

**OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS EN EL APRENDIZAJE  
SIGNIFICATIVO DE LOS TEST DE HIPÓTESIS  
ESTADÍSTICOS EN CIENCIAS EXPERIMENTALES**

**OBSTÁCULOS EPISTEMOLÓGICOS NA APRENDIZAGEM  
SIGNIFICATIVA DOS TESTES ESTATÍSTICOS NAS CIÊNCIAS  
EXPERIMENTAIS**

**María Florencia Walz  
Elena T. Fernández de Carrera**

Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe, Argentina/ fwalz@fcb.unl.edu.ar

**Resumen:**

La Estadística se ha convertido en la esencia del método científico. Surge así, la necesidad de introducirla como asignatura en todos los espacios curriculares de carreras universitarias, independientemente de su orientación. En la cual, uno de los temas ampliamente aplicados es “Test de Hipótesis”, herramienta poco comprendida. Considerándose algunos posibles obstáculos en el aprendizaje del concepto, se plantea: La intensificación de la enseñanza de los conceptos Población y Muestra y de las nociones derivadas de ellos: Parámetros y Estimadores para un aprendizaje significativo del tema Test de Hipótesis Estadístico. Se trabajó con dos cohortes de alumnos de un Profesorado en Biología. La cohorte 2005 conformó la muestra “Control” y la cohorte 2006 la muestra “Experimental”. Al “Control” se le dió Bioestadística según la metodología y planificación tradicional, al “Experimental” se efectuaron modificaciones en la planificación, contenidos y profundidad. La metodología incluyó la resolución de problemas reales, simulaciones y ejercicios aplicados diseñados bajo ciertos criterios pedagógicos. Se observó que la proporción de alumnos, que evidenció mejor

comprensión de los conceptos involucrados en los Test de Hipótesis, fue estadísticamente mayor en el grupo Experimental. Por lo que podría aceptarse que las estrategias didácticas incorporadas influyen positivamente en el aprendizaje significativo del tema.

**Palabras-claves:** Aprendizaje significativa. Test de hipótesis. Ciencias Experimentales.

### **Resumo:**

A Estatística converteu-se na essência do método científico. Surge, assim, a necessidade de introduzi-la como matéria em todos os espaços curriculares de carreiras universitárias. Um dos temas amplamente aplicados é o “Teste de Hipótese Estatístico”, ferramenta pouco compreendida. Considerando-se alguns possíveis obstáculos na aprendizagem, propõe-se a intensificação do ensino dos conceitos População e Amostra e de suas noções derivadas, Parâmetros e Estimadores, para uma aprendizagem significativa desse tema. Este texto é o resultado de estudo realizado com dois grupos de alunos do curso de Formação de Professores em Biologia. O grupo de 2005 fez parte da amostra “Controle”, e o grupo de 2006 fez parte da amostra “Experimental”. Com o “Grupo Controle”, trabalhou-se Bioestatística segundo metodologia e planejamento tradicionais; com o “Grupo Experimental”, efetuaram-se modificações no planejamento e aprofundamento dos conteúdos. A metodologia incluiu a resolução de problemas reais, simulações e exercícios aplicados, desenhados segundo certos critérios pedagógicos. Observou-se que a proporção de alunos que evidenciou melhor entendimento dos conceitos envolvidos nos Teste de Hipótese foi estatisticamente maior no “Grupo Experimental”. Assim, poder-se-ia aceitar que as estratégias didáticas incorporadas influem positivamente na aprendizagem significativa do tema.

**Palavras-chave:** Aprendizagem significativa. Teste de hipótese. Ciências Experimentais.

## **1. Introducción**

De la Estadística, existen fuertes indicios de su aplicación en las civilizaciones antiguas (BELL, 1949). Hay evidencias de que los egipcios la realizaban. También, en la Biblia se encuentra registrado el viaje de María y José a Belén para cumplir con los deseos de

los romanos de censar a la población; que según, Claudí Alsina (2008) esta iniciativa surge como un medio para controlar impuestos.

