temáticos de regresión, correlación y tablas de contingencia. Se define una tipología de errores según conceptos clave y se analizan por género, edad, grado de desempeño académico y nivel de asistencia a clases. A partir de un análisis multivariado se determinan tres perfiles de estudiantes. Mediante el análisis de contenido de entrevistas, se indaga sobre los errores detectados y la opinión de los estudiantes acerca de los factores que pueden contribuir en los errores. Finalmente se presentan estrategias alternativas de enseñanza como propuesta superadora de los errores detectados. De esta manera se intenta contribuir a una mejor comprensión de los conceptos de asociación estadística por parte de los estudiantes universitarios.

PALABRAS CLAVE: Regresión – Correlación – Tablas de Contingencia – Errores Conceptuales y Procedimentales.

ABSTRACT

This article lists the most frequent errors identified in assessing tests of statistical association, both at conceptual as well as procedural level in thematic blocks regression, correlation and contingency tables. A typology of errors is defined and analyzed by gender, age, grade level, academic performance and attendance. Three student profiles were determined from the multivariate analysis. Through content analysis of interviews, we investigate the errors and the opinion of students about the factors that may cause these errors. Finally, alternative teaching strategies are proposed to overcome the errors found. In this way we aim at contributing to a better understanding of the concepts of statistical association by university students.

KEYWORDS: Regression – Correlation – Contingency Tables – Conceptual and Procedural errors.

1. INTRODUCCIÓN

La asociación estadística es un tema central, no sólo en cursos introductorios de Estadística, sino también para otras disciplinas, porque sus conceptos y métodos se utilizan en áreas como Investigación de Mercados, Economía, Ciencias Sociales, Medicina, Ingeniería, entre otras.

La asociación estadística se refiere al estudio de la relación entre dos o más variables. En general, cuando se quiere estudiar la relación entre dos o más variables cuantitativas, se utilizan dos tipos de análisis: regresión y correlación. En el caso en el que se quiere estudiar la relación entre dos variables categóricas se utilizan las tablas de contingencia. Para verificar si la asociación es significativa, se trabaja con el estadístico chi-cuadrado. El análisis de regresión se utiliza para establecer la relación entre dos variables con fines descriptivos o predictivos, mientras que el análisis de correlación, pretende indagar acerca de la intensidad o fortaleza de esta relación y en las tablas de contingencia se indaga respecto a la independencia entre las variables consideradas.

En el proceso de adquisición y construcción de los conocimientos referidos a la asociación estadística es posible que los estudiantes manifiesten errores debido al conflicto entre sus conocimientos anteriores y determinadas situaciones nuevas. Estos errores pueden ayudar a reorganizar, enriquecer y ajustar los conocimientos para que se produzca un aprendizaje significativo (Rico, 1997) y para mejorar los procesos de enseñanza. Es también un recurso de motivación, una oportunidad para que el alumno argumente, discuta y revea sus conocimientos, para lograr una mejor comprensión y una mayor familiaridad con el razonamiento estadístico.

Este artículo es parte de un trabajo de tesis descriptivo de los errores que los estudiantes manifestaron con mayor frecuencia en asociación estadística en los bloques temáticos de regresión, correlación y tablas de contingencia (Righetti, 2014). Se describen los errores detectados al evaluar tanto contenidos conceptuales como procedimentales. Se tipifican los errores y se determinan tres perfiles de estudiantes. Además se indagan las opiniones de los estudiantes acerca de los factores que pueden influir en tales errores y finalmente se proponen estrategias de enseñanzas para superarlos.

1.1. Antecedentes

Los estudios e investigaciones que se llevaron a cabo para mejorar la enseñanza, el aprendizaje, la comprensión, la valoración y las actitudes hacia la Estadística, comenzaron desde la Psicología y la Matemática. Actualmente es posible encontrar una amplia bibliografía relacionada con el estudio de los errores en la temática de la estadística descriptiva en general. Pero las investigaciones sobre lo que ocurre en relación al tema de la asociación estadística, cuando se aplica inferencia estadística ya sea mediante

procedimientos de intervalo de confianza o pruebas de hipótesis, no se han desarrollado con igual magnitud.

La Estadística fue considerada por mucho tiempo una rama de la Matemática, sin embargo tiene una naturaleza específica. Generalmente la Matemática involucra procesos deductivos mientras que la Estadística en su aplicación sigue un proceso deductivo inductivo basado en modelos que permiten abordar situaciones en los que la incertidumbre y la variabilidad son parte esencial del problema. (Garfield y Ben-Zvi, 2007).

La Estadística es una disciplina autónoma y con métodos específicos de razonamiento (Moore, 1999). La manera en que se obtienen los datos es de suma importancia en la inferencia estadística, mientras que esto es irrelevante desde el punto de vista matemático; los errores de medición son usualmente ignorados en matemática (Del Pino y Estrella, 2012). Además, las controversias filosóficas sobre la interpretación y aplicación de conceptos tan básicos como los de probabilidad, aleatoriedad, independencia o contraste de hipótesis, contribuyen a la especificidad de este campo (Batanero, 2000).

La enseñanza de la estadística debería, por lo tanto, respetar esa especificidad y desde esa naturaleza analizar los problemas en que los alumnos se ven inmersos al tratar conceptos fundamentales como es el tema de asociación estadística.

Una de las investigaciones de los errores en estadística inferencial más relevantes desde esta perspectiva, fue la realizada por Vallecillos (1994), en la cual se examinaron de forma sistemática los errores conceptuales y procedimentales que se habían producido en el aprendizaje del tema prueba de hipótesis por parte de estudiantes universitarios. Se concluyó que algunos errores conceptuales podían ser el origen de muchos de los errores producidos en la resolución del problema que se les propuso a los estudiantes y que, en general, podían tener una gran influencia en la realización de errores de tipo procedimental.

También, Vallecillos y Batanero (1997a, 1997b), presentaron las dificultades más importantes y los principales errores detectados en cursos de Introducción de Estadística, a nivel universitario, en España. Entre otros, destacaron la dificultad de los estudiantes para entender el concepto de probabilidad, la confusión entre muestra y población; la dificultad para discernir entre parámetro, estimador y estimación, e interpretación errónea de las conclusiones en el contexto de los problemas presentados.

Korin (2010) investigó la comprensión de las pruebas de hipótesis estadísticas, por parte de alumnos universitarios. Algunos de ellos no lograron entender con claridad las características de un parámetro y mostraron confusión entre parámetro y estimador.

En todas estas investigaciones se sostiene que estos conceptos son difíciles de entender, debido a que son abstractos, muchos de ellos basados en fórmulas y muy distantes del lenguaje habitual o familiar del alumno.

En el caso particular de la asociación estadística, Estepa (2004), recopiló las investigaciones sobre este tema y las clasificó en diferentes líneas: unas focalizadas en la enseñanza de la estadística con la

computadora, otras en el estudio histórico y epistemológico de la asociación estadística, en estudios sobre concepciones previas y su evolución en estudiantes universitarios y el análisis del significado que la correlación y la regresión estadística tienen para los estudiantes universitarios.

