



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN, TURISMO Y PSICOLOGÍA
SECCIÓN DE POSGRADO

**CONCEPTOS DE CAUSALIDAD Y DE DISEÑOS DE
INVESTIGACIÓN EN LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE
ESTADÍSTICA INFERENCIAL APLICADA A LA INVESTIGACIÓN
PSICOLÓGICA**

PRESENTADA POR
EDMUNDO MAGNO HERVIAS GUERRA

ASESOR
ROBERTO BUENO CUADRA

TESIS
PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN
PSICOLOGÍA

LIMA – PERÚ

2018



**Reconocimiento - No comercial - Sin obra derivada
CC BY-NC-ND**

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA COMUNICACIÓN, TURISMO Y PSICOLOGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE PSICOLOGÍA
SECCIÓN DE POSTGRADO**

**CONCEPTOS DE CAUSALIDAD Y DE DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN EN LA
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE ESTADÍSTICA INFERENCIAL APLICADA
A LA INVESTIGACIÓN PSICOLÓGICA**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE
DOCTOR EN PSICOLOGÍA**

PRESENTADO POR:

EDMUNDO MAGNO HERVIAS GUERRA

ASESOR:

Dr. ROBERTO BUENO CUADRA

LIMA, PERU

2018

A mi madre, que sigue siendo el
motorcito que vence el tiempo...

A mis hijos, que encontraron su lugar en
el universo...

A mis hermanos...

AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento a los estudiantes y colegas que me animaron a terminar la edición de este documento.

Mi agradecimiento a los estudiantes de la asignatura Estadística inferencial aplicada a la psicología del segundo semestre de 2017, quienes participaron en la experiencia.

Un agradecimiento especial al Dr. Roberto Bueno C. quien se dio el tiempo para asesorar y revisar el reporte final.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vi
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
Introducción	11
CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO	14
1.1 Antecedentes de la investigación	15
1.1.1 Crítica a los objetivos de enseñanza y tendencias de la enseñanza de la estadística	18
1.1.2 Enseñanza enfocada en conceptos relevantes de la estadística	23
1.1.3 Uso de software, computadoras, Internet en la enseñanza de la estadística	25
1.1.4 Investigaciones sobre las metodologías usadas en la enseñanza de la estadística	31
1.2 Bases teóricas	37
1.2.1 La resolución de problemas	37
1.2.2 Conceptos de causalidad	43
1.2.3 Los diseños de investigación	45
1.3 Definición de términos básicos	46
1.4 Planteamiento del problema	49
1.4.1 Formulación del problema	50
1.4.2 Objetivos	51

1.4.3 Justificación	52
CAPÍTULO II HIPÓTESIS Y VARIABLES	53
2.1 Formulación de hipótesis	53
2.1.1 Hipótesis general	53
2.1.2 Hipótesis específicas	53
2.2 Variables y definición operacional	54
2.2.1 Variable independiente	54
2.2.2 Variable dependiente	55
CAPÍTULO III METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	56
3.1 Diseño metodológico	56
3.2 Diseño muestral	56
3.3 Técnicas de recolección de datos	57
3.4 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información	63
3.5 Aspectos éticos	63
3.6 Procedimiento	63
CAPÍTULO IV RESULTADOS	66
CAPÍTULO V DISCUSIÓN	77
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS	90
ANEXOS	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla		Pág.
1	Estructura de las habilidades lógico-estadísticas propuestas por Medina (2011)	36
2	Diseños de investigación y estadística inferencial aplicable	45
3	Segmentos del modelo del proceso de toma de decisiones en una prueba de hipótesis en la resolución de problemas de estadística inferencial y el número de ítems en la lista de chequeo	58
4	Correlaciones Ítem-Test para la lista de chequeo de resolución de problemas de estadística inferencial en la condición causalidad	59
5	Correlaciones Ítem-Test para la lista de chequeo de resolución de problemas de estadística inferencial en la condición diseños	60
6	Correlaciones Ítem-Test para la lista de chequeo de resolución de problemas de estadística inferencial en la condición tradicional	61
7	Tabla de resumen de los coeficientes de confiabilidad para los instrumentos de medida de las condiciones experimentales causalidad, diseños y tradicional	62
8	Resultado de la asignación aleatoria de grupos y contenidos experimentales.	63
9	Secuencia de acciones en la sesión de evaluación de resolución de problemas de estadística inferencial aplicada a la psicología	64
10	Estadísticos y evaluación de normalidad para los tres grupos de comparación.	67
11	Evaluación de homogeneidad de varianza en el análisis de varianza de una vía entre contenidos experimentales.	68
12	Resumen del AVAR de una vía para la comparación de medias	68
13	Comparaciones posteriores entre las medias de las condiciones experimentales	69
14	Estadísticos descriptivos en la comparación de los promedios sobre el reconocimiento de variables en problemas inferenciales	70
15	Resumen del AVAR de una vía para la comparación de medias	71
16	Comparaciones porsteriores para las diferencias de medias de decisiones sobre la varaible en resolucipon de problemas inferenciales	71

Tabla		Pág.
17	Estadísticos descriptivos en la comparación de los promedios sobre las hipótesis y la selección de prueba estadística en problemas inferenciales	72
18	Resumen del AVAR de una vía para la comparación de medias sobre las hipótesis y selección de prueba en resolución de problemas inferenciales	72
19	Estadística descriptiva para la comparación de medias en la secuencia de ejecución de tareas de una prueba estadística en la resolución de problemas inferenciales	73
20	AVAR de una vía para la comparación de medias en la secuencia de ejecución de tareas de una prueba estadística en la resolución de problemas inferenciales	73
21	Comparaciones posteriores para las diferencias de medias de decisiones sobre la tareas de la prueba estadística en la resolución de problemas inferenciales	74
22	Estadística descriptiva para la comparación de medias en la secuencia de decisiones sobre los resultados de una prueba estadística en la resolución de problemas inferenciales	75
23	AVAR para la comparación de medias en la secuencia de decisiones sobre los resultados de una prueba estadística en la resolución de problemas inferenciales	75
24	Estadística post hoc para la comparación de medias en la secuencia de decisiones sobre los resultados de una prueba estadística en la resolución de problemas inferenciales	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Comparación de los valores observados con los valores teóricos esperados.	24
2	Calificaciones finales en el sistema propuesto por Gorina y Alonso, 2013.	37
3	Comparación de las medias de puntajes en la resolución de problemas de estadística inferencial.	67

RESUMEN

Para establecer si la inclusión de conceptos causalidad y de diseños de investigación incrementa el aprendizaje de la estadística inferencial, con un diseño cuasi experimental de tres grupos se compararon una condición de contenidos de causalidad, una contenidos de diseños de investigación y una de contenido tradicional (control). Participaron 156 alumnos de la asignatura estadística inferencial de la facultad de psicología de una universidad pública de Lima en 2017. Los *conceptos* fueron lecturas obligatorias evaluadas en grupos de trabajo. Para valorar los aprendizajes, se simuló situaciones de investigación, en la que la resolución del problema implicaba realizar 28 - 26 pasos de una *lista de chequeo del proceso de toma de decisión en una prueba de hipótesis en diseños de investigación*, ensayada para su uso. La media de la condición *Causalidad* fue 9.73, para la condición *Diseños de investigación* fue 8.82; para la condición *Tradicional* (control) fue 12.17. A pesar que el *AVAR* de una vía resultó significativo, $F(2, 155) = 3.869$, $p = .023$, los resultados no validan la hipótesis de trabajo, ya que se esperaba que las condiciones experimentales tuvieron promedios mayores. Los datos indican que los contenidos de causalidad y los de diseños de investigación no incrementan los aprendizajes de la estadística inferencial. Se comparan los efectos en cuatro segmentos de resolución de problemas. El contenido tradicional se mostró significativamente mayor en tres segmentos. Se discuten las posibles causas de lo resultante.

Palabras clave: Diseños de investigación, causalidad, resolución de problemas, aprendizaje estadística inferencial.

ABSTRACT

To establish whether the inclusion of the concepts of causality and design of research improve the learning of inferential statistics, with a quasi-experimental design of three groups were compared a condition of content of causality, a contents of research designs and a traditional content (control). 156 students of the inferential statistical subject of the psychology faculty of a public university in Lima in 2017, was participated. The concepts were obligatory readings evaluated in work groups. To assess the learning, research situations, in which the resolution of the problem involved 28 - 26 steps of a checklist of the decision-making process in a hypothesis test in research designs, tested for its use, was simulated. The average of the condition Causality was 9.73, for the condition Research designs was 8.82; for the Traditional condition (control) was 12.17. Although the one-way ANOVA was significant, $F(2, 155) = 3.869$, $p = .023$, the results do not validate the working hypothesis, since it was expected that the experimental conditions had higher averages. The data indicate that the contents of causality and those of research designs do not increase the learning of inferential statistics. The effects are compared in four problem solving segments. Traditional content was significantly higher in three segments. The possible causes of the result are discussed.

Keywords: Research design, causality, problem resolution, learning inferential statistics.

INTRODUCCIÓN

La aspiración de un docente es lograr aprendizajes correctos y que, de ser posible, nunca se olviden.

La experiencia de algunos años conduciendo dos cursos de estadística aplicada, me han permitido interactuar con los diferentes factores asociados al aprendizaje de la estadística aplicada a la psicología.

Los estudiantes de psicología no necesariamente poseen grandes competencias o habilidades matemáticas. Por otro lado, muchos de ellos piensan que la psicología es una actividad más vinculada con la especulación filosófica o individual. Por último, no es poco frecuente recibir alumnos egresados o por egresar que tienen interrogantes sobre estadística que aprendieron en su momento y que aparentemente han olvidado.

Como respuesta a estas debilidades, malos entendidos y solicitudes de auxilio, mi actuación docente se ha moldeado poco a poco para, mediante modificaciones en la estructura de contenidos y prácticas, aspirar al logro de mejores aprendizajes, entendiendo “mejores aprendizajes” como aprendizajes cualitativamente correctos y temporalmente duraderos.

Una de las adaptaciones iniciales fue la de llevar el curso a un nivel de trabajo matemático que se centrara más en los aspectos aplicativos que en las demostraciones teóricas de fórmulas y o teorías. De esta manera las reacciones ansiosas o fóbicas de los alumnos se reducen a niveles manejables por ellos mismos. La inclusión de calculadoras, primero; y de software estadístico, después,

ha aliviado notablemente el tedio de trabajar fórmulas que en algunos casos son enmarañadas y realmente agotadoras.

Sin embargo, estos cambios no parecen incrementar la idea de los aprendizajes “correctos” y “duraderos”. La percepción de que la comprensión de la aplicación de la estadística para la totalidad de los estudiantes se produzca de esa forma, sigue siendo una aspiración algo lejana.

Por eso, se debe continuar investigando los factores que podrían incrementar los objetivos deseados. Los factores hasta ahora probados son factores “externos” en el sentido que son herramientas que deben usarse cuando algo se ha comprendido completamente. Es probable que entre los factores que permitan una mejor comprensión de la estadística se encuentren algunos conceptos previos. Es conocido que el aprendizaje de algunos conceptos se incrementa cuando se dominan algunos conceptos previos o habilitadores (Davis, Alexander, & Yelon, 1990).

Dos de los conceptos que podrían ser habilitadores, de entre otros que posiblemente los sean, son los de *causalidad* y los de *diseños de investigación*. Ambos conceptos tarde o temprano se desarrollan y aprenden en la formación del psicólogo. Sin embargo esto podría ser posterior al aprendizaje de la estadística, por lo cual no está garantizada la vinculación entre estos y la correspondiente comprensión global.

¿En qué puede ayudar conocer el concepto de causalidad? La estadística es un conjunto de herramientas que ayudan a evaluar cuanto de azar puede tener un evento, o por el contrario cuanto de causa tiene un evento. ¿Se puede evaluar la causa o la suerte de los eventos sin entender qué es la causa y la suerte?

La estadística enseña a evaluar la causalidad en las diferencias de medias ($\mu_1 - \mu_2$), diferencias de varianzas ($\sigma^2_1 - \sigma^2_2$) o en las diferencias de proporciones ($p_0 - p_1$). Pero, cuidado, la estadística indica que se forman distribuciones especiales para cada caso, que puede graficarse como una curva de distribución normal o una curva que se aproxima a la normal, como una distribución t, distribución F o distribución X^2 . Esto es una muestra sencilla del mundo conceptual en el que el estudiante debe contrastarse.

¿Resultará significativo, en un sentido fáctico, para los estudiantes aprender concepto tras concepto, sin anclar en los hechos, en algún momento?, o más bien, ¿será mejor empezar el aprendizaje conceptual desde un terreno en el que se aplican todas las diferencias de medias varianzas o proporciones? Esto es un problema de contenido y secuencia (Davis, Alexander, & Yelon, 1990)

Los diseños de investigación se encuentran en el área de conocimientos en el que se unen los conceptos de causalidad y los conceptos de diferencias entre estadísticos o parámetros.

Los conceptos de *causalidad* se revisan en los cursos de lógica, filosofía de ciencia y en los de diseños de investigación. En los cursos de *diseños de investigación* los conceptos y aplicaciones estadísticas son fundamentales. Es de esperar que los conceptos que aporta la estadística, ayuden a aprender los de diseños de investigación ya que casi siempre son cursos precedentes y prerrequisitos.

¿La inclusión de los conceptos sobre causalidad y de diseños experimentales más usados en la investigación en psicología, mejorará el

aprendizaje de la estadística? ¿Se puede comprobar este aprendizaje en la resolución de problemas de estadística inferencial?

La investigación se justifica en la necesidad de seguir mejorando las condiciones que permiten el éxito del aprendizaje en la formación del psicólogo, en este caso en la aplicación de la estadística.

La presente investigación se organiza en cinco capítulos: En el Capítulo I, comprende el marco teórico; se muestra los esfuerzos de profesionales de diferentes áreas, y en especial de la psicología, sobre las variables o factores manejados para mejorar la enseñanza de la estadística. Este capítulo concluye con el planteamiento formal del problema de investigación y el objetivo perseguido. En el Capítulo II, se presentan la hipótesis y las variables de diseño. En el Capítulo III, del diseño metodológico, se describen el diseño de investigación, los participantes, los instrumentos usados, el procedimiento seguido y el análisis de datos. En el Capítulo IV se muestran los resultados, mientras en el Capítulo V se discute sobre los resultados, incluyendo las limitaciones del estudio y, finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

Es un hecho que la estadística es una herramienta importante para todas las ciencias, tanto en las investigaciones a nivel básico como a nivel aplicado. La necesidad de cuantificar, aún en las ciencias del comportamiento en las que el objeto a veces escapa a la medición, ha obligado a todas las instituciones de formación (universidades, institutos superiores, etc.) a incorporar una buena proporción de horas de enseñanza aprendizaje en cursos de estadística básica, estadística inferencial, diseños de investigación, medición u otros en los que los conceptos y procedimientos estadísticos son un soporte importante.

En el caso de la formación en Psicología, una proporción importante de competencias relacionadas a la investigación (Medina, 2011) posee como competencias habilitadoras procedimientos estadísticos. Desde la comprensión de un reporte de investigación, pasando por el planeamiento y la ejecución de un proyecto de investigación hasta llegar a la elaboración del reporte de investigación pertinente, se deberá poner en acción competencias relacionadas a estadística aplicada.

Un currículo de formación de psicólogos suele proveer por lo regular dos semestres de estadística. Estos semestres pueden dividirse en estadística descriptiva y estadística inferencial o como estadística aplicada I y II respectivamente. Cada curso tiene un peso de entre 3 y 4 créditos, lo cual equivale a decir que el alumno trabajará alrededor de dos a tres horas recursos teóricos y dos horas de práctica.

Algunas asignaturas posteriores necesitan conceptos y procedimientos estadísticos. Por ejemplo, los cursos relacionados a la Psicometría o Teoría de la medición en psicología elaboran sus conceptos centrales sobre la base de estadística aplicada a la medición de atributos psicológicos. En asignaturas de esta naturaleza lo más probable es que el currículo provea uno o dos semestres con igual número de créditos. Por último, las asignaturas de diseños de investigación y las de seminarios de tesis son algunos en los cuales las competencias estadísticas se ejecutarán inevitablemente.

Es clara la importancia de la estadística en la formación de las competencias de investigación en los psicólogos. La preparación del estudiante debe permitir resolver problemas de diversa complejidad con corrección metodológica (Medina, 2011). Y por esta razón, cualquier esfuerzo o mecanismo que incremente el aprendizaje y la aplicación de la estadística en los alumnos, una vez probado, merece ser aplicado.

Los beneficios de aprender estadística podrían ir más allá de los límites de una formación profesional. Gorina y Alonso (2014), opinan que incrementa el desarrollo personal, al fomentar el razonamiento crítico y la valoración de la evidencia. Más allá de la formación, Díaz, Aguayo & Cortés (2014) sostienen que es un derecho ciudadano recibir formación estadística, ya que esta permite valorar la vida cotidiana en múltiples aspectos.

Entre los posibles mecanismos o esfuerzos para mejorar el aprendizaje, podría intentarse más horas de clase teóricas o más horas de práctica; prácticas más estructuradas o con guías más detalladas, también la inclusión de herramientas electrónicas como calculadoras o software y computadoras. Pero

debemos considerar las herramientas del conocimiento que podrían incrementar la comprensión, la aplicación correcta, el aprendizaje en general de la estadística.