Su fuerte desarrollo posterior está unido al de la teoría de probabilidades. Christian Huygens (1629-1695) incentivado por Blaise Pascal (1623-1662) y Pierre de Fermat (1601-1665), escribe un libro en el que trata problemas derivados de los juegos de azar. Motivación surgida de un jugador de dados, el Caballero de Meré, quién le solicita ayuda a Pascal para conocer sus posibilidades de ganar (CARRERA, 2010).

Su introducción en las ciencias fue a partir de un estado de éstas en el que las prácticas, en principio, no científicas proporcionaban a la observación una materia homogénea y susceptible de un tratamiento (CANGUILHEM, 2009).

Actualmente, se ha convertido en la herramienta fundamental del método científico. Como consecuencia de esto, surge la necesidad de incorporar la Estadística como asignatura en todos los espacios curriculares de carreras universitarias, independientemente, del perfil u orientación de la misma. Esto obliga a una adaptación de la disciplina para cada caso particular, dando origen a lo que se denomina Estadística Aplicada.

Esta disciplina, como tal, es muy variada y tiene temas poco explorados. En consecuencia, podría decirse (y de hecho varios autores lo expresan así) que la misma se encuentra en sus comienzos; aunque avanza rápida y positivamente, incentivada por su ineludible utilidad en la investigación, la técnica y la vida profesional. Este progreso acelerado hizo y hace que su enseñanza tenga una problemática particular. Principalmente, asociada a los contenidos que sustentan los nuevos procedimientos, específicamente, aplicados que se alejan de la Matemática pura. Otra dificultad, que agrava la situación, es la distinta demanda de estadística según la formación u orientación del usuario, que lleva a tener que enseñar la disciplina a alumnos con capacidades y actitudes variables e, incluso, que no disponen de la misma base de conocimientos matemáticos o de cálculos o, lo que es más importante, carencia del desarrollo del pensamiento probabilístico.

La naturaleza probabilística imperante en la Estadística es muy diferente de la cultura determinista tradicional de la propia Matemática; no se puede, en consecuencia, emplear los principios generales de la enseñanza de esta disciplina en la enseñanza de la Estadística. Tanto es así que, investigaciones en Psicología sobre el razonamiento estocástico y sobre el desarrollo de las ideas estocásticas influyeron en la didáctica de la Estadística.

Respecto a esta, muchas investigaciones sugieren que “aprender Estadística” en ámbitos no matemáticos tiene como marco la teoría del aprendizaje del constructivismo, en la

que la estrategia educativa fundamental es apoyar al estudiante para solucionar un problema aplicado y ampliar su conocimiento mediante el análisis de una situación particular, formular un proyecto, comprobar hipótesis y comunicar resultados (OTTAVIANI, 2002).

La Estadística Inferencial, fundamento de la Estadística aplicada, está ampliamente difundida en investigaciones y experiencias prácticas de las Ciencias Experimentales. El rol que tiene en las conclusiones de estas investigaciones es muy importante. Particularmente, los *Test de hipótesis*, generan los mayores problemas y, generalmente, son aplicados por semejanza de situaciones o siguiendo un razonamiento, más bien comparativo, en la utilización y toma de decisión. Brewer (1986) declara al respecto que esta herramienta es, presumiblemente, la peor comprendida, la más confundida y de la que más se ha abusado en toda la Estadística Aplicada; llevando a un uso de los mismos en forma pragmática, con una confianza irrefutable, en la que no se contempla el *grado* de la veracidad de las conclusiones, lo que perjudica el discurso científico específico y reduce a la Estadística a mera técnicas que descartan su esencia: la probabilidad de tal verdad.