Estepa y Batanero (1996) estudiaron las estrategias empleadas por los estudiantes para comprender el concepto de correlación a partir de una nube de puntos, identificando diversas concepciones erróneas sobre la misma.

Estepa (2007, 2008) profundizó sobre la interpretación de los diagramas de dispersión (en correlación y regresión) a partir de la estimación del coeficiente de correlación, de la recta de regresión y del grado de dependencia.

Batanero, Estepa y Godino (1997,1998) indagaron acerca de las concepciones previas y la comprensión de la correlación por estudiantes universitarios, así como su evolución después de diversas experiencias de enseñanza.

Sánchez Cobo, Estepa y Batanero (2000) analizaron la capacidad de los estudiantes universitarios de traducir diferentes representaciones de la correlación (descripción verbal, diagrama de dispersión, tabla de valores, coeficiente de correlación) una vez terminada la enseñanza del tema.

En general, a partir de estos trabajos previos se ha podido observar que los alumnos no comprenden términos como el de correlación inversa, o que confunden correlación con causalidad.

En Argentina, a partir del año 2007, se conformó el “Grupo para la Enseñanza de la Estadística” (GENE), promoviendo el desarrollo de esta área de investigación que aún resulta incipiente, especialmente en temas de inferencia estadística (Bataglia, Sabelli y Rosa, 2009).

Por ejemplo, Lavalle, Micheli y Rubio (2006) realizaron un análisis didáctico de regresión y correlación para la enseñanza media. Muestran situaciones de enseñanza que pueden ser útiles en las aulas y presentan una serie de relaciones entre conceptos y procedimientos que deben promoverse en el desarrollo de las actividades.

Álvarez, González García y Terán (2009) llevaron a cabo un análisis de los errores en los conocimientos previos al proceso de enseñanza y aprendizaje del análisis de regresión lineal bivariada en alumnos universitarios. En prueba de hipótesis, cuando se les solicitó plantear las mismas, los alumnos cometieron dos tipos de errores: utilizaron estimadores o formularon las mismas de manera errónea, usando mal los símbolos. Si bien llegaron a la conclusión estadística respecto a las hipótesis formuladas, no pudieron expresar la misma en términos del problema planteado.

1.2. Perspectiva del aprendizaje y la enseñanza

La investigación se desarrolló desde una concepción cognoscitivista–constructivista del aprendizaje y la enseñanza, basada principalmente en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1976) y en la enseñanza para la comprensión de Perkins (1995).

Ausubel (1976) considera que un sujeto logra un aprendizaje significativo cuando es capaz de relacionar de manera no arbitraria y sustancial, la nueva información con los conocimientos y experiencias previas y familiares que posee en su estructura de conocimientos. Para que ello se produzca deben darse condiciones relacionadas no sólo al contenido sino a las disposiciones subjetivas del alumno, es decir la motivación y actitud por aprender, así como la naturaleza de los materiales o contenidos de aprendizaje.

Perkins (1995) por su parte define la comprensión como el desarrollo de la capacidad de utilizar o transferir lo aprendido a situaciones nuevas. Aconseja que el docente seleccione temas que resulten fáciles de relacionar con otros temas más cercanos al alumno; que establezca metas de comprensión y que realice una valoración continua de los estudiantes y les provea de una constante retroalimentación, de manera que pueda identificar sus debilidades y reconocer los errores para evitarlos en el futuro.

Este autor sostiene que cuando los estudiantes no pueden retener, comprender o hacer un uso activo del conocimiento, adquieren un conocimiento frágil, que puede ser: a) Conocimiento olvidado: con el paso del tiempo, se les olvida y cuando llega el momento de usarlo, no saben qué responder; b) Conocimiento inerte: el alumno recuerda con frecuencia lo aprendido, pero no puede aplicarlo en otras situaciones; c) Conocimiento ingenuo: el alumno conoce o adquiere, de forma superficial el conocimiento, no llega a recordar lo aprendido, hasta que alguien o algo se lo recuerda y solo así lo utiliza en la solución de problemas y en muchas ocasiones se queda con ideas erróneas; d) Conocimiento ritual: está constituido por las rutinas, por ejemplo, las rutinas para resolver problemas de una forma mecánica.

En consecuencia, el estudio de los errores puede informar a los docentes cómo se está reelaborando el conocimiento que se posee a partir de la nueva información recibida. Su análisis puede indicar problemas de retención, comprensión y uso activo del conocimiento. El error puede tener diversos orígenes, y se considera como la presencia de un esquema cognitivo inadecuado en el alumno y no solamente como consecuencia de una falta específica de conocimientos. Si no se produjo un aprendizaje significativo, el estudiante no puede retener, transferir o adquirir significados.

En la era digital de la información se requieren “aprendizajes de orden superior que ayuden a vivir en la incertidumbre y la complejidad” y se desarrollen hábitos intelectuales acordes a este contexto (Pérez Gómez, 2012). Es indudable que todo ello afecta los procesos de aprendizaje y enseñanza y es el docente el que debe reorganizar la enseñanza a la nueva forma de producción de los saberes promoviendo “aprendizajes de segundo orden”, entendiendo como tal “*el aprender cómo aprender y cómo autorregular el propio aprendizaje*” (Pérez Gómez, 2012, p.71).

2. METODOLOGÍA

Se llevó a cabo un estudio exploratorio descriptivo y desde el punto de vista estadístico se consideró como población bajo estudio a todos los estudiantes de la cátedra B de Estadística II de la FCE - UNC. Se consideró como unidad de análisis a cada uno de estos estudiantes.

En una primera etapa, mediante un cuestionario se evaluaron las respuestas de los 107 estudiantes en el segundo parcial de la asignatura y en una segunda etapa se efectuaron entrevistas, tomando una muestra de 38 estudiantes seleccionados por muestreo aleatorio sistemático, considerando los bloques temáticos, para una evaluación cualitativa.

Para el cuestionario, elaborado para esta investigación, sobre contenidos conceptuales y procedimentales de los bloques temáticos de correlación, regresión y tablas de contingencia se siguieron los lineamientos de las investigaciones referidas a las pruebas de hipótesis de Vallecillos y Batanero (1997a) y las referidas a la asociación estadística de Estepa (2004). Los contenidos conceptuales se evaluaron mediante preguntas con opciones múltiples, con selección de una única respuesta correcta de un total de 5 opciones por ítem. En el caso de los contenidos procedimentales, se evaluaron mediante la resolución de dos problemas. A un grupo de estudiantes se les asignó un primer problema de regresión lineal (79) y al otro grupo, uno de correlación lineal (28). El segundo problema referido a tablas de contingencia, se asignó a ambos grupos. En los distintos ítems los estudiantes debieron utilizar simbología específica, realizar algunos cálculos, hacer uso de lenguaje estadístico, interpretar gráficos y resultados en el contexto de los problemas planteados. Los problemas fueron extraídos de la bibliografía básica y complementaria de la asignatura y se le realizaron modificaciones según los intereses de la investigación. Las variables relevadas referidas al desempeño académico, se basaron en las investigaciones de Vallecillos y Batanero (1997a), y las de nivel de asistencia en las encuestas diseñadas por la Facultad de Ciencias Económicas para evaluar diversos aspectos relacionados con el cursado de la asignatura. Un modelo del cuestionario se encuentra en el Anexo I.