Robson (1980, pág. 212) apuntaba que “la enseñanza de la estadística a los alumnos de psicología probablemente es el campo donde ocurren más fracasos y frustraciones en la mayoría de facultades de psicología”. Cualquier actor del proceso de enseñanza aprendizaje podrá suscribir estas palabras con total adhesión. Para un estudiante promedio de psicología las disciplinas fuertemente matemáticas representan retos muy frustrantes; aunque siempre es probable que aparezcan estudiantes con alta competencia matemática, estos representan generalmente a una minoría.

La dificultad de aprender estadística puede pasar por un tema de actitud positiva o gusto por la asignatura, pero hay dos resultados que preocupan a un profesor: a) que no comprendan la estadística, especialmente la inferencial y b) que no discriminen las aplicaciones de la estadística, es decir, para qué, cuándo y qué usar.

La enseñanza se ha democratizado por la tecnología, al mejor conocimiento de los procesos de las pruebas estadísticas. El desarrollo de los programas de cómputo, ya sea de escritorio o de internet, permite que los estudiantes con buena lógica (aunque no con competencias matemáticas) procesen complicadas operaciones en muy corto tiempo. Las investigaciones al respecto aún no son concluyentes (Cuétera, Salcedo, & Díaz, 2016).

1.1 Antecedentes de la investigación

1.1.1 Crítica a los objetivos de enseñanza y tendencias de la enseñanza de la estadística

Los objetivos que se persiguen en la enseñanza de la estadística ¿son los correctos? Los resultados obtenidos hasta hoy, no parecen ser satisfactorios (Gorina & Alonso, 2014). Bejar y Grima (2004) se preguntan cuáles podrían ser unas expectativas razonables para el aprendizaje de la estadística de un estudiante. Debemos esperar que todo se aprenda en un año o podríamos plantear objetivos de corto y de largo plazo. las preguntas más relevantes de Bejar y Grima se relacionan a lo que llaman pensamiento estadístico. ¿Estamos formando pensamiento estadístico? ¿Qué es el “pensamiento estadístico”? Todos los recursos debieran alinearse al objetivo de formar pensamiento estadístico en los futuros profesionales.

Gal (2002) criticó la poca conexión entre los contenidos conceptuales y las situaciones de vida de los alumnos, debido en parte a la selección de problemas generales y sin nexos significativos con el entorno del alumno. Montenegro y Tarrés (2004) recomiendan la formación mediante actividades donde la fuente de información sea motivadora y manejable, que implique participación activa del alumno a modo de involucrarlo en el proceso de aprendizaje y así "descubra" los conceptos al resolver problemas del mundo real."

Cantú Martínez y Gómez Guzmán (2003) sostienen, por su parte, que el conocimiento de los métodos estadísticos encuentra un escenario significativo en la práctica de la investigación ya que es allí donde es necesario para interpretar correcta y críticamente los resultados obtenidos.

Es decir, ya no es viable una asignatura de estadística basada en cálculos y desarrollo de fórmulas. Es necesario desarrollar “*Pensamiento Estadístico* definido como el proceso de pensamiento que permite identificar, caracterizar, cuantificar y controlar la variación que está presente en el mundo actual (Montenegro y Tarrés, 2001).”

Gal (2002) coincide en que el *pensamiento estadístico* implica la comprensión del por qué y de cómo se realizan las investigaciones estadísticas. Esto incluye reconocer y comprender el proceso investigativo completo (desde la pregunta de investigación a la recolección de datos, así como la selección de la técnica para analizarlos, probar los supuestos, etc.), entendiendo los modelos aleatorios y utilizar el contexto de un problema para emitir conclusiones.

Igualmente, Gallese (2000) sugieren trabajar con datos reales y la realización de proyectos, donde los alumnos asumen roles de investigadores que los lleva a considerar todos los aspectos del tema: recolectar datos, analizarlos; es decir, a poner en práctica el denominado *pensamiento estadístico*, el cual empieza en la recolección y el análisis de datos. Recoger datos promueve el aprendizaje por la experiencia y vincula el proceso de aprendizaje a la realidad.

Gal (2002) pide el desarrollo de una *cultura estadística* en adultos, afirmando que requiere más que el conocimiento formal de la estadística. Los elementos deberían estar a la disposición de estudiantes que se gradúan, de manera que puedan entender, interpretar, evaluar críticamente y reaccionar a los elementos estadísticos encontrados en las lecturas.

Por otro lado, Batanero informó que en el International Association for Statistical Education (IASE) se puso de manifiesto que la estadística se usa incorrectamente en la formación de investigadores (Batanero, 2002), que no se comprenden conceptos aparentemente elementales. Que los profesores universitarios se ven impelidos a suprimir actividades prácticas, a acelerar explicaciones y que sólo se estaría consiguiendo aprendizajes memorísticos que seguramente serán olvidados una vez profesionales. Para agravar la situación, la masificación de los cursos y la falta de recursos para mejores laboratorios y más profesores, suele terminar en alumnos desmotivados y con la estadística como una asignatura muy impopular. Batanero reclamaba la incorporación rápida de las TICs, lo cual llevaría a una renovación de contenidos y metodologías de enseñanza, nuevos objetivos y nuevas prácticas. Propone abordajes desde múltiples perspectivas: "...desarrollo de instrumentos de evaluación, identificación de las concepciones iniciales y errores de los estudiantes, estudios culturales cruzados, formación de los profesores, desarrollo y evaluación de recursos didácticos, evaluación de la enseñanza.

En el Perú, Burga (2010) comprendiendo que los alumnos se aburrían mucho con fórmulas y operaciones matemáticas, intentó establecer una jerarquía de objetivos de aprendizaje que considerara los intereses de los alumnos. 146 alumnos de tercer al quinto ciclo de los cursos de estadística I y II, respondieron un instrumento que consistió en comparar pares de objetivos. De las comparaciones resultó una jerarquía de objetivos en orden de importancia:

1. Aprender a interpretar resultados estadísticos.
2. Aprender cuándo aplicar qué método estadístico.

3. Captar la lógica de la estadística.
4. Dominar el vocabulario estadístico.
5. Adquirir habilidades en el cálculo estadístico.
6. Comprender la matemática en que se fundamenta la estadística.

Los alumnos consideran importante el comprender los significados de los resultados estadísticos. Comprender la matemática parece lo menos importante. Burga (2010) considera que “los cursos se adaptarán mejor a los requerimientos y percepciones de los propios estudiantes, lo cual puede impactar de forma positiva en la actitud y rendimiento de los alumnos de esos cursos”(p. 121).

Reconociendo que es necesario incorporar la estadística en todos los niveles educativos, Ponteville en 2014, propone tres niveles de resultados: 1) comprender básicamente las probabilidades y estadística, 2) comprender cómo se insertan los anteriores en un ambiente social, y 3) mostrarse crítico en las situaciones de aplicación. Para los campos profesionales Ponteville reconoce que:

las profesiones exigen cada vez más poseer conocimientos básicos ya que la estadística interviene en el estudio de fenómenos complejos, en los cuales es fundamental reconocer las variables involucradas, obtener información de las mismas, interpretarlas y analizarlas. Este proceso deberá estar acompañado del desarrollo del razonamiento crítico fundamentado en la valoración de evidencia objetiva que permita resolver problemas de decisión y efectuar predicciones (pp. 519-520).

En una crítica más puntual, Ponteville (2014) muestra los errores en la enseñanza de la prueba de hipótesis a partir de dos tendencias predominantes:

primero, como modelos matemáticos sin anclaje social, o como la aplicación de algoritmos mecánicos o estereotipados.

En 2011, Medina, señala que es “necesaria la incorporación de métodos de enseñanza activos, problémicos” (p. 138) que propicien la reflexión estadística. Estos, si bien tiene sus ventajas, también aportan problemas, ya que requiere mayor tiempo del estudiante, y del profesor, no solo mayor tiempo, sino, más dedicación y creatividad en la planificación de la asignatura. Además enfatiza que el pensamiento estadístico no es sólo saber procedimientos, sino, la integración una conducta crítica, investigadora; complementada por un comportamiento responsable, honesto, ético, al obtener, recopilar, analizar datos y tomar decisiones basadas en su comportamiento.

Medina (2011) termina su crítica al proceso tradicional de enseñanza señalando sus carencias:

- 1) La estructura de los ejercicios y problemas propuestos en los libros de texto no resulta adecuada debido a que su formulación no permite aplicar la secuencia de procedimientos lógicos asociados al pensamiento estadístico.
- 2) No se explotan las enormes posibilidades que brindan los medios informáticos en la enseñanza y el aprendizaje de contenidos estadísticos específicos.
- 3) Ha prevalecido, en la enseñanza de la asignatura, la pedagogía tradicional

Con las limitaciones señaladas, el estudiante resultante será seriamente afectado y resultara con las siguientes limitaciones:

- 1) Uso incorrecto o inadecuado del lenguaje estadístico.
- 2) Pobre interpretación de la información reflejada en tablas y figuras.
- 3) Inadecuada descripción del comportamiento de los fenómenos estudiados.
- 4) Toma de decisiones basadas en inferencias incorrectas o no confiables (p. 145).

1.1.2 Enseñanza enfocada en conceptos relevantes de la estadística

Si bien los conceptos de estadística son un sistema que necesariamente debe entenderse, una salida metodológica aceptable en la enseñanza, es reducir nuestro enfoque de investigación hacia variables que podamos manejar adecuadamente. El centrarse en la enseñanza de algunos conceptos es una de las formas como los investigadores aportan a la problemática. Algunas de las investigaciones han investigado la comprensión de las distribuciones muestrales y la distribución normal.

En un aula de estadística para estudiantes de ingeniería, Retamal, Alvarado y Rebolledo (2007) enseñaron el concepto de *distribuciones muestrales*. Ayudándose con el programa @risk para simulaciones en computadora, lograron evaluar los errores o dificultades que tuvieron los alumnos, en la comprensión y simulación del concepto. Retamal et al. (2007) proponen simulaciones para muestras grandes y pequeñas, primero intuitivamente, usando el computador; para posteriormente arribar a la forma algebraica según la naturaleza de las variables aleatorias.

En un curso introductorio de estadística para estudiantes de ciencias humanas y sociales, Tauber, Sánchez y Batanero (2004) enseñaron el concepto de

la *distribución normal* usando computador. Se plantearon como objetivo analizar los avances, dificultades y errores de los alumnos en la experiencia y, a posteriori, aportar información válida sobre la enseñanza aprendizaje de la estadística asistida con computadores.

En la enseñanza de una distribución de probabilidades muy poco usada en psicología, Ledesma, (2009) enseña el proceso de Poisson usando el tráfico de automóviles particulares que pasan por un punto fijo de la autopista La Plata-Buenos Aires. Ledesma esperaba que el trabajo con datos reales cree en el alumno el hábito del tratamiento estadístico de datos numéricos y además que desarrollara la habilidad necesaria para el ajuste de modelos teóricos a datos experimentales. Durante tres días laborales se registraron tres horas y los datos obtenidos se sometieron a los siguientes pasos: i) Establecer el modelo supuesto para el tráfico de vehículos, ii) Presentar los datos experimentales y compararlos con los valores teóricos correspondientes, y iii) realizar el ajuste estadístico del modelo teórico. Los resultados luego del ajuste teórico y la evaluación de hipótesis se muestran en la figura 1.

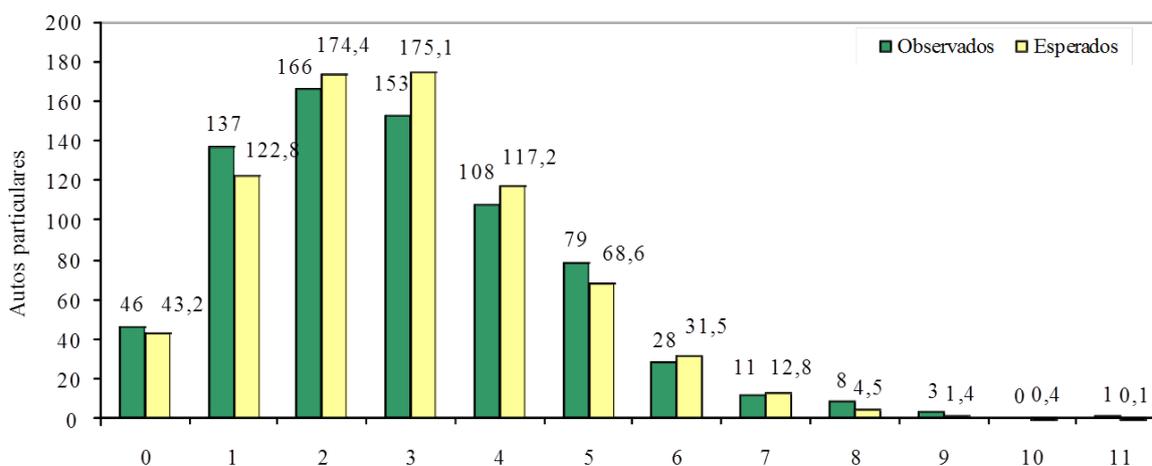


Figura 1. Comparación de los valores observados con los valores teóricos esperados.

Se prueba así que mediante datos muestrales es posible determinar que el tráfico de automóviles, en este caso por un punto determinado de una autopista, es un Proceso de Poisson. Además, se observó interés en el tema y en la manera de enfocarlo, como asimismo buena predisposición para trabajar en grupos.

1.1.3 Uso de software, computadores, internet en la enseñanza de la estadística

En la era de las TICs, sería una lástima de hacer uso ineficiente de estas, en especial en la enseñanza en general. Las investigaciones referenciadas en el acápite anterior bien podían ser incluidas también en esta sección, ya que, en ellas, se ha hecho uso de computadoras en simulaciones o en la enseñanza de conceptos. Cuétera, Salcedo, y Díaz (2016) indican que una “gama considerable de medios y métodos, libros electrónicos, sitios web, tutoriales, glosarios, entornos colaborativos”(p. 130) le dan una gran versatilidad a la enseñanza de la estadística. En esta sección se hará referencia a investigaciones en las que el protagonista es el computador y/o internet.

Para saber si los recursos de internet eran usados eficientemente por alumnos de educación superior a distancia, Salcedo (2008) encuestó a una muestra no aleatoria sobre cómo usaban los recursos. Clasificando respuestas abiertas y cerradas encontraron que, si bien los estudiantes apoyan sus estudios con internet, *no utilizan con frecuencia cursos de Estadística a distancia*. Al parecer, una gran proporción de estudiantes desconoce los recursos que se encuentran en internet, lo cual podría deberse a la falta de formación.

Los recursos en internet, se muestran cada vez más y de mejor calidad. No es raro encontrar páginas webs de alguna gran universidad del mundo dedicadas

a los contenidos de conceptos estadísticos, o a disponer de calculadoras para cálculos de estadística descriptiva e inferencial. En la ciudad de Córdoba, Argentina, Gonzales, Casini y Padro (s/f) describieron un método b-learning en un curso de estadística en la que se dispuso TICs como soporte a actividades de aplicación, la internet como soporte docente /enseñanza virtual, pero también como complemento docente. En esta propuesta, se evaluaron, además, el número de alumnos, el equipamiento informático y las carreras de universidades públicas y privadas. Al final, proponen una metodología flexible, apropiada a diferentes espacios de enseñanza

En la misma línea de pensamiento, en la que las TICs influyen sustancialmente en la calidad de la formación, Montero, Roldán & Marmolejo (2009), intentan explicar los cambios en la manera de enseñar y los cambios en la forma de aprender estadística bajo entornos virtuales, o más bien enriquecidos por medio de las tecnologías de la información.

Las páginas con servicios para la formación o la práctica estadística se incrementaron con dos propuestas interesantes. Gil (1984) reporta una web para uso escolar de propiedad del gobierno de Canarias, en la que se puede encontrar aplicaciones interactivas, bases de datos de ejemplo y actividades para trabajar en el aula diversos niveles de competencias estadísticas. También se incluyen cuestionarios que evalúan conocimientos sobre conceptos estadísticos y algunos enlaces importantes.

Un aporte de particular interés para los psicólogos la reportan Ledesma, Valero-Mora y Molina (2010): un software para la enseñanza de la estadística y la psicometría. "The Visual Statistics System", ViSta, es una interesante alternativa a

los conocidos software ya que, siguiendo a los autores, “a) acceso libre: es un programa gratuito y disponible on-line; b) flexibilidad: es un sistema abierto, extensible y adaptable a diferentes usuarios y necesidades; c) simplicidad de la interfaz: posee una interfaz gráfica de usuario simple e intuitiva que facilita la gestión, transformación y análisis de datos; y d) capacidad gráfica: implementa métodos de visualización que permiten realizar demostraciones de conceptos y técnicas de análisis. Pero llama la atención la orientación de los desarrolladores a la enseñanza de la Psicometría Clásica, lo cual lo convierte en un instrumento de potencial uso por estudiantes y profesores de psicometría.

Pero, todo el potencial de los softwares estadísticos no estaría bien usado ya que:

no se han realizado evaluaciones en el laboratorio de computación para determinar el nivel de habilidades y destrezas del estudiante en el uso de programas de cómputo estadístico para el procesamiento de datos, a pesar de constituir ello un modo de actuación profesional (Medina, 2011 p. 139)

En 2013, Cañadas y Carvalho enseñaron conceptos y procedimientos sobre tablas de contingencia y la prueba Chi cuadrado. Diseñaron materiales para la enseñanza presencial y virtual en 93 estudiantes de segundo semestre de psicología. El contenido se organizó en cuatro bloques y se programaron cinco hojas de calculo MS Excel que cubrían frecuencias, figuras, Chi cuadrado, tablas de 2 x 2 y más de 2 x 2. Los resultados generales indican que el aprendizaje fueron buenos, ya se la media final fue de 23.2, sobre una media teórica de 20.5. Más interesante aún, es el analisis de los niveles de dificultad de ciertos contenidos. Contenidos de baja dificultad resultaron los grados de libertad, la diferencia entre

causalidad y asociación, la fórmula para calcular las frecuencias esperadas y la interpretación del valor p . Con mediana dificultad aparecen los siguientes conceptos: decidir si un resultado es significativo, las reglas de aplicación de Chi cuadrado, la diferencia entre aleatoriedad y la dependencia, los usos de los grados de libertad y el grado de asociación por el valor de p . Los temas de alta dificultad fueron “interpretar y relacionar el estadístico y el valor p , la posible igualdad de frecuencias esperadas en caso de asociación” (p. 17) y la igualdad de frecuencias relativas condicionales con las marginales. El material informático fue *colgado* en una página web.