Al respecto, François Le Lionnais (1976) señala que la probabilidad nace como la meditación sobre los fenómenos concretos, tanto los de la vida corriente como los de las ciencias (físicas, biológicas, económicas, psicológicas y sociales, entre otras). Asumiéndose que la certeza en la verificabilidad de los resultados es imposible y, por lo tanto, el científico debe conformarse con una cierta probabilidad de ocurrencia de un suceso; éste cálculo fue posible a partir del nacimiento de la Teoría de la Probabilidad. Esta última se convirtió en el andamiaje de la estadística. Aunque, en sus comienzos, no fuera muy aceptada en el mundo no matemático. Así, por ejemplo, a Augusto Comte y Claude Bernard, en el siglo XIX, les costó admitir la validez del cálculo estadístico en Biología y la extensión de la matemática probabilística a las ciencias del hombre (CANGUILHEM, 2009).

Hoy en día, la teoría de probabilidades es la base del método científico. Pero, la no conceptualización genuina de la probabilidad como medida de la incertidumbre, puede resultar en creencias erróneas relacionadas a la interpretación de los resultados en el sentido de no asumir que los mismos no son absolutamente ciertos.

El concepto de probabilidad está estrechamente vinculado a la estadística inferencial: población, muestra/muestreo, variabilidad de los estimadores y sus distribuciones; los que, en concordancia con autores como Rubin (1991) y Well (1990), podrían constituir un obstáculo epistemológico para el planteo y razonamiento filosófico empleado en los test de hipótesis estadísticos, especialmente, en usuarios no matemáticos de las ciencias experimentales.

Así, la *Muestra* (en estadística) es la única evidencia de la que se dispone para obtener “la información más probable” de lo que ocurre en la población. Esta concepción implica vincular dos conceptos aparentemente opuestos: la representatividad muestral y la variabilidad muestral. Ambos requieren la disposición psíquica para aplicar el pensamiento inductivo, buscando hacer converger lo que se halle en la muestra a lo que se desconoce de la población. La comprensión de la funcionalidad independiente de cada uno de estos términos para explicar la *realidad más probable*, es la base para el entendimiento de los contrastes, sus conclusiones y la aceptación de posibles errores.

Por su parte, el concepto de *Población*, en estadística, difiere del término usado en áreas biológicas. La no caracterización del mismo obstaculiza, también, el pensamiento inductivo. Habitualmente, se realiza una amalgama entre ambos términos (principalmente cuando la población biológica es pequeña) al punto de no identificar si el conjunto de observaciones del que se dispone es una muestra o una población. Esta mala interpretación interfiere, luego, en la comprensión de los conceptos de parámetros y estimadores, en término de valor fijo verdadero y valor variable con *cierto grado de probabilidad asociada*, respectivamente. Esto impide la interpretación de la aproximación inferencial del estimador al parámetro, en el planteo de las hipótesis en los test.

Las representaciones erróneas de estos objetos podrían constituir un obstáculo epistemológico para el aprendizaje de las pruebas de hipótesis estadísticas.

Respecto a la enseñanza de los test de hipótesis, actualmente, la tendencia es bajo un modelo constructivista, con inclusión de actividades semejantes al proceso inherente a una investigación, que desencadenen la participación activa, lo que derivaría en un “proceso significativo” de aprendizaje (BATANERO, 2000). Batanero rescata la opinión de otros autores, al recomendar dar a los estudiantes la oportunidad de experimentar con datos y problemas reales con los cuales se pueda concluir acerca de refutar o aceptar la hipótesis del problema, bajo el conocimiento disciplinar que los motiva. Al respecto, autores como Hiebert y Lefevre (1987) reflexionan que para la enseñanza de la estadística inferencial es fundamental mantener una conexión de los conceptos con los procedimientos reales, para que los alumnos no den respuestas sin comprender lo que hacen y de la necesidad de no disociar la enseñanza en conceptos aislados de la aplicación.

En las ciencias experimentales, particularmente, la resolución de problemas reales enmarcados dentro de la metodología de investigación surge, con concilio casi universal, como el método más adecuado que unifica o integra lo requerido para consolidar el

significado del objeto enseñado y aplicar la psicología de razonamiento inductivo que da carácter provisional a las teorías científicas.

