

Algunos conflictos semióticos de futuros profesores al plantear las hipótesis de un contraste

Some semiotic conflicts of prospective teachers when establishing the hypotheses of a statistical test

Alguns conflitos semióticos dos futuros professores ao estabelecer a hipótese de um teste estatístico

María del Mar López-Martín¹

Universidad de Almería

<https://orcid.org/0000-0001-8677-9606>

Rocío Álvarez-Arroyo,²

Universidad de Granada

<https://orcid.org/0000-0002-3201-8542>

Antonio Francisco Roldán López de Hierro,³

Universidad de Granada

<https://orcid.org/0000-0002-6956-4328>

Resumen

La presente investigación tiene como objeto detectar y categorizar los posibles conflictos semióticos presentes en futuros profesores de Educación Secundaria y Bachillerato sobre el planteamiento de la hipótesis nula y alternativa de un contraste de hipótesis. Se ha contado con la colaboración de 73 futuros profesores del Máster de Educación Secundaria de la Universidad de Granada, a los que se le ha propuesto un problema de contraste de hipótesis similar a los recogidos en las pruebas de acceso a la universidad en cursos anteriores. Mediante un análisis de contenido de las respuestas dadas por los participantes, los resultados revelan conflictos de representación, procedimentales y, en su mayoría, de tipo conceptual, revelando en algunos casos una escasa comprensión de la lógica del contraste de hipótesis. Además, se han identificado dos nuevos conflictos no recogidos en la literatura previa. La información obtenida en el presente trabajo va en consonancia con los resultados señalados en investigaciones previas

¹ mdm.lopez@ual.es

² rocioarroyo@ugr.es

³ aroldan@ugr.es

con estudiantes, lo que plantea una posible relación con el conocimiento de los futuros profesores y, por ende, la necesidad de mejorar su formación sobre este contenido.

Palabras clave: Hipótesis nula y alternativa, contraste de hipótesis, conflictos semióticos, futuros profesores.

Abstract

The present research aims to identify and categorise prospective secondary education and high school teachers' semiotic conflicts on the proposition of the null and alternative hypothesis in a statistical test. 73 prospective teachers enrolled in the Master of Secondary Education at the University of Granada, Spain, were proposed a statistical test problem similar to those collected in the university entrance exams in previous courses. Through a content analysis of the responses given by the participants, the results reveal representational, procedural, and mostly conceptual conflicts, reflecting in some cases a poor understanding of the logic of the hypothesis test. In addition, two new conflicts not included in the previous literature have been identified. The information collected in this work is consistent with the results obtained in previous research with students, which suggests a possible relationship with prospective teachers' knowledge and, therefore, the need to improve their training on this content.

Keywords: Null and alternative hypothesis, Statistical tests, semiotic conflicts, prospective teachers.

Resumo

A presente pesquisa visa detectar e categorizar os possíveis conflitos semióticos presentes nos futuros professores do ensino fundamental II e ensino médio a partir da proposição da hipótese nula e alternativa de uma hipótese de contraste. Contou com a colaboração de 73 futuros professores do Mestrado em Educação Secundária da Universidade de Granada, Espanha, aos quais foi proposto um problema de contraste de hipóteses semelhante

aos recolhidos nos vestibulares de cursos anteriores. Através de uma análise de conteúdo das respostas dadas pelos participantes, os resultados revelam conflitos representacionais, procedimentais e, na maior parte, conceituais, revelando, em alguns casos, uma compreensão deficiente da lógica do teste de hipóteses. Além disso, dois novos conflitos não incluídos na literatura anterior foram identificados. As informações obtidas neste trabalho vão ao encontro dos resultados apontados em pesquisas anteriores com alunos, o que levanta uma possível relação com o conhecimento dos futuros professores e, portanto, a necessidade de aprimorar sua formação sobre esse conteúdo.

Palavras-chave: Hipóteses nulas e alternativas, teste de hipóteses, conflitos semióticos, futuros professores.

Algunos conflictos semióticos de futuros profesores al plantear las hipótesis de un contraste

La importancia de la inferencia estadística radica en dar solución al problema que se plantea cuando se quiere obtener una información general para una población a partir únicamente de informaciones de una muestra de la misma. Es por ello que la inferencia tiene gran aplicación en multitud de disciplinas pues, aunque se desea conocer la información de una población en su conjunto, generalmente solo se dispone de parte de ésta, siendo la inferencia la que cuantifica la probabilidad de los riesgos inherentes a los errores de tal predicción (Alvarado & Obagi, 2008).