2.1. Dimensiones y variables

Errores conceptuales por bloques temáticos: Correlación, Regresión y Tablas de contingencia originados en los contenidos conceptuales que el programa de la asignatura incluye en relación a: a) Coeficiente de correlación, b) Prueba de hipótesis para la correlación lineal, c) Diagrama de dispersión, d) Coeficientes de regresión lineal simple, e) Estimación de parámetros, f) Pruebas de hipótesis para la regresión lineal simple, y g) Prueba de hipótesis de independencia en tablas de contingencia.

Errores procedimentales por bloques temáticos: Correlación, Regresión y Tablas de contingencia originados en contenidos procedimentales referidos a: a) Interpretación del coeficiente de correlación (directa, inversa o nula), b) Interpretación del gráfico de dispersión en casos de correlación o regresión, c) Desarrollo de Prueba de hipótesis para

correlación lineal (planteamiento de hipótesis, desarrollo y conclusión), d) Estimación de la recta de regresión e interpretación de los coeficientes, e) Desarrollo de Prueba de hipótesis para regresión lineal (planteamiento de hipótesis, desarrollo y conclusión), f) Interpretación y reconocimiento de los supuestos del modelo de regresión, g) Interpretación del intervalo de confianza para la pendiente de la recta de regresión, h) Desarrollo de Prueba de hipótesis para independencia (planteamiento de hipótesis, desarrollo y conclusión), i) Interpretación de residuales en tablas de contingencia.

Características de los estudiantes: Se describieron a través de variables socio-demográficas (edad, sexo, trabajo y tenencia de hijos) y de su desempeño académico y de dedicación al estudio (asistencia a clases teóricas y prácticas, número de materias aprobadas, cantidad de veces de cursado de la asignatura Estadística II, nota del examen de Estadística I, nota de primer parcial de Estadística II y condición de regularidad alcanzada al finalizar esta última asignatura).

Argumentación de los estudiantes: Se determinó de acuerdo a la opinión de los alumnos, los factores que pudieron influir en los errores detectados en asociación estadística (interpretación de la consigna, confusión, entre otros) y el grado de dificultad asignado a los bloques temáticos evaluados y la razón del puntaje asignado.

2.2. Análisis y clasificación de las respuestas de los estudiantes

Para el análisis y clasificación de las respuestas de los estudiantes a los ítems evaluados se especificaron, para cada uno, lo que se considera respuesta correcta e incorrecta a los fines de la investigación y se aplicaron técnicas cuantitativas y cualitativas.

2.2.1. Análisis cuantitativo univariado

Para llevar a cabo el análisis cuantitativo de cada uno de los ítems evaluados se procedió a la confección de la base de datos *ad hoc*, en formato DBF. Los datos se procesaron con los software SPSS Versión 15 e InfoStat Versión 2009 y posteriores. Las respuestas a los diferentes ítems, se categorizaron en correctas e incorrectas y se presentaron mediante tablas de frecuencia, porcentaje, medidas descriptivas, entre otros. Para los análisis posteriores (comparativo y multidimensional), se procedió a la construcción empírica de una tipología de errores conceptuales y procedimentales por conceptos claves. Las características de desempeño académico y el nivel de asistencia se agruparon mediante una combinación de clases a fin de obtener un número más pequeño de categorías con propósitos puramente prácticos.

Categorización del grado de desempeño académico y asistencia: Con el objetivo de efectuar una caracterización de los estudiantes previo a la evaluación de contenidos en asociación estadística, se generó una nueva variable denominada “grado de desempeño académico y asistencia” en base a los resultados obtenidos en las evaluaciones de conocimientos estadísticos previos (aprobación de examen de Estadística I y primer parcial de Estadística II); otras características académicas como: tener 8 o más materias aprobadas,

haber cursado solo una vez Estadística II y asistencia del 80% o más a clases teóricas y/o prácticas. En función del cumplimiento de estos requisitos, se determinaron tres grados de desempeño académico y asistencia: “alto” (con 4 o más requisitos), “medio” (entre 2 y 3) y “bajo” (con 1 o menos).

Tipología de errores conceptuales y procedimentales: Los errores en contenidos conceptuales se agruparon por bloque temático en:

- Definiciones (ítems referidos a hipótesis, coeficiente de correlación variables *lurking*, puntos influyentes, valores *outliers*, entre otros).
- Propiedades o características (ítems referidos a finalidad y objetivo del análisis de regresión, finalidad y objetivo del análisis de correlación, características de los gráficos de dispersión, entre otros).

Los errores en contenidos procedimentales se agruparon de acuerdo a conceptos clave siguiendo los lineamientos de Vallecillos y Batanero, (1997a) en:

- Interpretación gráfica (evaluando las respuestas en términos estadísticos y en términos del problema planteado).
- En función de las distintas etapas que comprende una prueba de hipótesis:
 - Planteamiento de Hipótesis (evaluando las respuestas respecto a las hipótesis estadísticas y su interpretación en términos del problema);
 - Desarrollo de la prueba (analizando las respuestas referidas a estimador, estadístico y su distribución, reglas de decisión y lógica general del desarrollo),
 - Conclusión de la prueba de hipótesis (conclusión estadística e interpretación en términos del problema).
- Errores de cálculo.
- Supuestos en los que se basa la metodología utilizada.

Los contenidos conceptuales se categorizaron en: respuesta sin error y respuesta con error, en virtud que fueron evaluados mediante preguntas con opciones múltiples, en la cual una opción era la correcta. Los contenidos procedimentales agrupados por conceptos clave, se categorizaron en: respuestas sin error, respuestas parcialmente incorrectas y respuestas totalmente incorrectas.

2.2.2. Análisis cuantitativo multivariado

Para determinar una posible agrupación de los estudiantes en función del tipo de errores cometidos por conceptos clave y de un conjunto de variables socio-demográficas, de desempeño académico y nivel de asistencia, se realizó un análisis multivariado de agrupación (“*cluster analysis*”) por método jerárquico utilizando el criterio de Ward. Este análisis comprende técnicas que produce una clasificación a partir de datos que, inicialmente, no están clasificados. La construcción de los grupos (“*clusters*”) se realizaron teniendo en cuenta las “distancias” entre los individuos, medidas en base a los puntajes factoriales obtenidos como resultado del Análisis Factorial de Correspondencias Múltiples. Se incluyeron en el análisis la tipología definida para cada bloque temático de errores conceptuales (ítems relacionados con

Definiciones y Propiedades), codificados en respuestas correctas y respuestas incorrectas; errores procedimentales (Gráficos, Planteamiento de hipótesis, Desarrollo, Conclusión de las pruebas, Errores de cálculos y Supuestos en los que se basa la metodología utilizada), codificados en respuestas correctas, parcialmente incorrectas y totalmente incorrectas; grado de desempeño académico y asistencia, (bajo, medio y alto) y condición de regularidad alcanzada al finalizar el cursado de la asignatura Estadística II (regular y libre).