El desarrollo de la tecnología permite contar con una cantidad formidable de herramientas para el aprendizaje de la estadística a cualquier hora del día y a disposición del número de veces que un estudiante desee. Una primera línea la encontramos en los videos de Youtube, en los que podemos encontrar clases teóricas y de procedimientos para cualquier tipo de estadística. Las opciones del Youtube se suman a las páginas web de primera generación en las cuales la interacción era imposible. Universidades de diferentes partes del mundo disponen de páginas webs en las que es posible correr algunas estadísticas descriptiva o inferenciales.

Mucho más ambicioso es el esfuerzo de algunas organizaciones para alcanzar a todo el que lo requiera software completamente libre. Estos son una respuesta a los paquetes estadístico, reconocidos pero comerciales, de muy alto costo (IBM SPSS, Minitab, EQS,). El software libre se va extendiendo por la obvia ventaja del cero costo.

Un software con aplicaciones estadísticas, especialmente probabilísticas, es el Geogebra (Geogebra.org, s.f.). En él se pueden graficar las diferentes distribuciones de probabilidad y probar hipótesis de pruebas estadísticas básicas (z , t , F). Aunque para usarlo más frecuente de las investigaciones resulta muy básico, podría ser una buena herramienta para enseñar especialmente la distribución normal y los problemas bajo la curva (Inzunza, 2014).

Otro software que es necesario describir, por lo menos someramente, es R. Al respecto, Narayanachar, Ramaiah, & Manjunath (2016), señalan que

The R Statistical Software, developed and maintained by the R Core Team, may be considered as a powerful tool for the statistical community. The software being a Free Open Source Software is simply icing on the cake.

...The most important reason for the choice of R is that it is an open source software (p. 3).

Un software libre que ha recibido aportes de la comunidad mundial. Narayanachar et al. presentan una obra que muestra la amplitud de la estadística que se logra con R.

Jamovi es otro de los softwares estadísticos que posibilita el acceso a una amplia biblioteca de pruebas y tratamientos estadísticos desde sencillos hasta sofisticados. El interesado puede descargar sin costo desde la siguiente dirección URL: <https://www.jamovi.org/>. Es un software libre y abierto que combina la facilidad de uso con la potencia de R. Desarrollado por Jonathon Love, Damian Dropmann y Ravi Selker Jamovi, permite editar datos; “análisis descriptivos, de fiabilidad, pruebas t, ANOVA, correlación, tablas de contingencia, entre otras”; usa sintaxis de

R para los análisis; y, finalmente, facilita a los programadores de R desarrollar y publicar sus propios análisis dentro de Jamovi (Alejandro, 2017).

G*Power es un software estadístico con objetivo diferente. G*Power no es un software para el cálculo de pruebas estadísticas. Es más bien una herramienta para el proceso de planear una investigación, o es una herramienta que complementa los cálculos de otros softwares. En primer lugar y en términos muy prácticos, G*Power sirve para calcular eficientemente, el tamaño de muestra que garantice un tamaño del efecto y una potencia de la prueba que permitirán comparar los resultados en términos más objetivos. En segundo lugar, si no hubo un cálculo previo, el software nos permite conocer el tamaño del efecto y la potencia de la prueba en los resultados obtenidos y con el tamaño de muestra observado.

Howell (2010) presenta G*Power como una buena forma de simplificar cálculos y con algunos problemas conceptuales. Faul, Erdfelder, Lang, & Buchner (2007), indican que el G*Power fue diseñado como un programa de análisis general de potencia, independiente de las pruebas estadísticas utilizadas en la investigación social y conductual. Puede ejecutarse en Windows y Mac OS X. Incluye análisis de poder para diferentes familias de pruebas. G*Power es un software libre.

Si bien Jamovi, R y G*Power no son softwares de enseñanza de la estadística, propiamente dicha, de los principios y procesos involucrados; puede representar contenidos y competencias que enseñar. Estos programas son una increíble ayuda a los estudiantes y científicos de las ciencias del comportamiento

1.1.4 Investigaciones sobre las metodologías usadas en la enseñanza de la estadística

La sola inclusión de una computadora o la simple conexión a internet, no hace desaparecer los problemas de enseñanza de la estadística. Estos dos son sólo componentes de un sistema algo más complicado. La enseñanza de la estadística va más allá de la sola enseñanza del concepto o de la práctica de una fórmula.

Los métodos para enseñar estadística son importantes. En esa línea de consideraciones, López, Lagunes y Herrera (s/f) reportan un modelo educativo en estudiantes de administración en el que “el profesor es un organizador de experiencias de aprendizaje significativo, debe planear los programas en base a actividades que lleven al estudiante a recorrer él mismo el camino del conocimiento”. Esto significa que los profesores presentan contenidos seleccionados los que aplican en un proyecto de investigación que termina en una publicación. La publicación hace necesario el análisis de datos y la metodología estadística.

Usando entrevistas semi estructuradas, cuestionarios, observaciones de clases, entre otros, en estudiantes de administración de empresas, psicología e ingeniería industrial, Charría, Marín y Soto (2005) encontraron que no existe un modelo pedagógico único, sino que, la práctica de los profesores está mediada por las políticas institucionales y el estilo del profesor. En la práctica, los profesores mostraban marcados elementos tradicionales transmisionistas y en menor frecuencia modelos de auto estructuración.

Carrizales & Silva (2005) propone un aprendizaje teórico-práctico de la estadística basado en que los estudiantes realizan proyectos de investigación enfocados en la solución de situaciones reales, vinculadas a la(s) problemática(s) y necesidades de la comunidad. La hipótesis de trabajo era que el éxito de Aprendizaje por proyectos (ApP) y Tecnologías de la información y Comunicación (TIC) dependía de dos factores: 1) hacer que estudiantes y docentes se involucren en actividades reales (relevancia y evaluabilidad), y 2) construir nuevo conocimiento en base al ya poseído, mediante un proceso que incluye: a) aprender trabajando en equipo (“aprender haciendo”), y b) hacer coparticipe al estudiante en la selección de contenidos y estilos de aprendizaje.

Para Carrizales & Silva (2005) “el ApP ... una herramienta de enseñanza más compleja y exigente que la clase magistral tradicional, y por tanto requiere cambios importantes en el manejo de la clase.”

Carrizales & Silva (2005) indican que algunas de las características del trabajo con ApP son las siguientes:

1. Los estudiantes seleccionan temas de los proyectos a realizar (intereses y habilidades), es decir, se partía de las necesidades de los estudiantes,
2. Organización independiente entre profesores y estudiantes del proceso de aprendizaje y enseñanza,
3. Basada en la interdisciplinariedad y orientado hacia la producción, no solo del conocimiento sino a la producción de “cosas” útiles para el mismo aprendizaje y para los participantes,

4. Los proyectos deben ser socialmente relevantes y significativos para todos, puesto que se comparten intereses comunes y necesidades subjetivas y objetivas con las comunidades,
5. Requiere de trabajo de grupo, ya que ellos reúnen un conjunto muy importantes ventajas en comparación con otras formas de “aprendizaje y enseñanza.

El ApP ayuda a los estudiantes a: (1) adquirir conocimientos y habilidades básicas, (2) aprender a resolver problemas complicados y (3) llevar a cabo tareas difíciles utilizando estos conocimientos y habilidades.

Además de los objetivos obvios relacionados con el área (estadística y sus tópicos), un Proyecto de clase apoyado en las TIC, mejoraría diferentes aspectos de importancia para los estudiantes

- 1) Mejora habilidades para resolver problemas y desarrollar tareas complejas.
- 2) Mejora capacidades de trabajo en equipo.
- 3) Aumenta sus capacidades mentales de orden superior [sic]: (análisis, síntesis, conceptualización, investigación, manejo de información, pensamiento sistemático y crítico y meta cognoscitiva)
- 4) Aumenta su conocimiento y habilidad en el uso de las TIC en un ambiente de proyecto.
- 5) Asume mayor responsabilidad por su propio aprendizaje.
- 6) Accede a todo tipo de información, proceso de datos de manera rápida y fiable.
- 7) Difunde información y contacta cualquier persona o institución.”

En lo que parece un contrasentido, no se cuantifican los resultados. Sólo se enuncian logros cualitativos, de los cuales se muestra el párrafo siguiente:

Además de todos los logros de esta aplicación el estudiante obtendrá: conocimientos multidisciplinarios e integrales, con sentido de pertinencia; aportando soluciones dentro de su comunidad, responsabilidad social; siendo ellos entes internos que aportan soluciones. Apropiamiento de la tecnología; viéndola como un instrumento o recurso que permite minimizar tiempo y espacio. Cooperativismo; contribuyendo al trabajo en equipo o colectivo en la búsqueda de soluciones. Compromiso; asumiendo retos y obligaciones que permitan alcanzar las metas (párr. 27).

Un aspecto importante y complementario de la enseñanza con proyectos lo muestran Díaz, Aguayo & Cortés (2014), quienes presentan las interpretaciones de las acciones de una asignatura de estadística, Abp y las teorías psicológicas del aprendizaje. Opinan que con los proyectos se aprenden contenidos y habilidades complementarias, como la comprensión conceptual, los procedimientos, la resolución de problemas; el razonamiento matemático, además de la actitud y habilidades de comunicación.

Díaz et al. (2014) relacionan las posibilidades de los proyectos con la teoría del aprendizaje social, con la teoría Psicogenética de Piaget y con el aprendizaje socio cultural de Vigotsky. Sobre la premisa de Bandura, indican que los profesores y los alumnos con experiencia son modelos de los cuáles se aprende diferentes niveles de competencias. Interpretando la situación a partir de la teoría de Piaget, los proyectos porveen de experiencias e interacción que favorecen el desarrollo del pensamiento, además de la “la cooperación, colaboración y en intercambio de

puntos de vistas, entre los estudiantes” (p. 21). Desde la optica de Vigotsky, resaltan la participación activa de estudiantes, las situaciones significativas y colaborativas para promover la exploración, la investigación y la resolución de problemas.

Por último, Díaz et al. (2014) aluden al aprendizaje por descubrimiento de Bruner, de quien interpretan que las actividades significativas deben extraerse de los aspectos sociales, familiares y culturales de los estudiantes. Estas podrían fomentar capacidades para el manejo y uso de la información. Algo similar interpretan a partir de Ausubel y el aprendizaje significativo. El relacionar, en participación activa, los contenidos con la realidad y la experiencia del estudiante, es una buena forma de motivar al aprendizaje.

Montenegro & Tarrés (2004) señalan la importancia y la dificultad de enseñar estadística, especialmente a estudiantes frecuentemente desmotivados y con pocos conocimientos matemáticos pero, las dificultades no parten únicamente de los alumnos.

Montenegro y Tarrés (2006) adoptan un marco de aprendizaje constructivista que se caracteriza por la *resolución de problemas* y el *trabajo colaborativo*, manteniendo una estructura de contenidos reducidos a las necesidades básicas para estudiantes de una carrera de medicina, propone una metodología basada en Seminarios, encuentros de aplicación; ejercitación, consultas, y, encuentro final integrador.

Los resultados los enuncian de una forma más cualitativa, lo cual resulta paradójico, ya que se trata de un curso que enseña a cuantificar variables. Los

autores usan expresiones como “los alumnos mostraron un compromiso real con la tarea” (Montenegro & Tarrés, 2004 p. 7). También indican que:

Todos participaron activamente en la construcción y análisis de los datos y se interesaron profundamente en la interpretación de los resultados. A partir de ellos, fueron capaces de plantear nuevos interrogantes que dieran lugar a futuras hipótesis a ser contrastadas. (p. 7)

Por último, indican que la calificación promedio de los estudiantes en la resolución de las guías superó los 75 /100 puntos.

Medina, (2011) presenta una secuencia de trabajo amplio para planificar una asignatura de estadística en la que hizo un rediseño del contenido de la asignatura, la elaboración de un software didáctico; la elaboración de problemas para cada tema de la asignatura y, finalmente, una guía de estudio. En la tabla 1 se relacionan las habilidades estadísticas con las operaciones lógicas en la reestructuración de una asignatura de estadística para estudiantes universitarios.

Tabla 1

Estructura de las habilidades lógico-estadísticas propuestas por Medina (2011)

Acción	Operaciones
1. Análisis conceptual estadístico	Identificar propiedades del concepto Relacionar propiedades entre conceptos Interpretar conceptos
2. Interpretación del problema estadístico	Caracterizar el problema Analizar variantes Obtener y/o procesar datos
3. Interpretación del resultado estadístico	Explicar las relaciones entre las variables estudiadas Tomar decisiones prácticas

Con el objetivo de validar un sistema didáctico formativo del pensamiento estadístico en universitarios, Gorina & Alonso, en 2014; elaboran una experiencia basada en conceptos epistemológicos y psicológicos, los contenidos según objetivos a corto, mediano y largo plazo, los métodos y tecnologías de enseñanza; sin descuidar la motivación de los estudiantes, las necesidades profesionales y errores más frecuentes en la aplicación. Establecen las diferencias entre *cultura estadística*, *razonamiento estadístico* y *pensamiento estadístico*. Luego de un diagnóstico (entrevistas, selección de trabajos, evaluación de indicadores), elaboraron un sistema didáctico con base “sistémico-estructural-funcional” (p. 45). Para verificar la factibilidad y la pertinencia consultaron a 21 expertos y lo probaron en estudiantes de contabilidad, estadística y econometría. El resultado final, la evaluación de la pertinencia aprendizajes fueron *favorables* y *muy favorables*, en una encuesta de 7 ítems tal como se muestra en la figura 2. Se calculó un nivel significativo $p=.05$ en la prueba de concordancia de Kendall.

A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	PROM GEN
4.14	4.31	3.82	3.72	3.97	4.03	3.86	3.98
muy favorable	muy favorable	favorable	favorable	favorable	muy favorable	favorable	favorable

Figura 2. Calificaciones finales en el sistema propuesto por Gorina y Alonso, 2013.

1.2 Bases teóricas

1.2.1 La resolución de problemas

Un problema es una situación, ya sea programada o espontánea, que impele a una búsqueda de solución y provoca incertidumbre.

La *resolución de problemas* es el proceso que permite la situación sea depurada aplicando conocimientos y la ejecución de algún procedimiento por el solucionador (Gagné, 1965). El concepto *resolución* es analizado a menudo en términos de encadenamiento de procesos.

Las definiciones de solución de problemas se enfocan o en los procesos cognitivos subyacente o en el resultado de una manera de actuar. En cualquier postura, la solución de problemas tiene como último fin alcanzar una meta o cambiar un estado inicial por otro.

El aprendizaje de resolución de problemas es esencial en cualquier área de la realidad. En la formación del estudiante, provoca estudiantes más independientes y estratégicos. Por eso, es importante enseñar un método efectivo para resolver cualquier tipo de problema

Los problemas se clasifican según a) el campo de conocimiento implicado, b) el tipo de tarea y, c) la naturaleza del enunciado y características del proceso de resolución.

El estudio de solución de problemas en humanos viene de los años 20, con los trabajos de Thorndike (1913), Kohler (1929) y Dewey (1920)

Dewey (1910) presentó la solución de problemas como un proceso deliberado de seguimiento de pasos como los siguientes: 1) reconocer que existe un problema, 2) identificar su naturaleza, 3) plantear hipótesis para resolver el problema, 4) probar las hipótesis y 5) seleccionar la mejor alternativa. Esta propuesta es la base para un modelo general de resolución de problemas que los psicólogos cognitivos y los investigadores han aplicado con éxito a múltiples áreas; aunque, existen variantes con menos o más pasos.

Si bien la propuesta de Dewey se convirtió en la base del proceso de solución de problemas, se pueden encontrar variantes. Aquí se comparan dos de ellas provenientes de Moreno (2010) y Santrock (2011). Moreno identifica 5 pasos, 1) identificar el problema, 2) representar el problema, 3) seleccionar una estrategia, 4) implementar una estrategia y 5) evaluar los resultados. Santrock propone un proceso de 4 pasos: 1) encontrar y encuadrar el problema, 2) Desarrollar buenas estrategias para resolver el problema, 3) Evaluar soluciones, y 4) Repensar y redefinir problemas y soluciones todo el tiempo.

Los problemas han sido tipificados. En principio, han sido clasificados como *problemas bien definidos* y *problemas mal definidos*.

En un problema bien definido es aquel en el que al solucionador del problema se le da toda la información necesaria para resolver el problema. Aunque haya diferentes estrategias para la solución, el resultado es siempre el mismo. Los problemas bien definidos generalmente caen dentro de los dominios de matemáticas y ciencias.

Los problemas mal definidos son aquellos que no tienen estrategia de solución o que podría tener más de una solución plausible.

La solución de problemas nos lleva al concepto de *estrategias para resolver problemas*. El algoritmo y el heurístico, son las estrategias generales para resolver problemas.

Un algoritmo es una secuencia de pasos definidos que llevan a la solución de un problema. El algoritmo se usa para resolver problemas bien definidos en áreas específicas.