En concordancia con Godino (2003), una persona comprende el significado de un objeto cuando es capaz de reconocer sus propiedades y representaciones, relacionarlo con otros objetos y aplicarlo a situaciones problemáticas. Una situación real problemática actúa a la manera de obstáculo epistemológico que requiere la toma de conciencia de las contradicciones, la diferenciación, integración y generalización. Es decir, busca producir el encuentro entre el saber socialmente constituido y seleccionado para la enseñanza y el saber previo que trae el alumno. Schoenfeld (1985) sostiene que esta metodología es un proceso muy complejo que involucra muchos elementos, entre otros, los de carácter emocional-afectivo, psicológico y sociocultural.

Estas situaciones reales problemáticas, generalmente, no pueden ser extraídas de los libros de estadística orientados a alguna especialidad. Ottaviani (2002) comenta que los problemas que se presentan en los libros de textos de Estadística, generalmente, son pensados para la aplicación de lo que se ha dado teóricamente y que, para el caso de los libros orientados a la bioestadística, los enunciados giran en torno de situaciones biológicas, relativamente inconexas con la realidad del alumnado o poco contextualizados y que a su entender contradicen lo que Sadovsky (1998) sostiene en sus escritos respecto a que no solo hay que transferir conceptos completamente elaborados sino que, también, hay que fomentar encontrarle el sentido de los mismos a partir de su empleo en un nuevo contexto o situación. En términos concretos, los problemas presentados en los libros de textos tienen una esencia común en la que predominan algoritmos, generalmente, despojados de contextos aplicados, que estimulan la “comprensión instrumental”. Lo que dista bastante de crear un estímulo para la participación activa del alumno. Por otra parte este tipo de actividad, en la que prevalece la acumulación de información sin desarrollo de las capacidades para establecer conexiones inteligentes, puede conducir al conocimiento inerte, si se convierte en metodología rutinaria (ROCHA SILVA GUSMÃO, 2006).

Sintetizando, y aunando opiniones, el proceso significativo de aprendizaje de los test de hipótesis estadísticos en las ciencias experimentales requiere una integración, trabajo y aplicación metodológica de tipo investigativa, tanto de los conceptos que pudieran ser obstáculos como los propios del tema. Rescatándose como primordiales trabas o impedimentos en la comprensión del mismo, los conceptos de Muestra y Población, representatividad de la muestra y variabilidad muestral del estadístico y su distribución.

### *Objetivo*

Evaluar si la intensificación de la enseñanza de los conceptos Población y Muestra y de las nociones derivadas de ellos Parámetros y Estimadores, mediante la simulación y resolución de problemas reales, mejoran el aprendizaje significativo del tema Test de Hipótesis Estadístico.

## **2. Metodología de Trabajo**

Este estudio fue llevado a cabo con alumnos del Profesorado en Biología de la Facultad de Ciencia y Tecnología de la Universidad autónoma de Entre Ríos. Se trabajó con dos cohortes: 2005 y 2006. La cohorte 2005 representa la población de alumnos con la instrucción tradicional (Grupo Control (GC)) y la cohorte 2006 la de los alumnos con la propuesta didáctica que sustenta el trabajo (grupo experimental (GE)).

### Planificación didáctica para el GC:

Se mantiene la estructura y diagramación de los contenidos estipulados en la planificación de la asignatura hasta el año 2004. Temas: Probabilidad, Variables aleatorias. Distribución de probabilidad para variables aleatorias discretas. Distribución de densidad Normal. Esperanza y Varianza de una variable aleatoria. Manejo de datos. Distribuciones muestrales. Estimación. Pruebas de hipótesis paramétricas.