2.2.3. Análisis cualitativo de contenido

Las 38 entrevistas fueron grabadas. A cada estudiante se le entregó su examen parcial previamente corregido y se le otorgó un breve espacio de tiempo para que lo observara. En cada uno de los ítems evaluados se indicó con una cruz los ítems que contenían algún error y con un tilde los ítems que se consideraron como respuesta correcta. Se esperó hasta que el estudiante manifestara sus dudas en los ítems marcados con una cruz. Se guió con preguntas abiertas y se recomendó volver a la lectura de los ítems para ver si el estudiante por sí mismo podía darse cuenta de la razón de su error. Se llevaron a cabo preguntas de sondeo, que buscaron profundizar las respuestas que iba dando el estudiante, tales como: ¿Por qué cree usted que cometió ese error? (a efectos que pudieran manifestar los motivos por los cuales llegó a una respuesta incorrecta (ejemplo: falta de tiempo para estudiar, porque el profesor no lo explicó, no concurrió a los prácticos o no entendió bien el tema). Para efectuar el análisis de contenido y categorizar las argumentaciones de los estudiantes y la descripción de los errores, en primer lugar se transcribieron las entrevistas y se analizaron conjuntamente con los exámenes parciales. En segundo lugar se generaron planillas por cada bloque temático, para categorizar los factores y describir los errores en cada ítem. En tercer lugar se categorizaron las respuestas referidas a la razón del grado de dificultad atribuido al aprendizaje de cada bloque temático.

3. RESULTADOS

3.1. Análisis cuantitativo unidimensional

Se analizaron estadísticamente las respuestas de los estudiantes en los cuestionarios de modo de caracterizarlos, tanto en sus aspectos socio demográficos como de desempeño académico y se describieron los errores conceptuales y procedimentales más frecuentes por bloque temático.

Aspectos socio demográfico: El 85% de los estudiantes tiene entre 19 y 20 años y el 99% no tiene hijos. El 52% es de sexo femenino. Sólo el 26% trabaja y la mitad de éstos lo hacen menos de 21 horas semanales.

Grado de desempeño académico y asistencia: A partir de su categorización, se determinó que el 44,9% de los estudiantes tiene un grado de desempeño académico y asistencia alto, el 28,9%, medio y el 26,2% bajo.

Errores conceptuales: Los mayores porcentajes de respuestas incorrectas de regresión se observaron en: a) definición de valor influyente, como aquel punto que cambia la pendiente de la recta de regresión (78,5%), b) reconocer que la variable dependiente es la variable de estudio en el análisis de regresión (53,9%) y c) definición de variable *lurking*, como aquella que sus residuales van cambiando sistemáticamente a través del tiempo (50,9%). En correlación, alrededor del 20% no identificó que el coeficiente de correlación no depende de la unidad de medida, no reconoció la finalidad del análisis de correlación y que su objetivo no es la predicción. En tablas de contingencia, el 14% de los estudiantes no reconocieron que la prueba de independencia se utiliza para estudiar la asociación entre dos variables categóricas, y aproximadamente el 9% no indicó que los valores dentro de las tablas de contingencia son frecuencias observadas.

Errores procedimentales: A continuación se describen los mayores porcentajes de error en cada ítem. En las TABLAS 1, 2 y 3 se detallan los ítems evaluados por bloque temático con número de estudiantes evaluados, cantidad de respuestas incorrectas y el porcentaje de las mismas.

Regresión: se observaron porcentajes de respuestas incorrectas del 9 al 83%, los mayores porcentajes fueron en: a) interpretación del intervalo de confianza para la pendiente (82,3%), b) interpretación de la hipótesis en términos del problema (55,7%), c) interpretación de los coeficientes de la recta de regresión en términos del problema planteado (49%), d) en relación a la enunciación de los supuestos en los que se basa la metodología estadística (48,1%), e) conclusión de la prueba de hipótesis en términos del problema (36,7%) (TABLA 1).

TABLA 1: Porcentaje de errores procedimentales en regresión

Nº Ítem	Bloque Temático Regresión	Total de Estudiantes Evaluados	Cantidad de Estudiantes con Respuestas con Error	%
1	Interpretación del diagrama de dispersión en términos estadísticos (directa, inversa o nula)	79	23	29,1
2	Interpretación del diagrama de dispersión en términos del problema (variables del problema)	79	21	26,6
3	Construcción de la recta de regresión poblacional	79	8	10,1
4	Interpretación del significado de los coeficientes	51	25	49,0
5	Estimación de un valor individual con la recta de regresión. Interpretación en términos del problema	51	13	25,5
6	Enumeración de los supuestos que debe verificar para poder aplicar la metodología estadística	79	38	48,1
7	Planteamiento de las hipótesis estadísticas	79	10	12,7
8	Interpretar las hipótesis en términos del problema	79	44	55,7
9	Indicar el estadístico de prueba que debe utilizar	79	12	15,2
10	Distribución del estadístico	79	21	26,6
11	Establecer las reglas de decisión en términos estadísticos	79	16	20,2
12	Concluir en términos estadísticos	79	7	8,9
13	Concluir en términos del problema planteado	79	29	36,7

14	Lógica general	79	11	13,9
15	Establecer un intervalo de confianza del 95% para la pendiente e interpretar en términos del problema	51	42	82,3
16	Reconocer el estimador de la pendiente de la recta	79	18	22,8

Correlación: los porcentajes de respuestas incorrectas son del 21 al 96%, los más altos fueron en: a) al reconocer la fuerza de asociación entre las variables (96,4%), b) al reconocer el estimador del coeficiente de correlación poblacional (92,9%), c) al establecer las hipótesis en términos estadísticos (82,1%), d) en el reconocimiento del estadístico de prueba (67,9%) y e) interpretación de la conclusión en términos del problema (60,7%) (TABLA 2).