Un heurístico consiste en pasos intuitivos (ojo de buen cubero) para resolver el problema, aunque no garantiza la solución. Al ser intuitivos puede haber una variedad de estos. El heurístico se usa cuando los problemas están mal definidos o cuando no hay algoritmos para resolverlos.

Algunos de los heurísticos mas usados son los siguientes:

- i. El *Análisis de medios-fines*, en el que el problema se subdivide en una serie de submetas a resolver en el camino a la solución del problema general.
- ii. *Volver atrás*, es otro heurístico. El solucionador vuelve del punto dónde se encuentre al inicio del problema.
- iii. El *Razonamiento analógico*, cuando las personas tienen la experiencia de un problema resuelto y ven similitudes entre el problema pasado resuelto y el nuevo.
- iv. El *Ensayo-error*, consiste en intentar diferentes formas de solución.
- v. La *Incubación*, es el último recurso heurístico. Consiste en detener por un tiempo las soluciones, para reflexionar profundamente sobre el problema.

El campo de conocimiento diferencia los problemas en escolares o cotidianos. En los primeros, es más importante aprender el proceso; en el segundo caso, lo más importante es encontrar una solución.

Las tareas pueden dividirse en aquellos que no requieren trabajos matemáticos, es decir, cualitativos; mientras que, problemas cuantitativos requieren cálculo y solución de ecuaciones.

La naturaleza del enunciado y las características del proceso de solución se clasifican juntos por que el planteamiento ajusta las posibles alternativas de solución. Entonces, estas pueden ser problemas cerrados, por un lado y, problemas abiertos. Los cerrados, muestran toda la información y requiere la aplicación de un algoritmo específico. Los problemas abiertos implican la existencia de varias etapas de resolución que alguien debe resolver (Perales, 1993)

Al igual que los problemas, la resolución de problemas se sistematiza por las variables condicionantes. Las más importantes son a) la naturaleza del problema, b) el contexto de la resolución, y c) el solucionador del problema.

En congruencia con el tipo de problema, la naturaleza del problema involucra aspectos formales como la estructura, los conceptos, la complejidad y tipo de tarea implicada en la resolución; si la solución es abierta o cerrada o si se conoce o no. Se conoce que los buenos enunciados deben contener seis elementos: a) la descripción estructural y funcional de un dispositivo, b) la condiciones experimentales; c) un marco teórico simple, d) datos o valores, e) pregunta o preguntas y f) respuestas tácitas en la pregunta formulada.

El contexto de la resolución de problema, excluyente del solucionador, son los factores que intervienen en la resolución: la manipulación de objetos, la disponibilidad de fuentes de información; la verbalización o no del proceso; la disponibilidad de un algoritmo, el tiempo de resolución, entre otros.

El solucionador del problema es otro factor importante. Se debe considerar el nivel de dominio teórico, habilidades cognitivas; actitudes, ansiedad, edad, etc. Klausmeier & Goowin (1977) añaden un solucionador individual o grupal.

En el contexto de la investigación empírica sobre resolución de problemas, toma importancia de precedente las estrategias usadas en la resolución de problemas. Una estrategia naturalista o descriptiva (Reif, 1983) es la *verbalización* o *Thinking aloud*. Esta muestra una aproximación al pensamiento del resolutor, aunque, no siempre refleja fielmente el pensamiento, el desconocimiento de algunos pasos o la diferencia de velocidades entre pensamiento y verbalización.

Desde una perspectiva didáctica, la resolución de problemas ha sido usado cómo meta didáctica per se para lograr comprensión conceptual y competencia en habilidades. Además, también se la utiliza como instrumento de diagnóstico de errores conceptuales, para evaluar el propio aprendizaje o la adquisición conceptual (Perales, 1993).

Desde el punto de vista metodológico, la forma típica de afrontar la resolución de problemas, se pide a los estudiantes que resuelvan problemas *tipo*. Si bien este procedimiento favorece los aprendizajes de definiciones, enunciados de leyes o, de manera declarativa, los procedimientos de resolución. Sin embargo, también tiene sus ventajas: presenta nuevos modelos conceptuales, llegando a conseguir cambios al presentar las ventajas del nuevo modelo.

La resolución de problemas puede tener un efecto mayor en los aprendizajes buscados. Esta estrategia permite contrastar los preconceptos con procedimientos científicos, consiguiendo de esta forma cambios conceptuales y aplicaciones efectivas.

La preocupación por mejorar los aprendizajes, en el sentido de una estadística para todos los estudiantes, ha generado trabajos de investigación en los que se abordan diferentes aspectos de la estadística y su enseñanza. Los aportes

en la literatura internacional muestran preocupaciones sobre los objetivos y las tendencias de la enseñanza de la estadística, la enseñanza de algunos conceptos en particular dentro de los contenidos de la estadística; el uso de software, computadores, internet en la enseñanza de la estadística; y, por último, investigaciones sobre las metodologías usadas en la enseñanza. En los siguientes párrafos se desarrollan estas ideas.

1.2.2 Conceptos de causalidad

Copi & Cohen, en 2007, presentan, además de una discusión interesante sobre el concepto de causa y los tipos de causa, métodos lógicos para el análisis de las causas. Se extiende especialmente en los métodos de inferencia inductiva de John Stuart Mill. Copi presenta cinco de estas herramientas lógicas considerándolas como herramientas universales de la investigación científica. En el presente trabajo, se toma en ese sentido estos cánones de inducción, ya que, analizando en el mundo empírico, se relacionan directamente con el trabajo de investigación experimental o ex post facto, si no, también, con los diseños experimentales de los que se vale la ciencia para intentar demostrar relaciones causales.

Los métodos de Mill son los siguientes: 1) el método de la concordancia, 2) el método de la diferencia, 3) el método conjunto de la concordancia y la diferencia, 4) el método de los residuos, y, finalmente, 5) el método de la variación concomitante. Se revisan brevemente los razonamientos y prácticas que implican cada uno de estos cánones.

El método de la concordancia consiste en identificar la circunstancia única, la circunstancia específica, que invariablemente está asociada con el efecto o

fenómeno. Si encontramos una circunstancia común a todas las instancias en un fenómeno, podríamos asegurar que hay una causa.

El método de la diferencia, se busca la única circunstancia que diferencia o varía entre un resultado o instancia que se produjo un efecto y otro resultado o instancia en que el efecto no se produce. Si hay una diferencia, esa circunstancia podría ser la causa.

El método conjunto de la concordancia y la diferencia, es una combinación de los dos primeros métodos que en las investigaciones posibilita una mayor probabilidad de inferir una causa.

El método de los residuos supone que, ante un evento conocido previamente y del que se conocen sus causas; ante algunas variaciones en los efectos, la resta de la los antecedentes y efectos conocidos, dejará en evidencia las causas de los residuos.

El método de la variación concomitante, por último, sería aplicable a las situaciones en las que no es posible eliminar causas posibles, porque implican una relación de aumento o decremento entre la causa y el efecto. Este método de inferencia permite concluir una relación causal cuando un fenómeno varía consistentemente con otro, ya sea positiva como negativamente.

Los métodos de Mill no son métodos para demostrar conexiones causales. Son patrones de pensamiento con los cuales podemos sospechar las conexiones. La demostración de cualquier conexión corresponde al trabajo empírico de los diseños de investigación.

1.2.3 Los diseños de investigación

La estadística inferencial es un conjunto de herramientas que se usan en la investigación según la necesidad de la situación de investigación. Las situaciones de investigación corresponden a los diseños de investigación que, de forma experimental o ex post facto, usan los investigadores para dar respuestas a sus sospechas de relaciones causales.

No es el objetivo del presente trabajo extenderse en la explicación de todos los diseños, pero, en el proceso de enseñar estadística inferencial podría ser necesario mostrar en cuáles situaciones de investigación se aplican las herramientas estadísticas. En la tabla 2 se muestran los diseños de investigación básicos en los que las herramientas inferenciales son aplicables.

Tabla 2

Diseños de investigación y estadística inferencial aplicable

Numero de variables	Diseños de investigación	Estadística inferencial
Con una variable independiente	1. Condición experimental vs. Condición de control	<i>t</i> de Student Análisis de varianza
	2. Tres o más condiciones experimentales	Análisis de varianza
Con dos o más variables	1. Diseños dos por dos	Diseños factoriales Chi cuadrado
	2. Diseños de más de 2 por dos	
Relacionados y no relacionados	1. Sujetos diferentes o no relacionados	<i>t</i> de Student Análisis de varianza
	2. Los mismos sujetos	<i>t</i> de Student
	3. Sujetos igualados	Diseños de un solo factor y medidas repetidas

En un diseño de investigación básico se tiene una variable independiente, una dependiente y una comparación entre una condición de control y una condición experimental. Una situación así podría necesitar de una prueba estadística como la t de Student o un Análisis de varianza, según el número de participantes. Si las condiciones de comparación son más de dos, entonces la prueba estadística inferencial podría ser el Análisis de varianza.

Cuando el número de variables independientes crece a dos o más, se forman los diseños 2 x 2 o más. Estos podrían necesitar de pruebas estadísticas como los diseños factoriales o chi cuadrado, según que los datos sean continuos o categóricos, respectivamente.

Por último, si en la investigación se prueba una hipótesis con participantes diferentes o con los mismos participantes, entonces, podría necesitarse una prueba como t de Student, o un análisis de varianza. Estas pruebas estadísticas poseen variantes para cuando se trabaja con diferentes o los mismos participantes.

1.3 Definición de términos básicos

Causalidad

O *razonamiento causal*, es el proceso de razonamiento inductivo en el que hay una inferencia de que una causa está ligada a un efecto, o viceversa. El concepto de *causa* posee varios significados, y se acostumbra distinguir entre *condición necesaria* y *condición suficiente*. Más frecuentemente asume el sentido de condición suficiente (Copi & Cohen, 2007).

Conceptos de causalidad

O métodos de inferencia inductiva de Mill. Herramientas de investigación científica que cuenta con cinco patrones de inferencia inductiva que sirven de base en la búsqueda de leyes causales. Los métodos son los siguientes:

El método de la concordancia

Consiste en identificar una circunstancia específica asociada invarianemente con el efecto que nos interesa.

El método de la diferencia

Método con el cual se busca una única circunstancia que varía entre las condiciones que producen un efecto y las condiciones en las que el efecto no es producido.

El método conjunto de la concordancia y la diferencia

Método en que la combinación de las características similares y de diferencias incrementan la probabilidad de encontrar la causa de un efecto.

El método de los residuos

Método consistente en que, si se conoce la asociación entre unas circunstancias o partes de ellas con un efecto, se podría concluir que la parte restante del fenómeno es el efecto del resto de las circunstancias.

El método de la variación concomitante.

En este patrón inferencial se puede concluir que si un fenómeno varía consistentemente con algún otro, directa o inversamente, existe una relación causal entre ambos.

Diseños de investigación

Se define como “el plan, estructura y estrategia de una investigación cuyo objetivo es dar respuesta a ciertas preguntas y controlar la varianza” (Kerlinger, 1985, p. 214).

Resolución de problemas

Resolución de problemas es el tipo de pensamiento que personas aplican para alcanzar un estado final deseado que es diferente de un estado inicial (Moreno, 2010).

Estadística inferencial

Las estadísticas inferenciales son procedimientos para decidir si los datos de muestra representan con precisión una relación particular en la población. Son procedimientos para decidir si lo que los datos de la muestra parecen indicar acerca de las puntuaciones y la relación, se encontrará en la población. Por lo tanto, los procedimientos inferenciales son para hacer inferencias sobre las puntuaciones y las relaciones que se encuentran en la población (Heiman, 2011). También, la estadística inferencial consiste en métodos que utilizan resultados de muestra para ayudar a tomar decisiones o predicciones sobre una población (Mann & Lacke, 2010).

Prueba de hipótesis

Proceso de prueba de diferencias o igualdades de una o más distribuciones de datos con respecto a la aleatoriedad versus la causalidad de los resultados de un evento aleatorio natural o experimental. Tradicionalmente se compone de 6 pasos (Moya & Saravia, 1992), pero, Hervias en 2012, propone un modelo compuesto por 5 segmentos de decisiones con 28 pasos. Los segmentos de decisiones son los siguientes: 1) Segmento de discriminaciones-decisiones sobre las variables, 2) Segmento de discriminaciones-decisiones sobre el diseño de investigación, 3) Segmento de discriminaciones-decisiones sobre las hipótesis y la selección de la prueba estadística, 4) Segmento de secuencia de tareas al ejecutar una prueba estadística, y 5) Segmento de discriminaciones-decisiones- resultados sobre la prueba estadística.

1.4 Planteamiento del problema

La presente propuesta cambia el enfoque de las investigaciones antecedentes. Se deja a un lado los elementos del sistema interno, para indagar algunas condiciones previas. La poca comprensión de los conceptos de estadística podría deberse a la falta de algún marco conceptual previo que permita entender qué es lo que se cuantifica o evalúa con la estadística. En la misma línea, la incapacidad de discriminar las aplicaciones podría estar mediada por algún marco teórico o concepto previo que ayude a “ver” el fin de la aplicación. A esto Davis y cols. (1990) lo han denominado *Problemas de contenido y secuencia*. Cuando ocurre un problema de contenido y secuencia los alumnos no entienden lo que dice un profesor, ya que este estaría dejando de lado prerrequisitos que habilitarían a los alumnos a la comprensión y aplicación de lo enseñado.

Los conceptos de causalidad y los relacionados a diseños de investigación podrían ser estos conceptos claves para la comprensión y la discriminación de la estadística inferencial aplicada a la investigación psicológica. Aunque es seguro que el estudiante aprenderá estos conceptos, no suelen tratarse antes de los cursos de estadística. Algunos ejemplos de asignaturas son las siguientes: lógica (Copi & Cohen, 2007), psicología experimental (Kantowitz, Roediger, & Elmes, 2009), métodos de investigación (Cozby, 2009), diseños de investigación (Goodwin, 2010). El currículo apela a que en algún momento los alumnos asocien y luego generalicen y transfieran a la solución de problemas especialmente de problemas de investigación.

Sin embargo, la inclusión de temas de conceptos de causalidad y de diseños de investigación podría incrementar la comprensión y la discriminación de la aplicación en problemas de investigación.

Por las razones expuestas, se formula el problema en los términos que a continuación se detalla.

1.4.1 Formulación del problema

¿La inclusión de conceptos de causalidad y de diseños de investigación incrementará la resolución de problemas de estadística inferencial aplicada a la investigación en estudiantes de psicología?

1.4.2 Objetivos

Objetivo general

Determinar si la inclusión de los conceptos de causalidad y de diseños de investigación incrementa la resolución de problemas de estadística inferencial aplicada a la investigación psicológica.

Objetivos específicos

1. Determinar si la inclusión de conceptos de diseños de investigación incrementa la resolución de problemas de estadística inferencial, comparado con la inclusión de los conceptos de causalidad.
2. Determinar si hay diferencias en la secuencia de decisiones sobre las variables entre las condiciones de contenidos de causalidad, de diseños de investigación y de contenido tradicional.
3. Determinar si hay diferencias en la secuencia de decisiones sobre las hipótesis y la selección de la prueba estadística entre las condiciones de contenidos de causalidad, de diseños de investigación y de contenido tradicional.
4. Determinar si hay diferencias en la secuencia de decisiones sobre la sucesión de tareas al ejecutar una prueba estadística entre las condiciones de contenidos de causalidad, de diseños de investigación y de contenido tradicional.
5. Determinar si hay diferencias en la secuencia de decisiones sobre los resultados de la prueba estadística entre las condiciones de contenidos de causalidad, de diseños de investigación y de contenido tradicional.

1.4.3 Justificación

Esta investigación se justificó en la necesidad de investigar y desarrollar formas de enseñanza de la estadística aplicada a la psicología que hagan posible una enseñanza con menos frustraciones para profesores y alumnos, pero sobre todo que permitan una mayor cantidad de alumnos con competencias de investigación.

Se justifica también en la necesidad de seguir indagando en los factores que permitan conocer esfuerzos de enseñanza con mayor probabilidad de éxito.

CAPITULO II

HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1 Formulación de hipótesis

2.1.1. Hipótesis general

La inclusión de conceptos de causalidad y de diseños de investigación incrementa la resolución de problemas de estadística inferencial aplicada a la investigación.

2.1.2 Hipótesis específicas

He1: Los estudiantes que reciben los conceptos de diseños de investigación obtendrán una puntuación mayor en la resolución de problemas de estadística inferencial que los estudiantes que reciben la inclusión de conceptos de causalidad.

He2: Existen diferencias significativas en los promedios de las secuencias de decisiones sobre las variables entre las condiciones de contenidos de causalidad, diseños de investigación y contenido tradicional.

He3: Existen diferencias significativas en los promedios de las secuencias de decisiones sobre las hipótesis y la selección de la prueba estadística entre las condiciones de contenidos de causalidad, de diseños de investigación y de contenido tradicional.

He4: Existen diferencias significativas en los promedios de las secuencia de decisiones sobre la sucesión de tareas al ejecutar una prueba

estadística entre las condiciones de contenidos de causalidad, de diseños de investigación y de contenido tradicional.

He5: Existen diferencias significativas en los promedios de las secuencias de decisiones sobre los resultados de la prueba estadística entre las condiciones de contenidos de causalidad, de diseños de investigación y de contenido tradicional.