La metodología de trabajo fue estructurada en clases teórico-prácticas, siguiendo una modalidad constructivista. Se utilizaron, también, ejemplos aplicados y se realizaron actividades de resolución de problemas relacionados con el temario teórico. Todos los ejercicios y ejemplos fueron escogidos del material bibliográfico de elección para la planificación. La cual se ajustó a dos criterios: ser aplicada a la Biología y que ofreciera todos los contenidos del programa con ejercicios propuestos para resolver vinculados al tema teórico<sup>1</sup>.

### Planificación didáctica para el GE:

Se abordaron los contenidos mínimos estipulados por el plan de carrera, que concuerdan con los establecidos en la planificación usada en el GC; pero se reestructuraron en orden, profundidad y carga horaria con respecto al programa de la cohorte 2005. El tema *Distribución de probabilidad para variables aleatorias discretas* contempló, únicamente, la distribución binomial, con el cálculo del valor esperado de la variable (para la cohorte 2004 se

tenía: Binomial, Poisson, Hipergeométrica y Normal). La unidad, que para la cohorte 2005 se denominó *Distribuciones muestrales* fue llamada para la cohorte 2006 *De la muestra a la población* en la cual se incorporaron los temas: Población, muestra, parámetros y estadísticos; presentándose, solamente, la distribución de la media de muestras grandes y chicas (en la cohorte 2005 se trabajó la distribución de una proporción y de la variancia).

Toda la ejercitación práctica fue especialmente diseñada, no se utilizaron ejercicios de libros. Para cada unidad temática se ofreció una guía con problemas prácticos orientados, obtenidos de experiencias biológicas realizadas en asignaturas troncales de la carrera, que ya fueron cursadas por estos alumnos (para no ocasionar obstáculos didácticos por la falta de conocimientos disciplinares). Cada problema fue bien contextualizado (literalmente, sin el empleo de la simbología estadística). Las actividades no fueron sistematizadas bajo un orden de actividad (no se solicitaban, por ejemplo, cuestiones así: *Estime puntualmente...*) sino que se utilizaban preguntas con significado en la disciplina en la que se aplica la estadística (ejemplo: ¿es posible suponer que los niveles medios de pH en las lluvias, en la región, son ácidos?).

Los problemas reales planteados para los temas: Población, Muestra, parámetros y Estimadores fueron de dos tipos: a) áulicos (simulándoselos) y b) de campo (en los que el alumno debía buscar la información deseada relativa a la población, en muestras obtenidas por ellos mismos).

El tema Prueba de hipótesis, fue enseñado de la misma manera que en la cohorte control. Esto es, con el mismo material didáctico, la misma carga horaria y seleccionándose los mismos ejercicios prácticos, de la bibliografía, que se resolvieron con el grupo control.

Para el resto de los temas, no se siguió estrictamente una bibliografía de cabecera, ofreciéndosele al alumnado tres opciones bibliográficas de consulta teórica o ejemplificativa<sup>2</sup>.

#### Forma de evaluación

Tanto para el Grupo Control como para el Grupo Experimental, el aprendizaje anual se evaluó con dos pruebas parciales, diagramadas con problemas prácticos aplicados y con preguntas de interpretación de la situación.

El primer parcial de ambas cohortes comprendió los temas: Probabilidad, Manejo de datos, Variables aleatorias y distribuciones. Los respectivos Primer Parcial para los dos grupos se compusieron de cuatro ejercicios aplicados, encuadrados bajo la modalidad y alcance de lo enseñado según el programa y la diagramación correspondiente a cada uno. La segunda instancia evaluatoria, Segundo Parcial, comprende los temas relativos a la Estadística

Inferencial. Para esta se disponen cuatro problemas aplicados en conexión con el programa. El último ejercicio corresponde al tema Prueba de Hipótesis, se propuso el mismo problema en ambas cohortes, para evaluar el impacto de las distintas metodologías didácticas empleadas (cuidando de que no se filtre su contenido de año a año).

Con este ejercicio se analizaron aspectos cuantitativos y cualitativos que dan indicios del logro relativo al aprendizaje significativo del tema.