TABLA 2: Porcentaje de errores procedimentales en correlación

Nº Ítem	Bloque Temático Correlación	Total de Estudiantes Evaluados	Cantidad de Estudiantes con Respuestas con Error	%
1	Interpretación del diagrama de dispersión en términos estadísticos (directa, inversa o nula)	28	9	32,1
2	Interpretación del diagrama de dispersión en términos del problema (variables del problema)	28	6	21,4
3	Fuerza de la asociación entre las variables	28	27	96,4
4	Planteamiento de las hipótesis estadísticas	28	23	82,1
5	Interpretar las hipótesis en términos del problema	28	13	46,4
6	Indicar el estadístico de prueba que debe utilizar	28	19	67,9
7	Distribución del estadístico	28	8	28,6
8	Establecer las reglas de decisión en términos estadísticos	28	6	21,4
9	Concluir en términos estadísticos	28	6	21,4
10	Concluir en términos del problema planteado.	28	17	60,7
11	Interpretar el coeficiente de correlación en términos del problema.	56	18	32,1
12	Lógica General	28	17	60,7
13	Indicar la diferencia entre el coeficiente de determinación y el de correlación.	56	22	39,3
14	Reconocer el estimador del coeficiente de correlación poblacional	28	26	92,9

Tablas de contingencia: los mayores porcentajes de error se detectan a) al interpretar un residual en términos del problema planteado (77,6%), b) al plantear incorrectamente las hipótesis en términos estadísticos (38,3%) y c) al concluir en términos del problema planteado (25,2%) (TABLA 3).

Del análisis de datos se destaca que los porcentajes de errores en contenidos procedimentales son más elevados que en los contenidos conceptuales evaluados. No obstante hay que considerar, como señalan Vallecillos (1994), Sánchez Cobo y otros (2000) que muchos de los errores procedimentales pueden tener su origen en errores de tipo conceptual.

Tipología de errores conceptuales y procedimentales por bloque temático: los mayores porcentajes de respuestas incorrecta fueron en: Definiciones (48,6%) y Propiedades (23,4%) en regresión. Interpretación

Gráfica (42,8%), Planteamiento de hipótesis (85,71%), Desarrollo (92,8%) y, Conclusión (77,6%) en correlación. Errores de Cálculo (10,13%) en tablas de contingencia y Supuestos (96,4%) en correlación.

TABLA 3: Porcentaje de errores procedimentales en Tablas de contingencia

Nº Ítem	Bloque Temático Tablas de Contingencia	Total de Estudiantes Evaluados	Cantidad de Estudiantes con Respuestas con Error	%
1	Cálculo de frecuencias marginales y total en tabla de contingencia	107	10	9,3
2	Planteamiento de las hipótesis estadísticas	107	41	38,3
3	Interpretar las hipótesis en términos del problema	107	19	17,8
4	Indicar el estadístico de prueba que debe utilizar y qué distribución tiene	107	19	17,8
5	Establecer las reglas de decisión en términos estadísticos.	107	7	6,5
6	En función al estadístico utilizado concluir en términos estadísticos	107	20	18,7
7	En función al estadístico utilizado concluir en términos del problema planteado	107	27	25,2
8	Cálculo del estadístico de prueba	107	26	24,5
9	Calcular un residual e interpretarlo en términos del problema	107	83	77,6
10	Lógica general	107	20	18,7

3.1.1. Análisis comparativo

A partir de la categorización del grado de desempeño académico y asistencia se analizaron, por bloque temático, los diferentes tipos de errores según variables socio-demográficas y condición de regularidad al finalizar el cursado de la asignatura.

Grado de desempeño académico y asistencia según características socio demográficas: No se encontraron diferencias significativas por sexo y trabajo, pero sí por edad ($p=0,0189$). Los estudiantes con edad menor o igual a 19 años se asociaron con un grado de desempeño académico y asistencia alto y los mayores con un grado de desempeño bajo. Es posible que los estudiantes mayores sean los que en general re-cursan la asignatura o se encuentran más demorados en la carrera.

Grado de desempeño académico y asistencia según condición de regularidad: Existe una asociación estadísticamente significativa entre la condición de regularidad en la asignatura Estadística II y el grado de desempeño académico y asistencia ($p<0,0001$). El 98% de los estudiantes con un grado alto lograron regularizar y el 57% de los estudiantes con un grado bajo quedaron libres.

Tipos de Errores conceptuales y procedimentales según grado de desempeño académico y asistencia: Del análisis de los tipos de errores según grado de desempeño académico y asistencia (alto, medio y bajo) se determinó que están relacionados principalmente con los errores

procedimentales, en todos los bloques evaluados. En particular, los errores procedimentales en regresión, las respuestas parcial y totalmente incorrectas en las conclusiones, se relacionaron con un bajo grado de desempeño académico y asistencia (60% con bajo grado respondieron parcial o totalmente de manera incorrecta) y las respuestas totalmente correctas con un alto grado (82,8% con alto grado respondieron correctamente). En tablas de contingencia los mayores porcentajes de error se asociaron con un bajo grado en el desarrollo de la prueba de hipótesis (60,7% con bajo grado respondieron parcial o totalmente de manera incorrecta).

3.2. Análisis cuantitativo multivariado

A partir del análisis multivariado de agrupación por método jerárquico utilizando el criterio de Ward, se determinaron 3 grupos de estudiantes en función a la asociación de las respuestas dadas en el cuestionario, para los contenidos conceptuales y procedimentales referidos a las pruebas de hipótesis de los 3 bloques temáticos.

Grupo I (47%) se caracterizó por estudiantes que al desarrollar el bloque regresión, resolvieron sin error las hipótesis, el desarrollo y conclusiones y no tuvieron errores de cálculo. En tablas de contingencia respondieron sin error a los contenidos conceptuales y al desarrollo de la prueba de hipótesis. En lo referido a correlación respondieron sin error en conceptos referidos al coeficiente de correlación y a sus propiedades. Son estudiantes que tuvieron un grado de desempeño académico y asistencia alto y regularizaron la materia Estadística II.

Grupo II (27%) se refiere a estudiantes que al resolver los ejercicios de regresión, en la prueba de hipótesis respondieron parcialmente con error al establecer las hipótesis, el desarrollo y las conclusiones. Se equivocaron en los conceptos relacionados con las definiciones. En conceptos referidos a las Tablas de contingencia respondieron erróneamente acerca de cuándo se utilizan las mismas y en las pruebas de hipótesis plantearon de manera totalmente incorrecta las hipótesis y su desarrollo. Tienen un grado de desempeño académico y asistencia bajo y no regularizaron la materia Estadística II.

Grupo III (26%) estudiantes que en el bloque de correlación, en la prueba de hipótesis respondieron de modo totalmente incorrecto tanto en el planteamiento de las hipótesis como en su desarrollo. También se encontraron errores en el ítem referido a los supuestos de la metodología estadística. En el bloque temático de regresión los errores se detectaron principalmente en los contenidos conceptuales relacionados con los variables *lurking*, punto influyente y valores *outliers*. No se asociaron a un grado de desempeño académico y de asistencia en particular.