2.2 Variables y definición operacional

2.2.1 Variable independiente

Contenidos: Se dispuso como variable independiente los contenidos de enseñanza en el curso de estadística inferencial. A los contenidos tradicionales de un curso inferencial se suman contenidos experimentales sobre dos temas, por lo tanto la variable contenidos se conformó de tres valores, que son los siguientes:

- i. Conceptos habituales sobre estadística inferencial.
- ii. Conceptos sobre Causalidad, definido como el contenido del capítulo 12 del libro de *Introducción a la lógica* de Copi & Cohen (2007) titulado *Las conexiones causales: los métodos de Mill para la investigación experimental*, y
- iii. Conceptos sobre diseños de investigación, definido como el capítulo 2 del libro de *Pruebas estadísticas para psicología y ciencias sociales* de Greene y D'Oliveira (1984)

2.2.2 Variable dependiente

Resolución de problemas de estadística inferencial aplicada en la investigación. Definida operacionalmente como la secuencia de decisiones y acciones subsecuentes que llevan a la resolución de un problema inferencial presentado aleatoriamente en la forma de base de datos mediante un software estadístico y en la que se solicita la prueba de hipótesis con respecto a medias, varianzas o proporciones.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño metodológico

Se usó un diseño de comparación de tres grupos, un grupo control y dos grupos experimentales.

El control de variables es cuasi experimental. Acerca de los cuasi experimentos, Shaughnessy, Zechmeister, & Zechmeister (2012, pág. 322) indican que:

“quasi-experiments include some type of intervention or treatment and they provide a comparison, but they lack the degree of control found in true experiments. Just as randomization is the hallmark of true experiments, so *lack of randomization* is the hallmark of quasiexperiments”.

Citando a Campbell & Stanley (1966) coinciden en señalar que “quasi-experiments arise when researchers lack the control necessary to perform a true experiment.”

Kerlinger (1985) denomina los cuasi-experimentos como experimentos de campo, para los cuales describe las mismas características de Shaughnessy et al. (2012)

3.2 Diseño muestral

Participaron, al inicio de la asignatura, 175 estudiantes, 42 hombres y 133 mujeres, de una facultad de psicología en el año académico 2017. Se contó con

tres aulas con la asignatura de estadística inferencial aplicada a la psicología, las secciones A (60 estudiantes), B (55) y C (60); todas en el turno de la mañana.

El criterio de inclusión consistió en estar matriculado en el semestre académico. Se excluyeron alumnos que repitieron la asignatura y también aquellos que cursan una segunda profesión o especialidad.

En la medida que se incorporó un conjunto de conceptos que no se contemplan en el silabo oficial de la asignatura *estadística inferencial aplicada*, se solicitó la autorización de la Escuela Profesional de la facultad.

Al finalizar la asignatura, se presentaron a la sesión final de resolución de problemas 158 estudiantes. En el aula A se presentaron 52 estudiantes (40 mujeres y 12 varones), en el aula B, 52 (38 mujeres y 14 varones). En el aula C se presentaron 54 estudiantes, 43 mujeres y 11 varones.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Se aplicó un instrumento medición que es una lista de chequeo de la solución de problemas de estadística inferencial elaborado por Hervias en 2012. El instrumento consta de 26 a 28 ítems, en 3 versiones (Ver Anexo B). El instrumento fué sometido a evaluación de jueces en 2012. Para la inclusión de los ítems se requirió una validez por acuerdo de jueces de 80%.

En la tabla 3 se muestra los segmentos de las secuencias de decisiones que implica un modelo amplio de prueba de hipótesis. Esta segmentación permite valorar, y eventualmente comparar, el aprendizaje en cada una de las secuencias.

Tabla 3

Segmentos del modelo del proceso de toma de decisiones en una prueba de hipótesis en la resolución de problemas de estadística inferencial y el número de ítems en la lista de chequeo

Segmento del Modelo	Número de Ítems
1. Segmento de decisiones sobre las variables.	8
2. Segmento de decisiones sobre el diseño de investigación.	5
3. Segmento de decisiones sobre las hipótesis y la selección de la prueba estadística.	6
4. Segmento de secuencia de tareas al ejecutar una prueba estadística.	3
5. Segmento de decisiones de los resultados de la prueba estadística.	6

Posterior a la medición de los aprendizajes de los alumnos se calculó la validez de la medición, la confiabilidad por consistencia interna y confiabilidad por mitades. En la tabla 4 se observa las correlaciones punto biserial ítem-test para la forma Causalidad. Los 28 ítems correlacionan positivamente con el puntaje total. El ítem con menor correlación fue el ítem 20 *Verifica normalidad de los datos* $r = .289$, pero es un ítem significativo $p = .040$. En ningún caso los aportes de los ítems en esta versión fue menor a .2.

En la tabla 5 se muestran las correlaciones punto biserial de los ítems con el total de la versión *Diseños de investigación*. Todos los ítems correlacionan positiva y significativamente. Ninguno de los ítems correlacionan con índices menores a .2, y es el ítem 11 *Reconoce si cada grupo es estadísticamente grande o pequeño*, el que presenta la menor correlación $r = .318$ con $p = .023$.

Tabla 4

Correlaciones Ítem-Test para la lista de chequeo de resolución de problemas de estadística inferencial en la condición causalidad

	Items	Media	Desv.		<i>p</i>
			Desviación	<i>rpb</i>	
1.	Reconoce la variable independiente (VI) como continua o discreta.	0.80	0.401	,304*	0.030
2.	Enuncia por lo menos una característica o propiedad por el que reconoce el tipo de VI.	0.69	0.469	,455**	0.001
3.	Reconoce el nivel de medición de la variable independiente	0.63	0.488	,530**	0.000
4.	Enuncia por lo menos una característica o propiedad por el que reconoce el nivel de medición de la VI.	0.47	0.504	,451**	0.001
5.	Reconoce la variable dependiente (VD) como continua o discreta	0.80	0.401	,451**	0.001
6.	Enuncia por lo menos una característica o propiedad en el reconocimiento de la VD.	0.63	0.488	,552**	0.000
7.	Reconoce el nivel de medición de la variable Dependiente.	0.53	0.504	,463**	0.001
8.	Enuncia por lo menos una característica o propiedad en el reconocimiento del nivel de medición de la VD.	0.45	0.503	,553**	0.000
9.	Identifica el número de grupos	0.57	0.500	,581**	0.000
10.	Reconoce si los grupos son relacionados o independientes	0.29	0.460	,588**	0.000
11.	Reconoce si cada grupo es estadísticamente grande o pequeño	0.43	0.500	,561**	0.000
12.	Reconoce la estrategia lógica de la investigación	0.57	0.500	,581**	0.000
13.	Enuncia característica que permite el reconocimiento de la lógica de la investigación	0.29	0.460	,663**	0.000
14.	Enuncia hipótesis nula	0.20	0.401	,507**	0.000
15.	Enuncia la ecuación de la hipótesis nula	0.16	0.367	,407**	0.003
16.	Enuncia hipótesis alterna	0.16	0.367	,615**	0.000
17.	Enuncia la ecuación de la hipótesis alterna	0.14	0.348	,487**	0.000
18.	Identifica la prueba estadística más apropiada a la prueba de hipótesis	0.29	0.460	,663**	0.000
19.	Enuncia característica o particularidades que permiten el reconocimiento de la prueba estadística	0.18	0.385	,751**	0.000
20.	Verifica normalidad de datos.	0.51	0.505	,289*	0.040
21.	Ejecuta prueba estadística en el computador	0.22	0.415	,517**	0.000
22.	Lee tablas precedentes y pertinentes en la salida o resultados	0.02	0.140	,279*	0.048
23.	Identifica la significación de la prueba	0.20	0.401	,455**	0.001
24.	Compara la significación obtenida con la significación teórica.	0.20	0.401	,455**	0.001
25.	Acepta o rechaza la hipótesis nula correctamente	0.14	0.348	,428**	0.002
26.	Interpreta la relación resultante entre las variables independiente y dependiente	0.06	0.238	,566**	0.000
27.	En la interpretación de los resultados, ubica correctamente la función de cada variable.	0.04	0.196	,487**	0.000

28. Incluye la probabilidad de error en la decisión tomada.	0.08	0.272	,371**	0.007
Puntaje Total	9.73	5.776		

** . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

* . La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Tabla 5

Correlaciones Ítem-Test para la lista de chequeo de resolución de problemas de estadística inferencial en la condición diseños

Ítems	Media	Desviación Estándar	r_{pb}	α
1. Reconoce la variable independiente (VI) como continua o discreta.	0.73	0.451	,578**	0.000
2. Enuncia por lo menos una característica o propiedad por el que reconoce el tipo de VI.	0.49	0.505	,714**	0.000
3. Reconoce el nivel de medición de la variable independiente	0.47	0.504	,492**	0.000
4. Enuncia por lo menos una característica o propiedad por el que reconoce el nivel de medición de la VI.	0.35	0.483	,495**	0.000
5. Reconoce la variable dependiente (VD) como continua o discreta	0.75	0.440	,486**	0.000
6. Enuncia por lo menos una característica o propiedad en el reconocimiento de la VD.	0.55	0.503	,691**	0.000
7. Reconoce el nivel de medición de la variable Dependiente.	0.47	0.504	,702**	0.000
8. Enuncia por lo menos una característica o propiedad en el reconocimiento del nivel de medición de la VD.	0.31	0.469	,639**	0.000
9. Identifica el número de grupos	0.65	1.128	,568**	0.000
10. Reconoce si los grupos son relacionados o independientes	0.35	0.483	,330*	0.018
11. Reconoce si cada grupo es estadísticamente grande o pequeño	0.41	0.497	,318*	0.023
12. Nombra el diseño de investigación.	0.35	0.483	,593**	0.000
13. Enuncia características o particularidades que permiten el reconocimiento del diseño de investigación	0.06	0.238	,329*	0.019
14. Enuncia hipótesis nula	0.31	0.469	,545**	0.000
15. Enuncia la ecuación de la hipótesis nula	0.22	0.415	,467**	0.001
16. Enuncia hipótesis alterna	0.27	0.451	,519**	0.000
17. Enuncia la ecuación de la hipótesis alterna	0.14	0.348	,383**	0.006
18. Identifica la prueba estadística más apropiada a la prueba de hipótesis	0.25	0.440	,771**	0.000
19. Enuncia característica o particularidades que permiten el reconocimiento de la prueba estadística	0.10	0.300	,401**	0.004
20. Verifica normalidad de datos.	0.39	0.493	,457**	0.001
21. Ejecuta prueba estadística en el computador	0.25	0.440	,697**	0.000
22. Lee tablas precedentes y pertinentes en la salida o resultados	0.22	0.415	,644**	0.000
23. Identifica la significación de la prueba	0.22	0.415	,644**	0.000
24. Compara la significación obtenida con la significación teórica.	0.08	0.272	,365**	0.008
25. Acepta o rechaza la hipótesis nula correctamente	0.16	0.367	,644**	0.000
26. Interpreta la relación resultante entre las variables independiente y dependiente	0.06	0.238	,527**	0.000
27. En la interpretación de los resultados, ubica correctamente la función de cada variable.	0.06	0.238	,415**	0.002
28. Incluye la probabilidad de error en la decisión tomada.	0.16	0.367	,676**	0.000

n = 51

Tabla 6

Correlaciones Ítem-Test para la lista de chequeo de resolución de problemas de estadística inferencial en la condición tradicional

Ítems	Media	Desviación Estándar	r_{pb}	p
1. Reconoce la variable independiente (VI) como continua o discreta.	0.87	0.339	0.239	0.081
2. Enuncia por lo menos una característica o propiedad por el que reconoce el tipo de VI	0.67	0.476	,394**	0.003
3. Reconoce el nivel de medición de la variable independiente	0.78	0.420	0.268	0.050
4. Enuncia por lo menos una característica o propiedad por el que reconoce el nivel de medición de la VI.	0.57	0.499	,553**	0.000
5. Reconoce la variable dependiente (VD) como continua o discreta	0.83	0.376	,433**	0.001
6. Enuncia por lo menos una característica o propiedad en el reconocimiento de la VD.	0.70	0.461	,523**	0.000
7. Reconoce el nivel de medición de la variable Dependiente.	0.76	0.432	,449**	0.001
8. Enuncia por lo menos una característica o propiedad en el reconocimiento del nivel de medición de la VD.	0.59	0.496	,382**	0.004
9. Identifica el número de grupos	0.50	0.541	,402**	0.003
10. Reconoce si los grupos son relacionados o independientes	0.33	0.476	,382**	0.004
11. Reconoce si cada grupo es estadísticamente grande o pequeño	0.44	0.502	,282*	0.039
12. Enuncia hipótesis nula	0.26	0.442	,682**	0.000
13. Enuncia la ecuación de la hipótesis nula	0.37	0.487	,808**	0.000
14. Enuncia hipótesis alterna	0.19	0.392	,613**	0.000
15. Enuncia la ecuación de la hipótesis alterna	0.35	0.482	,782**	0.000
16. Identifica la prueba estadística más apropiada a la prueba de hipótesis	0.41	0.496	,723**	0.000
17. Enuncia característica o particularidades que permiten el reconocimiento de la prueba estadística	0.30	0.461	,590**	0.000
18. Verifica normalidad de datos.	0.65	0.482	,617**	0.000
19. Ejecuta prueba estadística en el computador	0.48	0.504	,747**	0.000
20. Lee tablas precedentes y pertinentes en la salida o resultados	0.20	0.407	,561**	0.000
21. Identifica la significación de la prueba	0.48	0.504	,695**	0.000
22. Compara la significación obtenida con la significación teórica.	0.48	0.504	,747**	0.000
23. Acepta o rechaza la hipótesis nula correctamente	0.41	0.496	,606**	0.000
24. Interpreta la relación resultante entre las variables independiente y dependiente	0.19	0.392	,554**	0.000
25. En la interpretación de los resultados, ubica correctamente la función de cada variable.	0.17	0.376	,540**	0.000
26. Incluye la probabilidad de error en la decisión tomada.	0.19	0.392	,686**	0.000

n = 54

En la tabla 6 se presentan las correlaciones punto biserial ítem-test para la lista de chequeo en la versión Tradicional. Al igual que en las versiones anteriores, todos los ítems, menos uno, correlacionan positiva y significativamente. El ítem 1 *Reconoce la variable independiente como continua o discreta*, presenta la menor correlación $r = .239$ con $p = .081$.

La confiabilidad reportó, también, altos niveles de confiabilidad. En la tabla 7 se presentan los coeficientes de confiabilidad obtenidos. En general todos los coeficientes alcanzan valores por encima de los estándares. En especial, se pone atención a los coeficientes *KR20*, ya que la teoría indica que se utilizan para el cálculo de confiabilidad en respuestas con alternativas dicotómicas, aplicables a los datos recogidos en la lista de chequeo (Magnusson, 1990; Gregory, 2012; Price, 2017). Para el cálculo de los coeficientes se usó la calculadora de confiabilidad de Siegle (2000, 2017).

Tabla 7

Tabla de resumen de los coeficientes de confiabilidad para los instrumentos de medida de las condiciones experimentales causalidad, diseños y tradicional

Coeficiente	Causalidad	Diseños	Tradicional
Cronbach's Alpha	0.8840	0.8990	0.9076
Split-Half (odd-even) Correlation	0.8671	0.8543	0.8576
Split-Half with Spearman-Brown Adjustment	0.9288	0.9214	0.9233
KR21 (Para datos 0 y 1)	0.8358	0.8986	0.8800
KR20 (Para datos 0 y 1)	0.8840	0.9224	0.9085

En el anexo se incluye un ejemplar de lista de chequeo para cada una de las versiones usadas en la evaluación.

3.4 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información

El estadístico de comparación fue la media aritmética, por lo cual se usó un análisis de varianza para la diferencia de medias.

3.5 Aspectos éticos

Se informó a los estudiantes que los datos de su rendimiento en el curso se usarían para evaluar las hipótesis de una investigación; además que, guardando las recomendaciones éticas, el alumno que lo deseara, podría retirar sus datos del análisis final. En el anexo se presenta la carta de consentimiento que se presentó y firmaron los estudiantes participantes

3.6 Procedimiento

La experiencia empezó con la designación aleatoria de la secuencia de contenidos a cada sección o grupo. De la aleatorización de las condiciones y contenidos finalizó como se indica en la tabla 8, siguiente:

Tabla 8

Resultado de la asignación aleatoria de grupos y contenidos experimentales.

GRUPO EXPERIMENTAL	AULA	CONTENIDO EXPERIMENTAL
Experimental 1	2º CICLO A	Causalidad
Experimental 2	2º CICLO B	Diseños de Investigación
Control	2º CICLO C	Tradicional

Los contenidos experimentales se entregaron como lectura seleccionada del curso la semana previa a los contenidos de prueba de hipótesis. El experimentador evaluó cada contenido en reuniones grupal-individual en las horas destinadas a la práctica de la asignatura.

El registro de la variable dependiente se realizó al finalizar el semestre, al mismo tiempo en que se evaluó el rendimiento de la asignatura. La resolución de problemas de estadística aplicada se adecuó a las acciones detalladas en la Tabla 9. Las acciones generales previas del experimentador consistieron en seleccionar un conjunto de bases de datos que abarquen todos los tipos de pruebas enseñados en clase, y generar aleatoriamente el listado de alumnos para el examen.

Tabla 9

Secuencia de acciones en la sesión de evaluación de resolución de problemas de estadística inferencial aplicada a la psicología

Paso	Acciones
1	El experimentador abre una base de datos en la computadora. La base de datos se elige aleatoriamente y con reposición de un listado previamente elaborado.
2	El evaluado ingresa al aula y es invitado a sentarse frente al computador.
3	El experimentador indica al evaluado cuál será la variable independiente y cuál la dependiente en las variables que debe relacionar y resolver.
4	El evaluado tendrá cinco (5') minutos para discriminar y verbalizar la secuencia de discriminaciones y decisiones contenidas en la <i>Lista de Chequeo del Proceso De Toma de Decisión en una Prueba de Hipótesis en Diseños de Investigación Univariados</i> . El evaluado podrá autocorregirse en el tiempo destinado a la evaluación. Terminado el tiempo no habrá posibilidad de una segunda oportunidad.
5	El experimentador escucha las verbalizaciones y observa y registra en la lista de chequeo la participación del alumno. Podrá intervenir para pedir precisiones, pero no para retroalimentar o corregir.
6	El experimentador despide al evaluado agradeciendo su participación. Retorna al paso 1, a la selección aleatoria de un nuevo problema para el siguiente alumno.