En el ámbito educativo, el contraste de hipótesis ha sido uno de los temas inferenciales de Bachillerato contemplados en la ley educativa española (MEC, 2007) hasta la implantación de la LOMCE (MECD, 2015). En estos años ha sido uno de los problemas más frecuentes en las pruebas de acceso a la universidad (López-Martín, Batanero, Díaz-Batanero, & Gea, 2016).

Autores tales como McLean (2002) resaltan la importancia de unos conocimientos básicos de contraste de hipótesis como parte de la cultura estadística de un ciudadano bien formado. Sin embargo, un contraste de hipótesis es un tema complejo, pues requiere el manejo y comprensión de una gran variedad de conceptos (Inzunza & Jiménez, 2013; Vallecillos, 1994) provocando la aparición de diversos errores descritos en la comprensión de la inferencia (Batanero, 2000; Castro Sotos, Vanhoof, Van den Nororgate, & Onghena, 2007; Falk & Greenbaum, 1995; Haller & Krauss, 2002; Vera, Díaz, & Batanero, 2011). Ante la preocupación existente por la complejidad que encierra el tema, existe una corriente hacia la búsqueda de nuevas formas de aprendizaje basadas en la inferencia informal (Borovcnik, 2019).

El correcto aprendizaje de la inferencia estadística pasa necesariamente por un conocimiento profundo del profesor sobre el tema. Aunque hay algunas investigaciones centradas en la comprensión de los objetos inferenciales, la mayoría se centran en el conocimiento de estos por parte de estudiantes, dejando de lado el estudio con futuros docentes o docentes en ejercicio.

El objetivo del presente trabajo es identificar y clasificar los posibles conflictos semióticos en la formulación de la hipótesis nula (H_0) y la hipótesis alternativa (H_1) de un contraste por parte de futuros profesores de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. Para tal fin, a continuación, se describe el marco teórico, los antecedentes, el método y los

resultados del presente trabajo. Por último, se señalan las conclusiones más destacadas del estudio realizado.

Marco teórico

El presente trabajo se fundamenta en el Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemáticas (EOS) (Godino, 2002; Godino, Batanero, & Font, 2007). En dicho marco, el sistema de prácticas matemáticas que realiza una persona ante una situación-problema pone en juego una gran diversidad de objetos matemáticos (problemas, conceptos, propiedades, lenguajes, procedimientos y argumentos). Cuando un estudiante se enfrenta a un problema, necesita interpretar expresiones matemáticas en las que los símbolos remiten a conceptos, propiedades o procedimientos.

Para tener en cuenta esta realidad, el EOS adopta de otros autores la idea de *función semiótica*, entendida como una entidad que describe una relación entre diversos objetos matemáticos (Godino, 2002; Godino et al., 2007). Metafóricamente, la noción de *función semiótica* puede ser concebida como una correspondencia entre un antecedente (expresión, significante) y un consecuente (contenido o significado), establecido por un sujeto (persona o institución) de acuerdo con un cierto criterio o regla de correspondencia. Cuando existe una disparidad o desajuste entre los significados atribuidos a una misma expresión por dos sujetos (personas o instituciones) surge un *conflicto semiótico* (Godino, 2002, p.14). Trasladando esto al caso de estudio, diremos que se produce un conflicto semiótico cuando el significado dado por un futuro profesor en el ejercicio de su práctica al formular las hipótesis (H_0 y H_1) no coincide con el significado de referencia establecido por la institución de enseñanza o, particularmente, por el docente.

Antecedentes

En el campo de la inferencia estadística, el contraste de hipótesis ha sido uno de los temas en el que se ha desarrollado un mayor número de investigaciones debido a la gran variedad de conceptos que se pone en juego (Inzunza & Jiménez, 2013; Vallecillos, 1994). A continuación, se recopilan investigaciones que se centran en la comprensión del concepto de hipótesis.

En relación a la naturaleza de la prueba proporcionada por el contraste de hipótesis, Vallecillos (1999) describe dos tipos de creencia erróneas: a) El contraste de hipótesis en la metodología frecuencial es una prueba probabilística de la hipótesis, que permite calcular la probabilidad de que una hipótesis sea cierta; b) El contraste estadístico es un método matemático y, como ciencia exacta, se finaliza probando la veracidad o falsedad de la hipótesis. Esta última creencia, siempre errónea, supone un conflicto entre una demostración deductiva y el contraste de hipótesis.