3.3. Análisis cualitativo

Las entrevistas de los estudiantes se observaron conjuntamente con las evaluaciones parciales para cotejar los argumentos dados por ellos

respecto a los errores conceptuales y procedimentales detectados. Las dimensiones analizadas fueron:

- Descripción de los errores. Los errores más frecuentes pueden resumirse en: a) Confusión entre conceptos: entre hipótesis nula y alternativa; entre parámetro y estimador; entre metodologías estadísticas (regresión y correlación; regresión y prueba de independencia) y en los supuestos en los que se basa cada metodología (regresión por correlación). b) Problemas de interpretación: dificultad para interpretar hipótesis y conclusiones en términos del problema planteado; dificultad para expresión escrita al utilizar lenguaje específico o no utilización del mismo y dificultad para enunciar o interpretar los supuestos de cada una de las metodologías con los resultados del software estadísticos. c) Omisión de algunos de los supuestos. d) Omisión de símbolos o fórmulas: El signo igual en algunas de las reglas de decisión para rechazar o no la hipótesis nula; la fórmula o distribución del estadístico y el signo sumatorio en la fórmula del estadístico en tablas de contingencia. e) Errores de cálculo: del estadístico de prueba en correlación y en tablas de contingencia; del estimador en regresión, correlación y tablas de contingencia; estimación de la recta de regresión y cálculo de los residuales en tablas de contingencia.
- Argumentos referidos a los factores que pueden contribuir al error. Regresión fue el bloque temático al que le asignaron mayor grado de dificultad. Entre los factores más sugeridos se encuentran: la complejidad del tema, la dificultad de diferenciar correlación de regresión, la cantidad de conceptos y pasos que incluyen estas metodologías y la relación y diferencia entre los conceptos involucrados (41,7%). Otro factor mencionado por los alumnos fue la cantidad de fórmulas (27,8%), mientras que la dificultad en la interpretación de los resultados del software estadístico, el tiempo requerido para estudiar y entender el tema, sólo fue argumentado por el 5,5% de los estudiantes entrevistados. Algunos enunciaron como otros factores el no poder estudiar, no concurrir a clases teóricas o prácticas o no leer bien el enunciado (8,3%).

4. CONCLUSIONES

A partir de la descripción de los errores de los estudiantes en contenidos conceptuales y procedimentales en asociación estadística, se infirió sobre sus posibles causas. Los estudiantes a menudo adquieren un conocimiento frágil, que puede manifestarse en problemas de retención (conocimiento olvidado de contenidos conceptuales de estadística inferencial), problemas de comprensión (conocimiento ritual o ingenuo de pruebas de hipótesis e intervalos de confianza) o problemas de transferencia (conocimiento inerte, en contenidos estadísticos clave) como señala Perkins (1995).

El perfil de los estudiantes mostró que el grado de desempeño académico y de asistencia previo al aprendizaje de la asociación estadística, está asociado con algunos tipos de errores, mientras que otros son generalizados independientemente del grado de desempeño y asistencia. Es posible que contenidos aprendidos en etapas previas puedan originar algunos de los errores detectados.

Este estudio permitió detectar la confusión entre conceptos claves en las pruebas de hipótesis: parámetro con estimador; regresión con correlación; la dificultad para interpretar tanto las hipótesis como las conclusiones en el contexto de los problemas planteados y en el reconocimiento de los supuestos implícitos en cada metodología estadística.

En virtud de ello el docente debe reflexionar sobre lo que enseña y las estrategias que emplea y concientizar a los estudiantes de las partes difíciles que provocan errores, para que una vez identificadas pueda preverlas y tratarlas por anticipado para superarlas (Perkins, 2010).

El docente debe contribuir a que los estudiantes logren activar el conocimiento que han adquirido en otro contexto. La transferencia puede realizarse cuando la experiencia de aprendizaje promueve el pensamiento reflexivo con la actividad en cuestión. El docente debería incorporar experiencias en una serie de contextos, con la esperanza de que los estudiantes encuentren aquellos que reflejen las áreas de su mayor interés.

La revisión de los métodos de evaluación son fundamentales para motivar o desmotivar al alumno. Se requiere una evaluación continua que contemple criterios compartidos; permita evaluar procesos y productos; proporcione información documentada a los estudiantes acerca de los avances en la comprensión, dando lugar a la autorreflexión y los intercambios con el profesor y con el grupo de pares. Especialmente, identificar los obstáculos que se interponen entre lo que se quiere aprender y lo aprendido, así como buscar alternativas para seguir aprendiendo (Perkins, 1995). Por lo tanto es importante incorporar las evaluaciones de pares y autoevaluaciones. Además, hacer uso de ejemplificaciones, mapas conceptuales y otras actividades comprensivas en las evaluaciones formativas y sumativas.

Los errores detectados pueden indicar problemas de aprendizaje y en consecuencia es importante mejorar la enseñanza no sólo del tema asociación estadística, sino los procedimientos estadísticos inferenciales en general, como las pruebas de hipótesis y la estimación por intervalos, en la asignatura Estadística II y también mejorar la enseñanza de contenidos previos de estadística descriptiva y probabilidad que se abordan en la materia correlativa anterior, Estadística I. Por lo tanto, a la hora de seleccionar alternativas de superación de esos errores se debe considerar:

- Que es necesario estimular la motivación en los estudiantes, la conexión de ideas, la vinculación con el contexto, la posibilidad de explicaciones entre los estudiantes, entrenándolos en el tipo de razonamiento que se desea lograr. El empleo de mapas conceptuales como estrategia de enseñanza y aprendizaje, el uso de recursos interactivos de la *web* y un mayor uso de ejemplificaciones pueden contribuir en estos aspectos.

- Que se debe promover la reflexión y la indagación, movilizandando las teorías “ingenuas”, poniéndolas a prueba para erradicarlas si éstas interfirieran con la correcta adquisición de los conceptos formales (Perkins, 1995), a través de la construcción de mapas conceptuales previos a la introducción de nuevos contenidos, y el uso de preguntas intercaladas no sólo en las clases sino también en el material de estudio.
- Que es importante preparar al alumno para resolver cuestiones fuera de los estándares del ejercicio clásico. La enseñanza de la Estadística debería llevarse a cabo con problemas abiertos para que los estudiantes utilicen ideas propias y contribuyan en el análisis de los pasos a seguir en una situación real, desde la planificación de la solución, pasando por la recolección de datos y terminando con la toma de decisiones correspondientes como lo sugiere Batanero (2000).
- Que las redes y colectivos sociales prioritariamente virtuales promueven la imaginación al enfatizar actividades como el juego, la experimentación y la búsqueda. Constituyen contextos de aprendizajes que estimulan la implicación el compromiso el deseo y la creatividad (Pérez Gómez, 2012), como es el uso de recursos interactivos en la *web*.

5. ANEXO

CUESTIONARIO MODELO: SEGUNDO PARCIAL DE ESTADÍSTICA II

TEÓRICO Marque una y sólo una respuesta para cada pregunta de este cuestionario.