El mismo se formuló contemplando que la aplicación sea específica a la Biología y del haber cognitivo del alumno, para que se entienda perfectamente el contexto real de la investigación y que el no saber científico constituya un obstáculo para la resolución del problema; que la población en estudio sea infinita; que el parámetro a testear sea la media poblacional y que el valor de éste en el planteo de la hipótesis nula sea un valor estipulado bajo un concepto disciplinar; que la muestra sea grande, para que el estadístico de prueba tenga distribución normal; que los resultados analíticos de la prueba impliquen una conclusión no esperada por el alumno.

Las actividades planteadas implicaban contestar preguntas en términos del problema, las que se detallan a continuación:

A) *¿Podría considerarse que el pesticida es, verdaderamente, genotóxico? Responda lo anterior justificándolo mediante la realización de una Prueba de hipótesis.*

B) *¿Cuán grande sería el error que cometería, si con la evidencia que tiene contradice la conclusión a la que arribó mediante el test? Justifique con sus palabras y en términos del problema.*

C) *¿Un valor de promedio muestral de 162 en el índice de daño de ADN, por ser mayor numéricamente a 160, constituye suficiente evidencia para considerar genotóxico el pesticida? o ¿puede atribuírselo a la variabilidad del estimador?*

### **3. Resultados y Discusión**

Entre los resultados cuantitativos se destaca que las proporciones de alumnos que respondieron correctamente (dentro de lo aceptable) a las 3 preguntas difieren significativamente entre ambas cohortes, en el sentido de ser mayores en el grupo experimental (valores  $p < 0,10$ ) (Tabla 1), salvo en lo marcado con: \*, donde son menores.

Tabla 1. Porcentajes obtenidos en las distintas categorías de respuestas<sup>3</sup>.

<b>Respuesta a la pregunta A</b>	<b>GC</b>	<b>GE</b>
Respondieron <i>Si</i> , sin justificar mediante la realización de la prueba estadística.	33 %*	12 %*
Plantearon correctamente las hipótesis y el algoritmo de la prueba y respondieron en términos de aceptación o rechazo de la hipótesis nula.	14 %	42 %
Realizaron correctamente el algoritmo de la prueba de hipótesis y respondieron en términos del problema.	9 %	30 %
<b>Respuesta a la pregunta B</b>	<b>GC</b>	<b>GE</b>
Contestaron “relativamente bien” intentando usar o aplicar la definición de valor p.	11 %	24 %
Contestaron “aceptablemente bien” la pregunta, con sus palabras y en términos del problema.	8 %	26 %
<b>Respuesta a la pregunta C</b>	<b>GC</b>	<b>GE</b>
Respondieron No sin justificación	58 %*	40 %*
Respondieron Si sin justificación	3 %	10 %
Respondieron Si con una justificación aceptablemente	5 %	15 %

Nota: Los porcentajes presentados en las distintas categorías no suman 100% de respuesta por pregunta. La diferencia corresponde a las categorías: *no resuelve* y *no contesta lo solicitado*.

La primera pregunta implica que el alumno realice el planteo y los cálculos analíticos que conforman la metodología de los Test de Hipótesis. Si bien, la técnica en sí es un procedimiento relativamente mecanizado y factible de ser aprendido por repetición, el hecho de haberse formulado una pregunta en palabras propias del problema real y no como consigna directa obliga al alumno a transferir la esencia abstracta del objeto de aprendizaje a la situación aplicada; teniendo que plantear las hipótesis en concordancia con los objetivos de la investigación científica (demostrar si el pesticida, probablemente, es o no el responsable de la genotoxicidad) y hacer uso de la técnica, como herramienta resolutoria y justificativa de la conclusión a la que arriba.