Antes de proceder al análisis de los datos se retiraron del listado los alumnos que no asistieron a la evaluación final o que en el proceso de la asignatura se retiraron formalmente o dejaron de asistir.

Antes de proceder a calcular las diferencias se corrigieron los puntajes de las condiciones experimentales *Causalidad* y *Diseños*. Se restaron dos puntos a los puntajes logrados, los mismos que correspondían a los ítems 12 y 13 en ambas listas de chequeos.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Determinando si la inclusión de los conceptos de causalidad y de diseños de investigación incrementa la resolución de problemas de estadística inferencial aplicada a la investigación psicológica.

En la tabla 10 se muestran las características de las distribuciones resultantes. La condición *Causalidad* o de contenido experimental sobre la lógica de la investigación obtuvo una media de 9.73 puntos, una desviación estándar (*DE*) = 5.78, y una significación de *Kolmogorov-Smirnov (K-S)* $p = .355$. El grupo de contenidos sobre *Diseños de investigación*, alcanzó con una media de 8.82, una *DE* = 6.796 y una significación *K-S*, $p = .526$. El grupo de contenido *Tradicional* (control), resultó con una media de 12.17, una $s = 6.55$ y una significación *K-S* $p = .181$. La media más alta fue la del grupo de contenido Tradicional, la más baja, la del grupo sobre *Diseños de investigación*. Las tres distribuciones de notas se aproximan a la distribución normal, según las significaciones de *K-S*. Al cumplirse los supuestos de normalidad, una variable medida en escala de intervalo, y tener más de dos grupos de comparación, se decidió evaluar estas diferencias con un Análisis de Varianza de una vía (*One Way ANOVA*).

Tabla 10

Estadísticos y evaluación de normalidad para los tres grupos de comparación.

	Media	N	Z de K-S	p
Causalidad	9.73	51	.928	.355
Diseño	8.82	51	.811	.526
Tradicional	12.17	54	1.096	.181
Total	10.24	156		

En la figura 3 se muestra la comparación de las medias de puntajes de resolución de problemas de estadística inferencial y, por supuesto, se percibe claramente que las puntuaciones de las condiciones experimentales son menores que las del grupo tradicional o control. Asimismo, se evidencia que la media del grupo *Causalidad* es mayor que la del grupo *Diseños de investigación*.

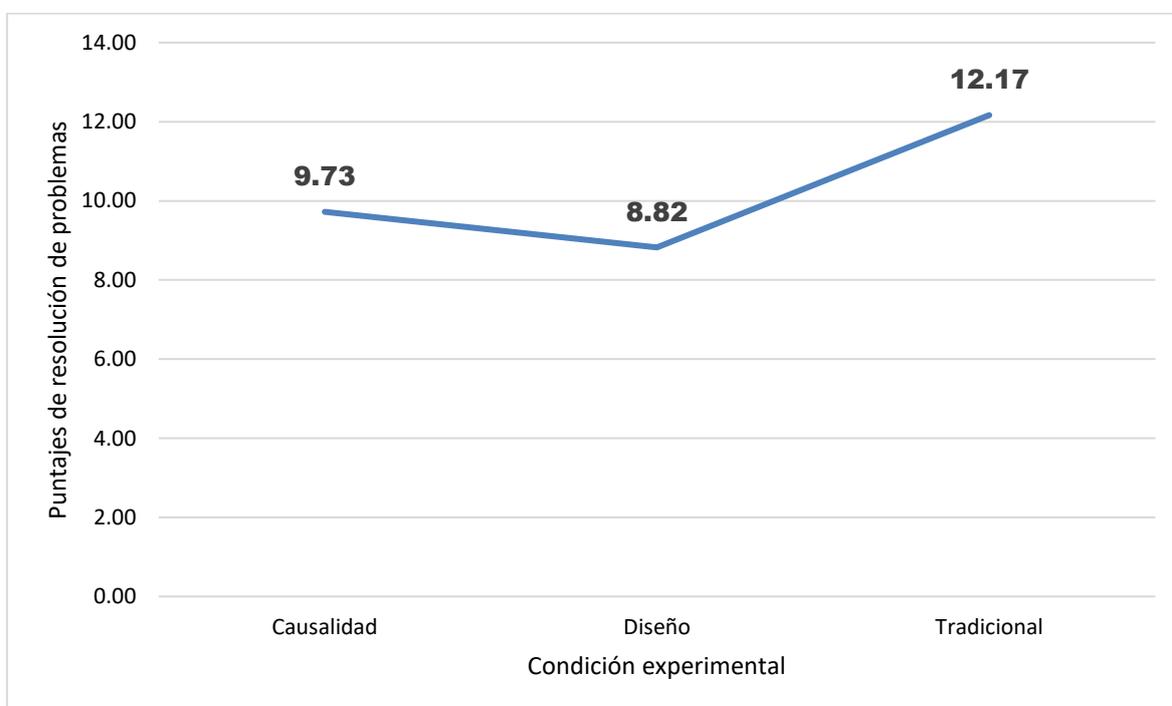


Figura 3. Comparación de las medias de puntajes en la resolución de problemas de estadística inferencial

En la tabla 11 se muestra el valor y la significación del estadístico de Levene, un estadístico que sirve para valorar las varianzas de los grupos en comparación. Como la significación de Levene es mayor a .05 ($p = .163$), se establece en este punto que las distribuciones tienen varianzas homogéneas. Esto tiene consecuencias en la elección de pruebas post hoc.

Tabla 11

Evaluación de homogeneidad de varianza en el análisis de varianza de una vía entre contenidos experimentales.

Estadístico de Levene	gl1	gl2	$p.$
1.837	2	153	.163

En la tabla 12 se presenta la fuente de varianza de la comparación de medias. Se aprecia que entre las medias de los grupos experimentales si hay diferencias significativas, $F(2, 155) = 11.768$, $p = .023$.

Tabla 12

Resumen del AVAR de una vía para la comparación de medias

Varianza	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	$p.$
Entre grupos	316,079	2	158,039	3,869	,023
Dentro de grupos	6249,069	153	40,844		
Total	6565,147	155			

Determinando si la inclusión de conceptos de diseños de investigación incrementa la resolución de problemas de estadística inferencial, comparado con la inclusión de los conceptos de causalidad.

La existencia de diferencias significativas hizo pertinente las comparaciones post hoc o comparaciones posteriores. En la tabla 13 se muestra la probabilidad de las diferencias entre pares de medias de las condiciones experimentales. El estadístico utilizado fue HSD de Tukey.

Tabla 13

Comparaciones posteriores entre las medias de las condiciones experimentales

Comparación de condiciones		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Causalidad	Diseño	0.902	1.266	0.756	-2.09	3.90
	Tradicional	-2.441	1.248	0.127	-5.39	0.51
Diseño	Causalidad	-0.902	1.266	0.756	-3.90	2.09
	Tradicional	-3,343*	1.248	0.022	-6.30	-0.39
Tradicional	Causalidad	2.441	1.248	0.127	-0.51	5.39
	Diseño	3,343*	1.248	0.022	0.39	6.30

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Las puntuaciones entre los contenidos de *Causalidad* y *Diseños de investigación* no presentan diferencias significativas, $p = .756$.

La comparación entre *Causalidad* y Contenido *Tradicional* no presenta diferencia significativa, $p = .127$.

La comparación entre las puntuaciones de *Diseños de investigación* y contenido *Tradicional*, si presentan diferencia ya que $p = .022$.

Determinación de diferencias en las secuencia de decisiones sobre las variables entre las condiciones de contenidos de causalidad, de diseños de investigación y de contenido tradicional.

En la tabla 14 se muestran los estadísticos descriptivos en para la comparación entre las condiciones experimentales para las medias en el segmento de decisiones de reconocimiento de variables en problemas de prueba de hipótesis. La media en la condición de causalidad fue de 5.00, para diseños, 4.12; para la condición tradicional, la media fue 5.78. La media mayor corresponde a la acondición contenido tradicional.

Tabla 14

Estadísticos descriptivos en la comparación de los promedios sobre el reconocimiento de variables en problemas inferenciales

Condición experimental	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Causalidad	51	5.00	2.546	0.356	4.28	5.72	0	8
Diseños	51	4.12	2.718	0.381	3.35	4.88	0	8
Tradicional	54	5.78	2.246	0.306	5.16	6.39	1	8
Total	156	4.98	2.582	0.207	4.57	5.39	0	8

La prueba de homogeneidad indicó que las tres distribuciones eran homogéneas ya que la prueba de Levene no resultó significativa $F(2, 153) = 1.312$, $p = .272$.

Las medias sobre las decisiones de la variable presentan diferencias significativas. En la tabla 15 se muestra que $F(2, 153) = 5.759$, $p = .004$.

Tabla 15

Resumen del AVAR de una vía para la comparación de medias

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	72.315	2	36.157	5.759	0.004
Dentro de grupos	960.627	153	6.279		
Total	1032.942	155			

En la comparación posterior se tiene que hay diferencia significativa entre la condición diseño y la condición tradicional, con una diferencias de medias de -1.66 (mayor para tradicional) y $p = .003$. Los valores se muestran en la tabla 16.

Tabla 16

Comparaciones posteriores para las diferencias de medias de decisiones sobre la variable en resolución de problemas inferenciales

Comparaciones post hoc		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Causalidad	Diseños	0.882	0.496	0.180	-0.29	2.06
	Tradicional	-0.778	0.489	0.253	-1.94	0.38
Diseños	Causalidad	-0.882	0.496	0.180	-2.06	0.29
	Tradicional	-1,660*	0.489	0.003	-2.82	-0.50
Tradicional	Causalidad	0.778	0.489	0.253	-0.38	1.94
	Diseños	1,660*	0.489	0.003	0.50	2.82

Determinando diferencias en la secuencia de decisiones sobre las hipótesis y la selección de la prueba estadística entre las condiciones de contenidos de causalidad, de diseños de investigación y de contenido tradicional.

En el segmento de decisiones sobre las hipótesis y la elección de prueba estadística entre las condiciones experimentales los promedio resultantes fueron los siguientes: la media mayor fue la condición tradicional (1.87), la condición diseño (1.35) y la condición causalidad (1.12)

Tabla 17

Estadísticos descriptivos en la comparación de los promedios sobre las hipótesis y la selección de prueba estadística en problemas inferenciales

Condición experimental	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Causalidad	51	1.12	1.785	0.250	0.62	1.62	0	6
Diseños	51	1.35	1.683	0.236	0.88	1.83	0	5
Tradicional	54	1.87	2.224	0.303	1.26	2.48	0	6
Total	156	1.46	1.932	0.155	1.15	1.76	0	6

La prueba de homogeneidad de Levene señala que las distribuciones no son homogéneas ya que $F(2, 153) = 4.986$, $p = .008$. En la tabla 18, la fuente de varianza indica que no hay diferencias significativas entre los tres grupos de comparación $F(2, 153) = 2.127$, $p = .123$. Este resultado hace innecesarias las comparaciones posteriores ya que el modelo señala que no hay diferencias significativas.

Tabla 18

Resumen del AVAR de una vía para la comparación de medias sobre las hipótesis y selección de prueba en resolución de problemas inferenciales

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	15.652	2	7.826	2.127	0.123
Dentro de grupos	563.034	153	3.680		
Total	578.686	155			

Determinando diferencias en la secuencia de decisiones sobre las sucesión de tareas al ejecutar una prueba estadística entre las condiciones de contenidos de causalidad, de diseños de investigación y de contenido tradicional.

En la comparación de las medias entre las condiciones sobre las tareas de la prueba estadística, la tabla 19 muestra que la mayor media fue la del contenido tradicional; mientras, para los contenidos de causalidad y diseños la media fue de 0.75

Tabla 19

Estadística descriptiva para la comparación de medias en la secuencia de ejecución de tareas de una prueba estadística en la resolución de problemas inferenciales

Condición experimental	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Causalidad	51	0.75	0.771	0.108	0.53	0.96	0	3
Diseños	51	0.75	0.913	0.128	0.49	1.00	0	3
Tradicional	54	1.33	1.116	0.152	1.03	1.64	0	3
Total	156	0.95	0.982	0.079	0.79	1.10	0	3

La prueba de homogeneidad de varianza de Levene señala que los grupos no tienen varianza homogénea con $F(2, 153) = 7.259, p = .001$. En la tabla 20, el AVAR indica que hay diferencias significativas entre las medias $F(2,153) = 6.804, p = .001$, haciendo pertinente el análisis post hoc con la prueba T3 de Dunnett.

Tabla 20

AVAR de una vía para la comparación de medias en la secuencia de ejecución de tareas de una prueba estadística en la resolución de problemas inferenciales

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	12.217	2	6.109	6.804	0.001
Dentro de grupos	137.373	153	0.898		
Total	149.590	155			

En la tabla 21 se muestra que hay diferencias significativas al comparar las condiciones causalidad y tradicional, diferencia igual a -0.588 , $p = .006$; y también, en la comparación diseños con tradicional, diferencia igual a -0.588 , $p = .011$.

Tabla 21

Comparaciones posteriores para las diferencias de medias de decisiones sobre la tareas de la prueba estadística en la resolución de problemas inferenciales

Comparaciones post hoc		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Causalidad	Diseños	0.000	0.167	1.000	-0.41	0.41
	Tradicional	-,588*	0.186	0.006	-1.04	-0.14
Diseños	Causalidad	0.000	0.167	1.000	-0.41	0.41
	Tradicional	-,588*	0.199	0.011	-1.07	-0.11
Tradicional	Causalidad	,588*	0.186	0.006	0.14	1.04
	Diseños	,588*	0.199	0.011	0.11	1.07

Determinando diferencias en la secuencia de decisiones sobre los resultados de la prueba estadística entre las condiciones de contenidos de causalidad, de diseños de investigación y de contenido tradicional.

Las medias para las puntuaciones en la secuencia de decisiones sobre los resultados se ven en la tabla 22. La media mayor corresponde la condición tradicional ($M = 1.91$), para la condición causalidad $M = 1.04$, y para la condición diseños $M = 0.73$.

Tabla 22

Estadística descriptiva para la comparación de medias en la secuencia de decisiones sobre los resultados de una prueba estadística en la resolución de problemas inferenciales

Condición experimental	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media			
					Límite inferior	Límite superior	Mínimo	Máximo
Causalidad	51	1.04	2.332	0.327	0.38	1.70	0	9
Diseños	51	0.73	1.443	0.202	0.32	1.13	0	6
Tradicional	54	1.91	2.104	0.286	1.33	2.48	0	6
Total	156	1.24	2.048	0.164	0.91	1.56	0	9

La prueba de Levene de homogeneidad de varianza, señala que las distribuciones no son homogéneas $F(2, 153) = 7.199, p = .001$. En la tabla 23 se comprueba que hay diferencias significativas entre las condiciones con $F(2, 153) = 4.962, p = .008$. el análisis post hoc se efectuará con la prueba T3 de Dunnett.

Tabla 23

AVAR para la comparación de medias en la secuencia de decisiones sobre los resultados de una prueba estadística en la resolución de problemas inferenciales

Fuente de varianza	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	39.609	2	19.804	4.962	0.008
Dentro de grupos	610.615	153	3.991		
Total	650.224	155			

En la tabla 24 se observan las comparaciones entre las tres condiciones. Las probabilidades indican que hay diferencias significativas entre la condición diseños y la condición tradicional (diferencia = -1.182) con $p = .003$. No hay diferencias entre causalidad y diseños, o en la comparación causalidad-tradicional.

Tabla 24

Estadística post hoc para la comparación de medias en la secuencia de decisiones sobre los resultados de una prueba estadística en la resolución de problemas inferenciales

Comparaciones post hoc		Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Causalidad	Diseños	0.314	0.384	0.799	-0.62	1.25
	Tradicional	-0.868	0.434	0.137	-1.92	0.19
Diseños	Causalidad	-0.314	0.384	0.799	-1.25	0.62
	Tradicional	-1,182*	0.350	0.003	-2.03	-0.33
Tradicional	Causalidad	0.868	0.434	0.137	-0.19	1.92
	Diseños	1,182*	0.350	0.003	0.33	2.03

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

Los resultados no apoyan la hipótesis de la investigación, la cual versaba en el sentido que, la inclusión de los conceptos de causalidad y diseños de investigación incrementarían la resolución de problemas de estadística inferencial.

La hipótesis se basó en la lógica que tanto los conceptos de causalidad como los de diseños experimentales conformarían un medio de aprendizaje significativo para la prueba de hipótesis. Es decir, en la condición de causalidad, el reconocer que todas las personas necesitan identificar las fuentes de causalidad y que hay estrategias lógicas formales para encontrar causas, podría funcionar como un contexto de pensamiento para reconocer que en alguna experiencia cotidiana lo pudieron usar y, en segundo contexto y más importante, es lo que necesitamos reconocer para hacer una psicología científica: fuentes de causa para los fenómenos psicológicos. Igualmente, la inclusión de conceptos de diseños de investigación se propuso como una de las herramientas básicas de la investigación científica.