Otro error común en los contrastes de hipótesis es el planteamiento de la hipótesis nula y la hipótesis alternativa que, con frecuencia, son confundidas por los estudiantes (Batanero, 2000; Díaz-Batanero, 2018), considerando que el objetivo de dicho proceso pretende demostrar la veracidad de la hipótesis nula, en lugar de rechazarla. En esta misma línea, las investigaciones de Saldanha y Thompson (2002, 2007) revelan la existencia de una creencia de que el rechazo de la hipótesis nula implica demostrar que ésta es errónea. Los autores señalan que tanto la idea de probabilidad como la de atipicidad son fundamentales para entender la lógica que rige este tipo de pruebas, en las que la hipótesis nula es rechazada cuando una muestra de una población es considerada lo suficientemente atípica bajo la suposición de que es cierta.

El trabajo de Cañadas, Batanero, Díaz-Batanero, & Roa (2012), llevado a cabo con estudiantes de psicología, muestra que aproximadamente la mitad de los sujetos presentan errores relacionados con la confusión entre las hipótesis nula y alternativa, entre parámetro y estadístico, o formulan hipótesis que no cubren la totalidad del espacio paramétrico. Por su parte, Batanero, Vera, & Díaz-Batanero (2012) encontraron errores en el planteamiento de las hipótesis estableciendo contrastes de hipótesis unilaterales en lugar de contrastes de hipótesis bilaterales y viceversa. De igual modo que Cañadas et al. (2012), encuentran situaciones en las que se plantean hipótesis nulas y alternativas que no cubren el espacio paramétrico y, además, constatan la existencia de cierta confusión entre parámetro y estadístico.

La revisión realizada pone de manifiesto que los trabajos previos se han centrado en estudiantes, revelando la escasez de investigaciones con docentes. Motivados por este hecho, Batanero, López-Martín, Gea, & Arteaga (2018) centran su investigación en evaluar el conocimiento del contraste de hipótesis de futuros profesores. Por ello, el presente trabajo pretende reinterpretar y ampliar la información sobre los conflictos que presentan los futuros docentes en el establecimiento de las hipótesis de un contraste.

Metodología

Se ha contado con la colaboración de 73 estudiantes del Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (MAES). Estos estudios son de tercer ciclo y son obligatorios en España para optar a la docencia en los niveles educativos señalados, tanto para centros públicos como privados (JE, 2006). La investigación es de carácter cualitativo y está basada en el análisis de contenido (Bisquerra & Alzina, 2004) de las respuestas dadas por los participantes a un problema de contraste de hipótesis, similar a los recogidos en las pruebas de acceso a la universidad de la Comunidad Andaluza. Este método de análisis permite el

estudio sistemático y la realización de inferencias sobre el contenido de documentos escritos (Neuendorf, 2016).

El instrumento utilizado es de elaboración propia y fue implementado como parte de un taller formativo dirigido a desarrollar el conocimiento didáctico-matemático (Godino, Batanero, Font, & Giacomone, 2007; Pino-Fan & Godino, 2015) sobre inferencia estadística. El enunciado del problema concreto de contraste de hipótesis empleado es el que se muestra a continuación:

En el punto anterior hemos visto que la esperanza media en el conjunto de países es 69,2 años y su desviación típica 10. Se ha tomado una muestra de 16 países europeos y se ha obtenido una esperanza de vida media de 78 años. Suponiendo que la variable ‘esperanza de vida’ sigue la distribución normal, plantee un contraste de hipótesis, con un nivel de significación del 5%, para analizar si la esperanza media de vida en Europa es mayor que la esperanza media de vida en el conjunto de países. Explique a un estudiante con detalle los pasos que ha seguido en este contraste de hipótesis.

Del problema mostrado se les solicitó a los participantes que plantearan las hipótesis (nula y alternativa), eligieran el contraste adecuado, lo desarrollaran, tomaran una decisión sobre el rechazo de la hipótesis nula e interpretaran los resultados en el contexto del problema. En el caso que nos ocupa, esperamos que los participantes reconozcan que es un contraste sobre el valor medio de una variable (esperanza de vida con valor teórico es $\mu_0 = 69,2$ años) de una población (conjunto de países del mundo) con distribución normal $N(\mu, \sigma)$, donde la desviación típica σ es conocida (10 años). Asimismo, debe identificar que la muestra extraída de dicha población está determinada por 16 países europeos cuya media muestral observada o valor estadístico es $\bar{x} = 78$ años. A partir de esto, se identifica que se trata de un contraste unilateral a derecha, cuyas hipótesis nula y alternativa son, respectivamente, $H_0: \mu \leq 69,2$ y $H_1: \mu > 69,2$.