En cuanto a la aplicación del algoritmo técnico de las pruebas de hipótesis, no se aprecia mejoras sustanciales. Sí son notorias las mejoras en el planteo de las hipótesis y, sobretudo, en el aspecto cualitativo que involucra la reflexión en las respuestas, en el sentido de contestar lo que se le ha preguntado en términos del problema real y no limitarse a una conclusión meramente analítica bajo el estereotipo de la técnica: *Se acepta  $H_0$  o no se rechaza  $H_0$* . Muchos de estos alumnos especificaron, también, que la evidencia muestral estaba a favor de la hipótesis alternativa, aclarando que el valor de media muestral obtenido permitía pensar

que era más probable que éste se deba a que la población tenga un valor de parámetro más alto que el propuesto en el test. Este pensamiento está estrictamente vinculado al razonamiento que se requiere para aceptar una u otra conjetura involucrada en el concepto Prueba de hipótesis, evidenciando una mejor comprensión del objeto.

La segunda pregunta tiene por objeto evaluar la comprensión del significado del Valor  $p$ , que implica concretar todo lo abstracto existente en el tema Prueba de hipótesis. Es decir, aúna los conceptos de representatividad y evidencia muestral y permite arribar a una conclusión, aplicando la psicología del pensamiento implicada en la decisión de aceptar o de no rechazar la hipótesis nula. El significado de este concepto puede ser tan abstracto como concreto según se lo entienda verdaderamente o no. En él están en juego el comprender la variabilidad que tienen los estimadores entre una muestra y otra, pudiendo dilucidar con qué frecuencia ocurriría un valor si en la población el valor del parámetro fuese supuestamente el planteado en la hipótesis nula, el considerar la muestra como evidencia representativa de lo que ocurre en la población y el interpretar las dos opciones de pensamientos que llevan a estar a favor de una o de la otra hipótesis. Los resultados obtenidos en esta pregunta fueron los más alentadores en cuanto a pensar que lo hipotéticamente planteado en este trabajo, es de considerar que ocurre.

Las respuestas a la tercera pregunta, revelan un porcentaje importante de alumnos que comprendió la idea abstracta contenida en el hecho de aceptar que un valor sea numéricamente distinto a otro, pero estadísticamente puedan ser considerados iguales. En términos de obstáculos epistemológicos, la variabilidad de los estimadores concebida como la responsable de hacer asumir esta igualdad, podría pensarse como, relativamente, sorteada en el grupo experimental; sin embargo, es pertinente aceptar que este concepto debería ser trabajado más en profundidad.

#### 4. Conclusiones

En este trabajo la hipótesis, implícita en el objetivo, es que el aprendizaje significativo de la metodología de las Pruebas de Hipótesis Estadística se mejora si se intensifica la enseñanza de los conceptos Muestra y Población y los conceptos de Parámetros y Estimadores, mediante la incorporación de resolución de problema reales, de interés para el alumno y bien contextualizados y de la realización de actividades especiales que involucren la participación activa del alumno con procedimientos que simulan una investigación.

Los resultados obtenidos, tanto del análisis cuantitativo como cualitativo, dan evidencia de que el grupo experimental revela una mejor interpretación y aplicación del significado de los conceptos comprendidos en las pruebas de hipótesis.

## NOTAS

<sup>1</sup> Pagano, M.; Gauvreau, K. *Fundamentos de Bioestadística*. Méjico: Thomson Learning, 2001 / Ross, S.M. *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. Méjico: Mc Graw Hill, 2001.

<sup>2</sup> PAGANO, M.; GAUVREAU, K. *Fundamentos de Bioestadística*. Méjico: Thomson Learning, 2001. / MILTON, J. S. *Estadística para Biología y Ciencias de la Salud*. España: Mc Graw Hill, 2001. / ROSS, S. M. *Probabilidad y Estadística para Ingeniería y Ciencias*. Méjico: Mc Graw Hill, 2001.

## 5. Referencias

ALSINA, C. **El club de la hipotenusa**. Un paseo por la historia de las Matemáticas a través de sus anécdotas más divertidas. Barcelona: Ariel-Claves, p. 21-35, 2008.