Dado que en la investigación psicológica, las herramientas de los diseños de investigación y la estadística inferencial son muy utilizadas, parecía intentar probar si estos conceptos podrían incrementar el rendimiento en los problemas estadísticos.

Los datos muestran que no se lograron incrementos de aprendizajes importantes. Por el contrario los aprendizajes fueron menores que con los contenidos tradicionales.

Al ser las medias de las condiciones experimentales, menores que las media de la condición control, no se valida la hipótesis de la investigación.

Se hace difícil comparar estos resultados con otros trabajos de la comunidad científico psicológica nacional o internacional. Esto en primer lugar, por la naturaleza específica del problema de investigación: no se encontró investigación científica sobre la resolución de problemas de estadística inferencial o de prueba de hipótesis. En segundo lugar, una gran proporción de artículos que informan de estadística aplicada a las profesiones, tienen un enfoque más bien teórico, de crítica o desiderativo, pero no un enfoque de mejora de procesos de aprendizaje.

Bajo el enfoque de mejoramiento de la instrucción (Davis et al., 1990), la inclusión de estos conceptos debieron de haber funcionado como conceptos habilitadores al responder a un problema de contenido y secuencia. Por el contrario, los resultados revelan que no se comportan como conceptos habilitadores y que, por el contrario, serían más bien, conceptos de interferencia.

Los aportes relativos a los objetivos y tendencias de enseñanza permiten un primer grupo de comparaciones de los presentes resultados. Gal (2002) reclamó la falta de situaciones de vida, sin nexos significativos, sino más bien conceptuales. Montenegro y Tarres (2004) pedían actividades motivadoras con participación activa del alumno. Los resultados indicarían que la inclusión de más conceptos, no son necesariamente motivadores, activos ni significativos. Gallese (2000) sugiere trabajar con proyectos y lograr datos reales, que sería la forma de vincular el concepto y la experiencia.

Batanero reclamó la inclusión de tecnologías de información, sin embargo, la experiencia implicaba la ejecución de problemas en computadora, y no resultó en aprendizajes mejores.

La inclusión de métodos problémicos, solicitado por Medina (2011), no parece ser la solución, al menos, no en un corto tiempo de reflexión y solución. Medina indica que este método necesitaría un mayor tiempo para la reflexión. En la experiencia presente, el estudiante disponía máximo de 5 minutos para resolver el problema. En un enfoque de resolución de problemas, en el que se pueden listar las alternativas de solución posible, es necesario un mayor tiempo de reflexión.

Las comparaciones con las investigaciones que se enfocan en conceptos particulares de la estadística, son igualmente complicadas. En un dominio de contenidos tan numerosos y con tanta amplitud de aplicación en todas las ciencias y profesiones, no siempre se coincide en el problema de investigación. Retamal et al. (2007), Tauber et al. (2004), Ledesma (2009) estudiaron las distribuciones muestrales, la distribución normal y la distribución Poisson. De ninguna forma son comparables con la esencia de esta investigación.

En la presente investigación, el uso de computadoras y software fue importante en la enseñanza de la corrida o ejecución de pruebas estadísticas. Las clases consistían en una exposición de la base teórica respaldada por presentaciones de diapositivas electrónicas y modelado de corridas de cada herramienta estadística programada en el silabo de la asignatura. Este método permite comparaciones con otras investigaciones en las que el método de enseñanza es el problema de interés.

Charría et al. (2005), López et al. (s/f), Carrizales y Silva (2005) y Díaz et al. (2014) concluyen que no existe un único método. Las asignaturas deberían organizarse para proveer de experiencias significativas, en un amplio sentido: de la realidad social, cultural, familiar y personal. En la investigación en discusión, se presentaron temas relacionados a la psicología con sus bases de datos, relacionados a los aspectos mencionados; pero, no se puede asegurar que estos formaran parte de la historia personal de cada estudiante.

El segundo aporte está en relación al uso del aprendizaje basado en proyectos. En la presente, un método combinado entre presentación teórica con práctica programada en computadoras de manera individual no logró aprendizajes óptimos. Díaz et al. (2004), Montenegro & Tarres (2006) señalan las ventajas del uso de proyectos, especialmente en equipos de trabajo. Los proyectos, con temas elegidos por los estudiantes, motivarían al trabajo, ejercitaría el trabajo colaborativo, permitiría la práctica de todos los aspectos del trabajo estadístico, desde la búsqueda del problema hasta el reporte de investigación. Este método podría hacer más significativo el aprendizaje.

En algunos trabajos incluidos en el marco teórico, si bien se logran algunas mejoras de aprendizaje, estas mejoras no son necesariamente significativas. Para el caso de Cañadas y Carbalho, una diferencia de 2.7 puntos entre el antes y después; o los resultados de Montenegro y Tarrés, quienes señalan calificaciones de estudiantes que superaron 75 sobre 100 puntos; o las calificaciones de estudiantes en la experiencia de Gorina y Alonso (2004) que resultaron *Favorables* y *Muy favorables*. Sin embargo, éstos muestran alguna mejoría en el aprendizaje, mientras que en la presente experiencia, los resultados son opuestos, paradójicos.

La hipótesis del objetivo específico 1 señalaba que los estudiantes que recibieran el contenido de conceptos de investigación lograrían un mayor promedio que aquellos que recibieran los conceptos de causalidad. Los datos no apoyan la hipótesis, ya que las medias no se diferencian significativamente.

Como el instrumento permitía valorar secuencias de decisiones del proceso de prueba de hipótesis, se hizo posible el planteamiento de objetivos específicos en los que se comparó el aprendizaje de cada uno de estos segmentos teniendo como variable independiente los contenidos experimentales.

En el objetivo específico 2, la hipótesis presumía la existencia de diferencias significativas en la secuencia de decisiones sobre las variables entre las condiciones experimentales. Los datos validan la hipótesis en el sentido general de la existencia de diferencias significativas. Sin embargo, valorando las comparaciones, la mayor media fue la de los contenidos tradicionales. No hay diferencias entre las condiciones causalidad y diseños.

Con el objetivo específico 3, se presumía la presencia de diferencias significativas en los promedios para las secuencias de decisiones sobre las hipótesis y la selección de la prueba estadística. Los datos no permiten valorar esta hipótesis, ya que en este segmento de decisiones de la prueba de hipótesis no hay diferencias significativas.

El objetivo específico 4 suponía una hipótesis de diferencias significativas en los promedios de las secuencias de decisiones sobre la sucesión de tareas de una prueba estadística entre las condiciones experimentales. Los datos permiten validar la hipótesis específica 4. Hay diferencias significativas en este segmento de decisiones. Sin embargo, la única diferencia significativa corresponde a las

condiciones tradicional contra causalidad, con una mayor media en el contenido tradicional. Una diferencia no necesariamente deseable para el investigador.

La hipótesis específica 5 indicaba la existencia de diferencias significativas en las medias sobre las decisiones en los resultados de las pruebas estadísticas. Los datos permiten validar esta hipótesis, ya que sí se determinó la existencia de diferencias significativas, la media de la condición tradicional fue mayor que la condición diseños, más no así con la condición causalidad.

Nuevamente la condición de contenido tradicional resulta con las mayores medias en casi todas las comparaciones experimentales.

Este efecto paradójico podría tener algunas de las siguientes probables causas: a) que el grupo de contenido Tradicional (grupo control) se haya conformado con estudiantes con buenas habilidades o competencias para entender la estadística, b) que los alumnos del grupo *Tradicional* hayan tenido más tiempo de estudio, d) que el método de evaluación usado en la experiencia haya provocado efectos emocionales indeseados y perturbadores, y e) que al ser alumnos de primer año no poseen un repertorio cognoscitivo necesario.

5.1 Los alumnos del grupo control y sus competencias estadísticas o matemáticas.

Es posible que por efectos del azar, en el aula que salió sorteada como grupo control, se hallen congregados alumnos con más capacidades para la estadística. Esta posibilidad es un hecho muy poco probable porque la matrícula es casi un acto aleatorio en el sentido que no se programa en función al puntaje de ingreso o al promedio de notas de colegio. Además, la ubicación en un aula es un sorteo. Como la mayoría de alumnos desean estudiar en el turno mañana, la dirección de la

escuela profesional realiza un sorteo para ubicar a los alumnos por aula mediante un sistema de completamiento de cupos. Luego de estos dos sorteos, como ya se dijo, también se sorteó la condición que cumplió cada sección en la investigación.

Se hace difícil otorgar peso a esta posible causa, sin embargo, en la medida que es una posibilidad, este hecho pudo haber ocurrido.

Una forma de controlar este efecto sería el construir los grupos experimentales transversalmente a los salones, es decir que en cada salón hubiera alumnos en las tres condiciones, sin embargo esto haría difícil el control de la variable independiente.

5.2 Más tiempo de estudio en el grupo con contenido tradicional (grupo control)

La semana de evaluaciones empezó un miércoles con la evaluación del grupo con la condición *Diseños de investigación*. El día siguiente, jueves, el grupo con la condición *Causalidad*, y el viernes de la misma semana el grupo con contenido *Tradicional* o control. Es posible que esas 24 o 48 horas, respectivamente, hayan beneficiado a los estudiantes del grupo control. Es un lapso en el que el estudiante pudo estudiar o practicar de seguro más veces que las secciones previas. Además, es probable que las interacciones sociales entre alumnos, teniendo como objetivo saber cómo fue el examen, qué se preguntó, qué test estadístico ejecutó, y lo más importante, cómo lo resolvió o en qué se falló, pueden haber facilitado más práctica y preparación en el grupo control.

Una alternativa de control sería la de utilizar una sola fecha para la evaluación. Pero dado el elevado número de alumnos, habría que reducir los

grupos a una muestra objetivo con control ciego o doble ciego. Centrarse especialmente a un reducido número de estudiantes en un único día de evaluación.

5.3 El método de evaluación y los efectos emocionales indeseados perturbadores

Es conocido que las evaluaciones educen en los estudiantes efectos emocionales (Fernández, González y Trianes, 2015; Álvarez, Aguilar y Lorenzo, 2012; Martín, 2007). En los extremos de los efectos, el alumno no emite palabras y/o no emite las conductas necesarias para hacer evidente el aprendizaje solicitado. Esto ocurre en las evaluaciones escritas u orales. Es posible que haya ocurrido una maximización de estos efectos ya que el alumno debía realizar operaciones y verbalizar características, criterios o razones, pistas por las cuales toma una decisión.

En ningún caso, el método de evaluación fue una sorpresa porque se ensayó la forma una semana antes y la lista de chequeo, la herramienta de evaluación fue entregada al iniciar el semestre.

Una forma de controlar esto sería más exámenes similares previos. Por ejemplo, exámenes similares para cada test estadístico, o, una alternativa interesante, evaluar con lista de chequeo cada segmento de decisiones que completan la prueba de hipótesis o los problemas inferenciales.

5.4 Posible falta de repertorio cognoscitivo en los alumnos de primer año

Uno de los requisitos básicos para emprender una investigación científica implica el amplio o buen conocimiento del campo de interés. Se calcula que el convertirse en un experto lleva un promedio de 5 años, en el menor de los tiempos 3 años. Es posible que esta falta de experticia se convierta en uno de los factores

para el aprendizaje de estadística, en general y, para la solución de problemas inferenciales, en particular.

El aprendizaje de paradigmas, teorías y modelos y o marcos conceptuales de la psicología y su problemática, puede ser otra posible causa del bajo rendimiento en los grupos experimentales e incluso del grupo control, ya que la media obtenida (12.17) no revela un rendimiento calificable como *Muy Bueno*.

Es posible que los conceptos de diseños y de causalidad no se entiendan porque aún no están plenamente aprendidos los marcos de referencia de la causalidad del comportamiento. Los paradigmas, las teorías y los modelos presentan variables organizadas en términos de relaciones causales predefinidas por los autores y podría ser parte de la formación del pensamiento de un científico. Aprender este aspecto formal podría ser proactivo del aprendizaje de la estadística.

Pero para esto no hay solución en un diseño de investigación. Los alumnos aprenderán en la medida que avancen en los cursos complementarios, y ganen experiencia que les ayude a discriminar sus intereses dentro de la psicología.

Encontrar los factores de los cuáles depende el aprendizaje de la estadística aplicada a la investigación, sigue siendo un objetivo de importancia para la comunidad psicológica y para las instituciones universitarias. La presente experiencia permite esclarecer que las herramientas conceptuales sobre causalidad y de diseños de investigación no son relevantes. Hay que perseverar en la búsqueda de los factores que mejoran los aprendizajes.

El instrumento de medición valora secuencia de decisiones de la prueba de hipótesis, dividiendo el proceso en 5 segmentos (ver tabla 3). Se evaluó la posibilidad de comparar el rendimiento entre segmentos para establecer qué

grados de dificultad comparada presentaban. Sin embargo, al referirse a conductas diferentes y poseer diferente número de items, se desechó la comparación.

Un análisis plausible es el de la independencia o relación de precedencia de entre segmentos. El enfoque de mejoramiento de la instrucción (Davis et al., 1990) sugiere que existe una secuencia necesaria para el aprendizaje de una conducta meta. De no ser así, los estudiantes se sentirán desorientados y no tendrán un buen rendimiento. Un análisis cualitativo indica que los segmentos son independientes y que aprender uno no garantiza el aprendizaje del siguiente.

En todo caso, queda pendiente la demostración experimental de las siguientes preguntas: ¿son los segmentos independientes? ¿existe una relación de precedencia que permita que el posterior segmento se aprenda mejor?

CONCLUSIONES

Los conceptos de causalidad y diseños de investigación no incrementan la resolución de problemas de estadística inferencial ya que las medias de las condiciones experimentales, son menores que las media de la condición control.

La inclusión de los conceptos de diseños de investigación no incrementa la resolución de problemas de estadística inferencial que los que provoca la inclusión de los diseños de causalidad.

Existen diferencias significativas en el segmento de decisiones sobre las variables en la resolución de problemas inferenciales entre las condiciones de causalidad, diseños de investigación y tradicional. La media de la condición tradicional se muestra mayor que las condiciones experimentales.

No existen diferencias significativas en las secuencia de decisiones sobre las hipótesis y la selección de la prueba estadística entre las condiciones de contenidos de causalidad, de diseños de investigación y contenido tradicional, en la resolución de problemas inferenciales.

Se encontraron diferencias significativas en el segmento de las secuencias de decisiones de tareas al ejecutar una prueba estadística en problemas de estadística inferencial entre las condiciones experimentales. La media de la condición con contenidos tradicional se mostró mayor que las medias de las condiciones causalidad y diseños de investigación.

Se encontraron diferencias significativas en el segmento de decisiones sobre los resultados de la prueba estadística en la resolución de problemas de estadística

inferencial entre las condiciones experimentales. La media de la condición con contenido tradicional se mostró mayor que las medias de las condiciones causalidad y diseños de investigación.

RECOMENDACIONES

1. Abordar el aprendizaje como un encadenamiento paso por paso, en los que los conceptos previos deberán ser completamente aprendidos para avanzar al siguiente paso de la cadena de resolución.
2. Dividir el proceso de la resolución de problemas de estadística inferencial en segmentos relativos al tipo de discriminaciones y evaluar el aprendizaje en cada segmento.
3. Reducir las reacciones emocionales en los momentos del examen final incrementando el número de situaciones de evaluación con una metodología similar.
4. Incorporar una medida de las competencias matemáticas de los estudiantes, así como de las actitudes hacia la asignatura y los problemas para construir una ecuación predictiva.
5. Incorporar el trabajo basado en proyectos para incrementar el potencial significativos de las experiencias en al aprendizaje de estadística.

REFERENCIAS

- Alejandro, A. (26 de Junio de 2017). *Jamovi otra poderosa alternativa a IBM SPSS*.
Obtenido de Equipu: <https://www.e-quipu.pe/publication/jamovi-otra-poderosa-alternativa-a-ibm-spss->
- Álvarez, J., Aguilar, J., & Lorenzo, J. (2012). La ansiedad ante los exámenes en
esudiantes universitarios: Relaciones con variables personales y
académicas. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*,
10(26), 333-354. Obtenido de
<http://ojs.ual.es/ojs/index.php/EJREP/article/view/1497>
- Batanero, C. (2001). *Didáctica de la estadística. Grupo de investigación en
Educación estadística*. Departamento de Didáctica de la Matemática.
Universidad de Granada: España.
- Batanero, C. (2002). Presente y futuro de la educación estadística. En (Ed.). . En
M. Beltrán, *Jornades Europees d'estadística. L'ensnyament i la difusió de
l'estadística* (págs. 431-442). Palma de Mallorca: Instituto Balear de
Estadística.
- Bejar, R., & Grima, P. (2004). La estadística en la educación superior ¿Formamos
pensamiento estadístico? *Ingeniería y Competitividad. Revista de
divulgación del desarrollo científico y tecnológico*, 5 (2) 84 – 90.

- Burga, A. (2010). Valoración de objetivos en la enseñanza de la estadística en estudiantes de Psicología. *Persona, enero-diciembre*(13), 111_124.
- Campbell, D. T., & Stanley, J. C. (1966). *Experimental and quasi-experimental designs for research*. Chicago: Rand McNally.
- Cantú Martínez, P. C., & Gómez Guzmán, L. G. (2003). El valor de la estadística para la salud pública. *Revista Salud Pública y Nutrición* 4, 1.
- Cañadas, G., & Carvalho, C. (2013). Reflexiones en torno de un curso de estadística en enseñanza superior: un ejemplo con estudiantes de psicología. *EM TEIA Revista de Educação Matemática e Tecnológica Iberoamericana*, 4(1), 1-21. Obtenido de <https://periodicos.ufpe.br/revistas/emteia/article/download/2242/1814>
- Carrizales, J., & Silva, J. (13 de Julio de 2005). *Enseñanza de la Estadística usando aprendizaje por proyecto (ApP) y tecnologías de la información y las Comunicaciones (TIC) en la Universidad Bolivariana de Venezuela (UBV)*. Recuperado el 16 de Junio de 2012, de [aporrea.org](http://www.aporrea.org): <http://www.aporrea.org/educación/a15346.html>
- Charría, V., Marín, M., & Soto, A. (2005). La enseñanza de la estadística inferencial. Un estudio de caso en la Pontificia Universidad Javeriana Cali. *Pensamiento Psicológico*, 1 (5) 37 – 56.
- Copi, I., & Cohen, C. (2007). *Introducción a la lógica*. México: Limusa S. A.
- Cozby, P. (2009). *Methods in behavioral research*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.