En base a lo indicado, en el presente trabajo se analiza: a) Si las hipótesis se plantean en términos del parámetro, si son complementarias y excluyentes, si cubren el espacio paramétrico y si discriminan el papel de las hipótesis nula y alternativa; b) Si se indica que las

hipótesis corresponden a un contraste unilateral y si el contraste se desarrolla consistentemente con el tipo de hipótesis planteadas.

Resultados y discusión

Se analizaron las hipótesis planteadas por los 73 participantes, de los cuales el 67,1% reconoce que se trata de un contraste de hipótesis sobre la media poblacional, identificando correctamente las hipótesis nula y alternativa asociadas a dicho parámetro. Las respuestas dadas por el resto de participantes ponen de manifiesto la existencia de distintos conflictos semióticos que se describen y ejemplifican a continuación.

Conflictos conceptuales

C1. *Considerar hipótesis no complementarias.* Las hipótesis establecidas por los estudiantes clasificados en esta categoría no verifican la propiedad de complementariedad, como describen Cañadas et al. (2012) y Vallecillos (1999). La no complementariedad puede venir manifestada de dos formas diferentes:

i) Hipótesis que no cubren la totalidad del espacio paramétrico, es decir, el valor teórico no es incluido en el planteamiento de la hipótesis nula. En la respuesta dada por LUG se observa el uso del signo de desigualdad “menor estricto” al plantear la hipótesis nula, sin considerar el valor hipotético de la media poblacional en la hipótesis nula.

Planteamos el contraste de hipótesis donde se establece la hipótesis nula, H_0 (como comprobación por contraste) y la hipótesis alternativa, H_1 .

$H_0: \mu_E < \mu \rightarrow \mu_E < 69,2$; $H_1: \mu_E > \mu \rightarrow \mu_E > 69,2$ (Respuesta de LUG).

ii) Hipótesis que no son mutuamente excluyentes. La respuesta dada por AGP muestra la inclusión del valor teórico en ambas hipótesis, estableciendo regiones del espacio paramétrico con intersección en dicho valor (69,2).

H_0 =hipótesis nula: $H_0 \equiv \mu_2 \leq 69,2$

H_1 =hipótesis alternativa: $H_1 \equiv \mu_2 \geq 69,2$ (Respuesta de AGP).

C2. *Considerar el valor hipotético en la hipótesis alternativa.* En estos casos, la hipótesis alternativa es definida en base al valor hipotético puntual, el cual debería ser contemplado únicamente en la hipótesis nula (respuesta de CMM), tal y como establece la lógica del contraste de hipótesis. Este hecho pone de manifiesto la no comprensión del papel que juega el valor hipotético en la distribución muestral.

Planteamos el contraste de hipótesis: $H_0: \mu_e < 69,2$ $H_1: \mu_e \geq 69,2$ (Respuesta de CMM).

C3. *No comprender el papel del valor hipotético de la hipótesis nula en la elección de la distribución muestral del estadístico.* El estadístico de contraste empleado en el procedimiento a seguir en un contraste de hipótesis cumple una doble función: por un lado, proporciona información empírica relevante sobre la información propuesta en la H_0 ; y por otro lado, posee una distribución muestral conocida bajo las condiciones que establece la H_0 , donde el valor hipotético juega un papel fundamental. La no inclusión de dicho valor en el establecimiento de la H_0 implica una falta de comprensión en la construcción de dicha distribución muestral del estadístico de contraste. Ejemplo de ello es la respuesta dada por LUG mostrada en el conflicto C1 o por CMM en el C2.

C4. *Confundir la hipótesis nula con la alternativa y viceversa.* Se clasifican dentro de este conflicto aquellas respuestas en las que las hipótesis son intercambiadas, resultado también recogido en investigaciones realizadas previamente Cañadas et al. (2012) y Vallecillos (1999). De este hecho subyace una falta de comprensión del papel que desempeñan las hipótesis en el contraste y de la lógica del mismo (véase la respuesta dada por AGB).

Dada una población sobre la que se observa la variable X , tal que X : esperanza de vida $\rightarrow N(69,2, 10)$. Tenemos (X_1, \dots, X_{16}) una m.a.s. de $X \sim \bar{x} \rightarrow N(69,2, 10/\sqrt{16})$ (distribución de la media muestral). Queremos contrastar a un nivel de significación $\alpha = 0,05$ la hipótesis nula frente a la alternativa. Enunciamos pues estas hipótesis. $H_0: \mu \geq 69,2$; $H_1: \mu < 69,2$ (Respuesta de AGB).