BATANERO, C. **Controversies around the role of statistical tests in experimental research**. Granada, 2000. Disponible en: <<http://www.ugr.es/~batanero/ARTICULOS/SFE.pdf>> Acceso en: 12 may. 2008.

BELL, E. T. **Historia de las Matemáticas**. Méjico: Fondo de Cultura Económica, S.A. de C.V, p.46-49, 1949.

BREWER, J. K. Behavioral statistics textbooks: source of myths and misconceptions? In: **Proceedings of the Second International Conference on Teaching Statistics**. Voorburg: R. Davidson and J. Swift (Ed.), 1986. p. 127-131.

CANGUILHEM, G. **Estudios de historia y de filosofía de las ciencias**. Buenos Aires: Amorrortu, p.21, 2009.

CARRERA, E. Epistemología y Probabilidad: Un punto de encuentro. In: **Diálogo Multidisciplinar entre as Ciencias Humanas, Experimentales y Sociales**. Sao Paulo, en prensa.

GODINO, J.D. **Teoría de las funciones semióticas**. Un enfoque Ontológico-semiótico de la Cognición e Instrucción Matemática. Granada, 2003. Disponible en: <<http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/monografiatfs.pdf>> Acceso en. 3 dic. 2008.

HIEBERT, J.; LEFEVRE, P. **Conceptual and procedural knowledge in mathematics: an introductory analysis**. 1987. Disponible en: <<http://www.ugr.es/~jgodino/funciones-semioticas/monografiatfs.pdf>> Acceso en: 9 dic. 2008.

LE LIONNAIS, F. **Las grandes corrientes del pensamiento matemático**. Buenos Aires: EUDEBA S.E.M., p. 217, 1976.

---

OTTAVIANI M.G. **From the past to the future**. Proceedings of the Sixth International Conference on Teaching of Statistics. Ciudad del Cabo: IASE, CD Rom, 2002.

GUSMAO, T. R. S. **Los procesos metacognitivos en la comprensión de las prácticas de los estudiantes cuando resuelven problemas matemáticos**: una perspectiva ontosemiótica. Memoria del Tercer Ciclo. Universidad de Santiago de Compostela, España. 2006.

RUBIN, A.; BRUCE, B.; TENNEY, Y. **Learning about sampling**: Trouble at the core of statistics. En: Proceedings of the Third International Conference on Teaching Statistics. Voorburg: R. Davidson and J. Swift (ed.), p. 314–319, 1991.

SADOVSKY, P. **Pensar la Matemática en la Escuela**. Buenos Aires: Aiqué, p. 42, 1998.

SCHOENFELD, A. **Mathematical Problem Solving**. New York: Academic Press, v. 1, p. 13-32, 1985.

WELL, A.D.; POLLATSEK, A.; BOYCE S.J. Understanding the effects of the sample size on the variability of the means. **Organizational Behavior and Human Decision Processes**, Seattle, n. 47, p. 289-312, 1990.

---

### Sobre as Autoras

*María Florencia Walz*: Bioquímica. Magister en Didáctica de las Ciencias Experimentales por la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB) de la Universidad Nacional del Litoral (UNL). Docente del Departamento de Matemática (Área Estadística) de la UNL. Profesor de Estadística de la Facultad de Ciencia y Tecnología (FCYT) de la Universidad Autónoma de Entre Ríos (UADER).  
Email: flopiwalz@gmail.com

*Elena T. Fernández de Carrera*: Profesora de Matemática del Instituto del Profesorado de la Universidad Nacional del Litoral (UNL), de la Licenciatura en Matemática Aplicada y de la Facultad de Ing. Química de la UNL. Master Science Biometría por la Escuela de Graduados Fac. de Agronomía Universidad de Bs. As. Profesor Titular con dedicación exclusiva. Directora del Departamento de Matemática de la Facultad de Bioquímica y Cs. Biológicas de la UNL. Autora de diversas publicaciones en el ámbito nacional e internacional.  
Email: elenacarrera2@gmail.com