- Cuétera, Y., Salcedo, I., & Díaz, M. (Julio-septiembre de 2016). La enseñanza de la estadística: antecedentes y actualidad en el contexto internacional y nacional. *Atenas Revista Científico Pedagógica*, 3(35), 125-140. Obtenido de <https://atenas.reduniv.edu.cu/index.php/atenas/article/view/222/410>
- Davis, R., Alexander, L., & Yelon, S. (1990). *Diseño de sistemas de aprendizaje. Un enfoque del mejoramiento de la instrucción*. México: Editorial Trillas.
- Deacon, J. (s.f.). *THE REALLY EASY STATISTICS SITE*. Recuperado el 16 de junio de 2012, de Biology Teaching Organisation, University of Edinburgh: <http://www.biology.ed.ac.uk/research/groups/jdeacon/statistics/tress1.html#>
THE REALLY EASY STATISTICS SITE
- Díaz, D., Aguayo, C., & Cortés, C. (2014). Enseñanza de la estadística mediante proyectos y su relación con teorías de aprendizaje. *Revista Premisa*, 15(62), 16-23. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/276269094_Ensenanza_de_la_estadistica_mediante_proyectos_y_su_relacion_con_teorias_de_aprendizaje
- Faul, F., Erdfelder, E., Lang, A., & Buchner, A. (2007). G*Power 3: A flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior Research Methods*, 39(2), 175-191. doi:10.3758/bf03193146
- Fernández, L., González, A., & Trianes, M. (2015). Relaciones entre estrés académico, apoyo social, optimismo-pesimismo y autoestima en estudiantes universitarios. *Electronic Journal of Research in Educational Psychology*, 13(35), 111-130. Obtenido de <http://ojs.ual.es/ojs/index.php/EJREP/article/view/1636>

- Gagné, R. (1971). *Las condiciones del aprendizaje*. Madrid: Aguilar.
- Gal, I. (2002). Adult's statistical literacy: meaning, components, responsibility. *International Statistical Review* 70(1), 1-25.
- Gallese, E. (2000). Problemática sobre la enseñanza y aprendizaje de la estadística en carreras no estadísticas. *Quintas Jornadas Investigaciones en la Facultad de Ciencias Económicas y Estadística*. (págs. 310-320). Rosario: Universidad Nacional de Rosario.
- Geogebra.org. (s.f.). Obtenido de <https://www.geogebra.org/>
- Gil, A. (2009). WEB para la enseñanza de la estadística. *Revista de Didáctica de las matemáticas.*, 71, 133 – 137.
- Gonzales, M., Casini, R., & Padro, O. (s/f). Aplicación de nuevas tecnologías en la enseñanza de estadística. Una experiencia ante diferentes propuestas educativas de universidades públicas y privadas de la ciudad de Córdoba – República Argentina.
- Goodwin, J. (2010). *Research in Psychology. Methods and design*. USA: Wiley & Sons Inc.
- Gorina, A., & Alonso, I. (Maio-Agosto de 2014). Un sistema de procedimientos didácticos para potenciar la formación del pensamiento estadístico en el nivel universitario. *Revista Órbita Pedagógica*, 1(2), 41-54. Obtenido de <https://bit.ly/2wmmXDV>
- Greene, J., & D'Oliveira, M. (1984). *Pruebas estadísticas para psicología y ciencias sociales*. Bogotá: Norma.

- Gregory, R. (2012). *Pruebas psicológicas Historia, principios y aplicaciones*. México: Pearson.
- Heiman, G. (2011). *Basic Statistics for the Behavioral Sciences*. California: Wadsworth Cengage Learning.
- Hervias, E. (2012). *Un modelo de decisiones y acciones implicadas en la resolución de una prueba de hipótesis y una lista de chequeo resultante*. Documento inédito: Facultad de Psicología - Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima.
- Howell, D. (2010). *Statistical Methods for Psychology*. Belmont, CA: Cengage Wadsworth.
- Inzunza, S. (2014). GeoGebra Una herramienta cognitiva para la enseñanza de la probabilidad. *Congreso Iberoamericano de Ciencia, Tecnología, Innovación y Educación*, (págs. 1-11). Buenos Aires. Obtenido de <https://www.oei.es/historico/congreso2014/memoriactei/104.pdf>
- Kantowitz, B., Roediger, H., & Elmes, D. (2009). *Experimental Psychology*. Wadsworth: Cengage Learning.
- Kerlinger, F. N. (1985). *Investigación del comportamiento. Técnicas y metodología*. México: Interamericana.
- Klausmeier, H., & Goowin, W. (1977). *Psicología educativa: habilidades humanas y aprendizaje*. México: Harla.
- Ledesma, A. I. (2009). Una aplicación del proceso de poisson en la enseñanza y aprendizaje de la estadística. *II Jornadas de Enseñanza e Investigación*

- Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales* (págs. 62-68).
La Plata: Universidad Nacional de la Plata.
- Ledesma, R., Valero-Mora, P., & Molina, J. (2010). Vista: Un software para la enseñanza de la estadística y la psicometría. *Revista Argentina de ciencias del comportamiento.*, 2 (2) 52 – 59.
- López, M., Lagunes, C., & Herrera, S. (s/f). La enseñanza de la estadística, una experiencia de aprendizaje para administradores. *Facultad de Ciencias Educativas. UNACAR.*
- Magnusson, D. (1990). *Teoría de los test*. México: Trillas.
- Mann, P., & Lacke, C. (2010). *Introductory Statistics*. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Martín, I. (2007). Estrés académico en estudiantes universitarios. *Apuntes de Psicología*, 25(1), 87-99. Obtenido de http://copao.cop.es/files/contenidos/VOL25_1_7.pdf
- Martínez, D., & Milla, A. (2005). *La elaboración del plan estratégico y su implantación a través del cuadro de mando integral*. España: Ediciones Díaz de Santos.
- Medina, N. (2011). Estrategia didáctica para la formación del pensamiento estadístico en los estudiantes. *Pedagogía Universitaria*, XVI(4), 136-159. Obtenido de cvi.mes.edu.cu/peduniv/index.php/peduniv/article/download/91/89

- Montenegro, S. M., & Tarrés, M. C. (2001). Modelo de aprendizaje de la estadística en el marco de la metodología científica. Un problema basado en datos reales. *Jornades europees d'stadística. L'ensenyament i la difusió de l'estadística* (págs. 361-368). Illes Balears: Son Espanyolet.
- Montenegro, S. M., & Tarrés, M. C. (10 de Agosto de 2004). *Implementación de la enseñanza de fundamentos estadísticos para la construcción y análisis de datos biomédicos con participación activa de los estudiantes*. Recuperado el 18 de Mayo de 2012, de Revista Digital Universitaria: <http://www.revista.unam.mx/vol.7/num7/art57/art57.htm>
- Montero, M., Roldan, J., & Marmolejo, J. (2009). New tendencies in the teaching and the learning in statistics. *Revista Investigación Operacional*, 30 (1) 61 – 67.
- Moreno, R. (2010). *Educational Psychology*. Baskerville: John Wiley & Sons.
- Narayanachar, P., Ramaiah, S., & Manjunath, B. (2016). *A Course in Statistics with R*. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd.
- Perales, F. (1993). Resolución de problemas: una revisión estructurada. *Enseñanza de las ciencias*, 11(2), 170-178. Recuperado el 15 de enero de 2018, de https://www.researchgate.net/publication/31891805_La_resolucion_de_problemas_una_revision_estructurada
- Ponteville, C. (2014). ¿Para qué enseñamos estadística? En P. Lestón, *Acta Latinoamericana de Matemática Educativa* (Vol. 27, págs. 517-525). México D. F.: Colegio Mexicano de Matemática Educativa A. C. y Comité

Latinoamericano de Matemática Educativa A. C. Obtenido de <http://clame.org.mx/uploads/actas/alme27.pdf>

Price, L. (2017). *Psychometric Methods Theory into Practice*. NY: The Guilford Press.

Reif, F. (1983). How can chemists teach problem solving? Suggestions derived from studies of cognitive processes. *Journal Chemical Education*, 60(11), 948-953.

Retamal, L., Alvarado, H., & Rebolledo, R. (2007). Comprensión de las distribuciones muestrales en un curso de estadística para ingenieros. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 15 (2) 6 – 17.

Robson, C. (1980). Psicología practica y estadística. En J. Radford, & D. Rose, *Enseñanza de la psicología. Métodos, áreas y aplicaciones* (págs. 211 – 236). México: LIMUSA.

Salcedo, A. (2008). Estadística para no especialistas: un reto de la educación a distancia . *Revista de pedagogía*, 29 (84) 145 – 172.

Santrock, J. (2011). *Educational Psychology*. New York: McGraw-Hill.

Shaughnessy, J. J., Zechmeister, E. B., & Zechmeister, J. S. (2012). *Research methods in psychology*. Nueva York: McGraw-Hill.

Siegle, D. (2000. 2017). Reliability Calculator Excel Spreadsheet to Calculate Instrument. Connecticut, United States. Obtenido de <https://researchbasics.education.uconn.edu/excel-spreadsheet-to-calculate-instrument-reliability-estimates/#>

Tauber, L., Sánchez, V., & Batanero, C. (2004). Diseño, implementación y análisis de una secuencia de enseñanza de la distribución normal en un curso universitario. *Revista EMA. Investigación e Innovación en Educación Matemática*, 9(2), 82–105.

ANEXOS

ANEXO A

CONSENTIMIENTO

Yo, _____, identificado con DNI N° _____; estudiante del segundo ciclo de la Facultad de Psicología de la Universidad _____, declaro estar en pleno conocimiento de lo siguiente:

1. Como alumno del curso de estadística inferencial, participare en una investigación en el que se evaluará la inclusión conceptos de causalidad y diseños experimentales en mi aprendizaje de resolución de problemas de estadística inferencial.
2. Mi participación consistirá en aprender, por medio de lectura y asistencia a clase los conceptos indicados en el párrafo anterior.
3. Los resultados de mi aprendizaje se medirán con un examen, el cual además es parte de la evaluación del curso.
4. Autorizo al director de la investigación a usar los datos de mi aprendizaje, mis notas, en el análisis de los resultados de la investigación.
5. Mi autorización expresa sólo es para esta única investigación.
6. Asimismo el investigador se compromete a mostrarme los resultados de la misma en el momento que yo lo desee.
7. En conformidad de todo lo anteriormente mencionado es que firmo el presente consentimiento.

Lima, _____ de _____ de 2017

ANEXO B

LISTAS DE CHEQUEO

NOMBRES Y APELLIDOS: _____

DNI: _____

LISTA DE CHEQUEO DEL PROCESO DE TOMA DE DECISION EN UNA PRUEBA DE HIPÓTESIS EN DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN (HERVIAS, 2012)

FORMA CAUSALIDAD

ITEMS DE LISTA DE CHEQUEO	SI	NO
1. Reconoce la variable independiente (VI) como continua o discreta		
2. Enuncia por lo menos una característica o propiedad por el que reconoce el tipo de VI.		
3. Reconoce el nivel de medición de la variable independiente		
4. Enuncia por lo menos una característica o propiedad por el que reconoce el nivel de medición de la VI.		
5. Reconoce la variable dependiente (VD) como continua o discreta		
6. Enuncia por lo menos una característica o propiedad en el reconocimiento de la VD.		
7. Reconoce el nivel de medición de la variable Dependiente.		
8. Enuncia por lo menos una característica o propiedad en el reconocimiento del nivel de medición de la VD.		
9. Identifica el número de grupos		
10. Reconoce si los grupos son relacionados o independientes		
11. Reconoce si cada grupo es estadísticamente grande o pequeño		
12. Reconoce la estrategia lógica de la investigación		

ITEMS DE LISTA DE CHEQUEO	SI	NO
13. Enuncia características que permiten el reconocimiento de la lógica de la investigación		
14. Enuncia hipótesis nula		
15. Enuncia la ecuación de la hipótesis nula		
16. Enuncia hipótesis alterna		
17. Enuncia la ecuación de la hipótesis alterna		
18. Identifica la prueba estadística más apropiada a la prueba de hipótesis		
19. Enuncia característica o particularidades que permiten el reconocimiento de la prueba estadística		
20. Verifica normalidad de datos		
21. Ejecuta prueba estadística en el computador		
22. Lee tablas precedentes y pertinentes en la salida o resultados		
23. Identifica la significación de la prueba		
24. Compara la significación obtenida con la significación teórica		
25. Acepta o rechaza la hipótesis nula correctamente		
26. Interpreta la relación resultante entre las variables independiente y dependiente		
27. En la interpretación de los resultados, ubica correctamente la función de cada variable		
28. Incluye la probabilidad de error en la decisión tomada		

NOMBRES Y APELLIDOS: _____

DNI: _____

LISTA DE CHEQUEO DEL PROCESO DE TOMA DE DECISION EN UNA PRUEBA DE HIPÓTESIS EN DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN (HERVIAS 2012)

FORMA DISEÑOS

ITEMS DE LISTA DE CHEQUEO	SI	NO
1. Reconoce la variable independiente (VI) como continua o discreta		
2. Enuncia por lo menos una característica o propiedad por el que reconoce el tipo de VI.		
3. Reconoce el nivel de medición de la variable independiente		
4. Enuncia por lo menos una característica o propiedad por el que reconoce el nivel de medición de la VI.		
5. Reconoce la variable dependiente (VD) como continua o discreta		
6. Enuncia por lo menos una característica o propiedad en el reconocimiento de la VD.		
7. Reconoce el nivel de medición de la variable Dependiente.		
8. Enuncia por lo menos una característica o propiedad en el reconocimiento del nivel de medición de la VD.		
9. Identifica el número de grupos		
10. Reconoce si los grupos son relacionados o independientes		
11. Reconoce si cada grupo es estadísticamente grande o pequeño		
12. Nombra el diseño de investigación		
13. Enuncia características o particularidades que permiten el reconocimiento del diseño de investigación		

ITEMS DE LISTA DE CHEQUEO	SI	NO
14. Enuncia hipótesis nula		
15. Enuncia la ecuación de la hipótesis nula		
16. Enuncia hipótesis alterna		
17. Enuncia la ecuación de la hipótesis alterna		
18. Identifica la prueba estadística más apropiada a la prueba de hipótesis		
19. Enuncia característica o particularidades que permiten el reconocimiento de la prueba estadística		
20. Verifica normalidad de datos		
21. Ejecuta prueba estadística en el computador		
22. Lee tablas precedentes y pertinentes en la salida o resultados		
23. Identifica la significación de la prueba		
24. Compara la significación obtenida con la significación teórica		
25. Acepta o rechaza la hipótesis nula correctamente		
26. Interpreta la relación resultante entre las variables independiente y dependiente		
27. En la interpretación de los resultados, ubica correctamente la función de cada variable		
28. Incluye la probabilidad de error en la decisión tomada		

NOMBRES Y APELLIDOS: _____

DNI: _____

LISTA DE CHEQUEO DEL PROCESO DE TOMA DE DECISION EN UNA PRUEBA DE HIPÓTESIS EN DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN (HERVIAS, 2012)

FORMA TRADICIONAL

ITEMS DE LISTA DE CHEQUEO	SI	NO
1. Reconoce la variable independiente (VI) como continua o discreta		
2. Enuncia por lo menos una característica o propiedad por el que reconoce el tipo de VI.		
3. Reconoce el nivel de medición de la variable independiente		
4. Enuncia por lo menos una característica o propiedad por el que reconoce el nivel de medición de la VI.		
5. Reconoce la variable dependiente (VD) como continua o discreta		
6. Enuncia por lo menos una característica o propiedad en el reconocimiento de la VD.		
7. Reconoce el nivel de medición de la variable Dependiente.		
8. Enuncia por lo menos una característica o propiedad en el reconocimiento del nivel de medición de la VD.		
9. Identifica el número de grupos		
10. Reconoce si los grupos son relacionados o independientes		
11. Reconoce si cada grupo es estadísticamente grande o pequeño		
12. Enuncia hipótesis nula		
13. Enuncia la ecuación de la hipótesis nula		

ITEMS DE LISTA DE CHEQUEO	SI	NO
14. Enuncia hipótesis alterna		
15. Enuncia la ecuación de la hipótesis alterna		
16. Identifica la prueba estadística más apropiada a la prueba de hipótesis		
17. Enuncia característica o particularidades que permiten el reconocimiento de la prueba estadística		
18. Verifica normalidad de datos		
19. Ejecuta prueba estadística en el computador		
20. Lee tablas precedentes y pertinentes en la salida o resultados		
21. Identifica la significación de la prueba		
22. Compara la significación obtenida con la significación teórica		
23. Acepta o rechaza la hipótesis nula correctamente		
24. Interpreta la relación resultante entre las variables independiente y dependiente		
25. En la interpretación de los resultados, ubica correctamente la función de cada variable		
26. Incluye la probabilidad de error en la decisión tomada		