- 1- Para estudiar la asociación entre dos variables categóricas a partir de una tabla de contingencia se utiliza:
 - a) el análisis de la varianza.
 - b) el test chi-cuadrado de independencia.
 - c) el análisis de regresión.
 - d) el test de bondad de ajuste.
 - e) ninguna de las anteriores
- 2- Determine cuál de las siguientes afirmaciones es falsa:
 - a) En regresión el residuo es la diferencia entre los valores observados y los estimados.
 - b) El diagrama de dispersión es un gráfico bidimensional que relaciona los valores de la variable independiente y la dependiente.
 - c) En el ANOVA los errores deben distribuirse con media 0 y varianza constante.
 - d) El análisis de correlación se utiliza principalmente para efectuar predicciones.
 - e) Ninguna de las anteriores.
- 3- El análisis de correlación se utiliza para medir:
 - a) el grado de asociación entre dos variables numéricas.
 - b) el grado de asociación entre dos variables categóricas.
 - c) el porcentaje de variación no explicada por el modelo.
 - d) el porcentaje de variación explicada por el modelo.
 - e) ninguno de los anteriores.
- 4- En el análisis de regresión lineal donde Y es la variable dependiente, un residual se obtiene como:
 - a) la diferencia entre un valor de la variable Y y su correspondiente valor de la variable X.
 - b) la diferencia entre un valor observado de la variable X y el valor estimado por la recta.
 - c) la diferencia entre dos valores estimados por la recta de regresión lineal.
 - d) la diferencia entre un valor observado de la variable Y y el valor estimado por la recta.
 - e) ninguna de las anteriores.

- 5- Un coeficiente de correlación lineal igual a -0.98 indica:
- una asociación directa entre las variables en estudio.
 - una asociación inversa entre las variables en estudio.
 - la ausencia de asociación entre las variables.
 - una relación curvilínea entre las variables.
 - ninguna de las anteriores.
- 6- Las variables *lurking*, en la regresión son aquellas que:
- tienen residuales grandes.
 - tienen residuales chicos.
 - sus residuales van cambiando a través del tiempo de manera sistemática.
 - sus residuales van cambiando aleatoriamente a través del tiempo.
 - ninguna de las anteriores.
- 7- En el modelo de regresión lineal, un valor *outlier* es un valor que:
- cae lejos de la recta y tiene un residual grande.
 - cae cerca de la recta y tiene un residual grande.
 - cae lejos de la recta y tiene un residual chico.
 - cae cerca de la recta y tiene un residual chico.
 - ninguna de las anteriores.
- 9.- El análisis de regresión es un procedimiento que se utiliza para:
- establecer la relación entre una variable dependiente y una independiente.
 - establecer la relación entre dos variables independientes.
 - establecer la relación entre varias variables independientes.
 - establecer la relación entre varias variables dependientes.
 - ninguna de las anteriores.
- 10- En el modelo de regresión lineal, un valor influyente es un valor que:
- cae lejos de la recta y tiene un residual grande.
 - cae cerca de la recta, tiene un residual grande y modifica la pendiente de la recta.
 - cae cerca de la recta, tiene un residual chico y modifica la pendiente de la recta.
 - cae lejos de la recta y tiene un residual chico.
 - ninguna de las anteriores.

PRÁCTICO

Ejercicio N° 1: Se desea probar la efectividad de un nuevo fungicida para el control de un hongo. Se probaron distintas dosis en gramos del nuevo fungicida en diez parcelas con la misma cantidad de plantas en cada una de ellas y al cabo de 15 días se realizó un recuento del número de plantas enfermas. Los datos son los siguientes:

Dosis fungicida	100	125	200	250	275	300	325	350	375	400
Plantas enfermas	50	48	39	35	30	25	20	12	10	5

Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
plantas enfermas	10	0.97	0.96	14.40	53.94	54.85

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	68.49	2.79	62.06	74.92	24.56	<0.0001	
fungicida	-0.15	0.01	-0.17	-0.13	-15.65	<0.0001	218.94

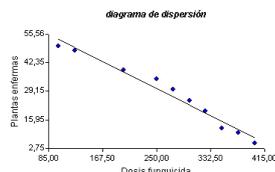
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2165.70	1	2165.70	245.06	<0.0001
fungicida	2165.70	1	2165.70	245.06	<0.0001
Error	70.70	8	8.84		
Total	2236.40	9			

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
RDUO Plantas enferma	10	0.00	2.80	0.89	0.2698

1. Interprete el diagrama de dispersión en términos estadísticos y en el contexto del problema.



2. Estime la recta de regresión poblacional e interprete el significado de los coeficientes.
3. ¿Cuál será el promedio de plantas enfermas, cuando la dosis fungicida sea de 230? Interprete en términos del problema.
4. Enumere los supuestos que debe verificar para poder aplicar esta metodología estadística, e indique los que verifica según las salidas del software presentadas.
5. Pruebe si existe relación funcional entre las variables. Utilice los datos que se le provee, en los cuadros correspondientes ($\alpha = 0.05$).
 - a. Plantee las hipótesis estadísticas y explique su significado en términos del problema.
 - b. Indique qué estadístico de prueba debe utilizar y qué distribución tiene.
 - c. Establezca las Reglas de decisión.
 - d. En función al estadístico utilizado concluya en términos estadísticos y en términos del problema planteado.
6. Establezca un intervalo de confianza del 95% para la pendiente (β) e interprete en términos del problema planteado. Utilice los datos que se le provee, en los cuadros correspondientes.

Ejercicio N° 2: Una asociación de profesores universitarios quiere determinar si la satisfacción en el trabajo es independiente del rango académico. Para ello realizó un estudio nacional seleccionando una muestra aleatoria de académicos universitarios y encontró los siguiente resultados: 40 profesores cuyo rango académico era de Auxiliar manifestaron tener Mucha satisfacción con el trabajo, mientras que 78 manifestaron Regular, y 57 Poca. En el caso de los Profesores Asociados 60 dijeron que tenían Mucha satisfacción en el trabajo, 87 Regular, y 57 Poca. Para el caso de los Profesores titulares 52 manifestaron Mucha satisfacción con el trabajo, 82 Regular y 66 Poca. Trabaje con un nivel de significación de 0.05.

- a) Plantee las hipótesis estadísticas y explique su significado en términos del problema.
- b) Indique qué estadístico de prueba debe utilizar y qué distribución tiene.
- c) Establezca las Reglas de decisión
- d) En función al estadístico utilizado concluya en términos estadísticos y en función al problema planteado.
- e) Elija un residual e interprételo en términos del problema.

6. REFERENCIAS

ÁLVAREZ, M.E.; GONZÁLEZ GARCÍA, M.E.; TERÁN, T. (2009): “ANÁLISIS DE LOS ERRORES EN LOS CONOCIMIENTOS PREVIOS AL PROCESO DE ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL ANÁLISIS DE REGRESIÓN BIVARIABLE LINEAL DE LOS ALUMNOS DE LA CARRERA DE CONTADOR PÚBLICO”. Decimocuartas Jornadas, Investigaciones en la Facultad de Ciencias Económicas y Estadística. Universidad Nacional de Rosario. Rosario, Argentina.

AUSUBEL, D. (1976): “PSICOLOGÍA EDUCATIVA: UN PUNTO DE VISTA COGNITIVO”. Trillas, México, pgs.623.

BATANERO, C. (2000): “¿HACIA DÓNDE VA LA EDUCACIÓN ESTADÍSTICA?”. Blaix, España – Vol. 15 – pgs. 2, 13.

BATANERO, C.; ESTEPA, A.; GODINO, J. D. (1997): “EVOLUTION OF STUDENTS’ UNDERSTANDING OF STATISTICAL ASSOCIATION IN A COMPUTER BASED TEACHING ENVIRONMENT”. EN GARFIELD, J.B. Y BURRILL, G. (Eds.), Research on the Role of Technology in Teaching and

Learning Statistics. IASE Round Table Conference Papers. International Statistical Institute, Voorburg. pgs. 9, 205.

BATANERO, C.; ESTEPA, A.; GODINO, J. D. (1998): “LA CONSTRUCCIÓN DEL SIGNIFICADO DE LA ASOCIACIÓN MEDIANTE ACTIVIDADES DE ANÁLISIS DE DATOS: REFLEXIONES SOBRE EL PAPEL DEL ORDENADOR EN LA ENSEÑANZA DE LA ESTADÍSTICA”. II Seminario de la Sociedad Española en Educación Matemática, Pamplona. pgs. 169, 185.

BATTAGLIA, A.; SABELLI, V. C.; ROSA, E. A. (2009): “PARTICIPACIÓN DE LA ENSEÑANZA EN ESTADÍSTICA EN LAS COMUNICACIONES DE LOS COLOQUIOS DE ESTADÍSTICA”. Universidad Nacional de Tres de Febrero. Departamento de Metodología, Estadística y Matemática. pgs. 376, 384.

DEL PINO, G.; ESTRELLA, S. (2012): “EDUCACIÓN ESTADÍSTICA: RELACIONES CON LA MATEMÁTICA”. Pensamiento Educativo. Revista de Investigación Educativa Latinoamericana – Vol. 49(1) – pgs. 53, 64.

ESTEPA, A. (2004): “INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN ESTADÍSTICA. LA ASOCIACIÓN ESTADÍSTICA”. En Luengo, R. (Ed.). Líneas de investigación en Educación Matemática, Tecnigraf, S. A Badajoz .pgs. 227, 255.

ESTEPA, A. (2007): “CARACTERIZACIÓN DEL SIGNIFICADO DE LA CORRELACIÓN Y REGRESIÓN EN ESTUDIANTES DE EDUCACIÓN SECUNDARIA”. Zetetiké – Vol. 15 (28) – pgs. 119, 151.

ESTEPA, A. (2008): “INTERPRETACIÓN DE LOS DIAGRAMAS DE DISPERSIÓN POR ESTUDIANTES DE BACHILLERATO”. Revista: Enseñanza de las Ciencias – Vol. 26(2) – pgs. 257, 270.

ESTEPA, A.; BATANERO, C. (1996): “JUDGMENTS OF CORRELATION IN SCATTER PLOTS: STUDENTS’ INTUITIVE STRATEGIES AND PRECONCEPTIONS”. Hiroshima Journal of Mathematics Education – Vol. 4 – pgs. 25, 41.

GARFIELD, J.; BEN-ZVI, D. (2007): “HOW STUDENTS LEARN STATISTICS REVISITED: A CURRENT REVIEW OF RESEARCH ON TEACHING AND LEARNING STATISTICS”. International Statistical Review – Vol. 75(3) – pgs. 372, 396.

INFOSTAT VERSIÓN 2009. GRUPO INFOSTAT, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

KORIN, C. (2010): “LA COMPRESIÓN DE LOS TEST DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICOS. UN ESTUDIO CON ALUMNOS UNIVERSITARIOS”.

FAMAF. Revista de Educación Matemática – Vol. 25 – Disponible en: http://www2.famaf.unc.edu.ar/rev_edu/documents/vol_25/prop_08.pdf

LAVALLE, A.; MICHELI, E.; RUBIO, N. (2006): “ANÁLISIS DIDÁCTICO DE LA REGRESIÓN Y CORRELACIÓN PARA LA ENSEÑANZA MEDIA”. *Relime* – Vol. 9 (3) – pgs. 383-406.

MOORE, D. S. (1999): “DISCUSSION: WHAT SHALL WE TEACH BEGINNERS” Papers presented to discussion on the paper by Wild, C. J. y Pfannkuch, M. (1999). “Statistical thinking in empirical enquiry”. *International Statistical Review* – Vol. 67(3) – pgs. 223, 248.

PÉREZ GÓMEZ, A. (2012). “EDUCARSE EN LA ERA DIGITAL”. Morata Narcea, Madrid, pgs. 315.

PERKINS, D. (1995): “LA ESCUELA INTELIGENTE”. Gedisa, Barcelona, pgs. 262.

PERKINS, D. (2010): “EL APRENDIZAJE PLENO. PRINCIPIOS DE LA ENSEÑANZA PARA TRANSFORMAR LA EDUCACIÓN”. Paidós, Buenos Aires, pgs. 292.

RICO, L. (1997): “REIVINDICACIÓN DEL ERROR EN EL APRENDIZAJE DE LAS MATEMÁTICAS”. *Revista Épsilon* – Vol. 38 – pgs.185, 198.

RIGHETTI, A. (2014): “ERRORES SISTEMÁTICOS EN ASOCIACIÓN ESTADÍSTICA DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS DE LA FCE-UNC”. Tesis de Maestría en docencia Universitaria. Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Córdoba.

SÁNCHEZ COBO, F.T.; ESTEPA, A.; BATANERO, C. (2000): “UN ESTUDIO EXPERIMENTAL DE LA ESTIMACIÓN DE LA CORRELACIÓN A PARTIR DE DIFERENTES REPRESENTACIONES”. *Enseñanza de las Ciencias* – Vol. 8(2) – pgs. 297, 310.

SPSS INC. VERSIÓN 15.0. 2007. SPSS PARA WINDOWS, SPSS Inc, Chicago.

VALLECILLOS, A. (1994): “ESTUDIO TEÓRICO - EXPERIMENTAL DE ERRORES Y CONCEPCIONES SOBRE EL CONTRASTE DE HIPÓTESIS EN ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS”. Tesis doctoral Departamento de Didáctica de la Matemática. Universidad de Granada.

VALLECILLOS, A.; BATANERO, C. (1997a): “APRENDIZAJE Y ENSEÑANZA DEL CONTRASTE DE HIPÓTESIS: CONCEPCIONES Y ERRORES”. *Enseñanza de la Ciencia* – Vol.15 (2) – pgs.189, 197.

VALLECILLOS, A.; BATANERO, C. (1997b): “CONCEPTOS ACTIVADOS EN EL CONTRASTE DE HIPÓTESIS ESTADÍSTICAS Y SU COMPRENSIÓN POR ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS”. *Recherches en Didactique des Mathématiques* – Vol. 17(1) – pgs. 29, 48.