C5. *Establecer una única hipótesis.* Se considera la existencia de este tipo de conflicto cuando la especificación está únicamente planteada en base de la hipótesis nula, dificultando identificar si la hipótesis alternativa H_1 está siendo considerada implícitamente. Ejemplo de ello es la respuesta de VRM.

A la hora de plantear la hipótesis de contraste, debe establecerse la hipótesis nula (H_0) como hipótesis de análisis, siendo ésta la que contradice lo que se quiere probar. Como en este supuesto se pretende probar que los países europeos tienen de media mayor esperanza de vida que el conjunto de la población, la hipótesis nula será la que rechace esta suposición, es decir, que la media de esperanza de vida en los países europeos NO es mayor que la media de esperanza de vida en el conjunto de la población. Como el valor de media que se tiene por cierto es el de la variable, la hipótesis H_0 será: $H_0 \leq 69,2$ (Respuesta de VRM).

C6. *Confundir estadístico y parámetro.* En el caso que nos ocupa, la confusión se produce entre media muestral (estadístico) y la media poblacional (parámetro), error descrito en los trabajos de Harradine et al. (2011), Schuyten (1991) y Vallecillos (1999). Señalamos que este tipo de confusión pone de manifiesto además la no comprensión de la lógica del contraste de hipótesis, pues la media muestral es un valor conocido y no hipotético. A modo de ejemplo se muestra la respuesta dada por DCC, donde se indica explícitamente que la media muestral es 69,2 (en lugar de 78), y el valor a contrastar es 78 (en lugar de 69,2).

$\bar{x} = 69,2$ años, $\sigma = 10$, $n=16$, $\mu_0 = 78$, $\alpha = 0,05$. Tenemos el contraste $H_0: \mu \geq 78$, $H_1: \mu < 78$ (Respuesta de DCC).

C7. *Confundir variable aleatoria continua y discreta.* Se establecen las hipótesis utilizando una simbología asociada a la proporción poblacional (p), y no la correspondiente a la media poblacional (μ), como sucede en la respuesta dada por MMR. La confusión implícita es considerar una variable aleatoria continua (la esperanza media de vida) como una variable aleatoria discreta. Hasta donde sabemos, este tipo de confusión no ha sido descrito en trabajos previos.

Proponemos entonces dos posibles situaciones, una que verifique la condición y otra

que no. Nuestra hipótesis nula será H_0 , y la contraria será H_1 . Estas hipótesis se verificarán si: $H_0: p_{EV} > p$; $H_1: p_{EV} < p$ (Respuesta de MMR).

Conflictos procedimentales

P1. *Inconsistencia con la lógica del contraste de hipótesis.* El hecho de que se ponga de manifiesto la existencia del conflicto conceptual C4 conlleva la falta de comprensión de la lógica asociada al contraste de hipótesis. El procedimiento habitual al establecer las hipótesis de un contraste es plantear una hipótesis nula con objeto de ser rechazada. Esta lógica es más similar (aunque no idéntica) a la prueba deductiva por contradicción usual en matemáticas, pues se trata de rechazar una hipótesis. Sin embargo, en la mayor parte de las demostraciones que encuentran los estudiantes en otros temas matemáticos, la hipótesis es planteada para ser demostrada, no para ser rechazada, lo que puede justificar la confusión que tienen para el contraste de hipótesis. Además, mientras que en una prueba por contradicción un contraejemplo supone negar la hipótesis que se quiere rechazar, en inferencia un contraejemplo no informa siquiera sobre la probabilidad de que la hipótesis sea falsa, en la metodología frecuencial (Batanero, 2000; Gigerenzer, 1993).

P2. *Olvidar plantear la hipótesis alternativa.* El contraste de hipótesis es establecido como un proceso de decisión que permite elegir entre una hipótesis dada H_0 y otra hipótesis alternativa H_1 (Rivadulla, 1991). La no inclusión explícita de la hipótesis alternativa impide conocer si está siendo considerada o no en el proceso de realización del contraste.

Conflicto representacional

R1. *No asociar los objetos matemáticos y los símbolos que los representan.* Se describen las hipótesis mediante el uso de un lenguaje verbal, sin simbolizarlas, posiblemente por no recordarla, como se observa en la respuesta de AGG.

La hipótesis nula es que la esperanza de vida media en Europa es menor o igual que 69,2. Por tanto, la hipótesis alternativa es que la esperanza de vida media en Europa es mayor que 69,2 (Respuesta de AGG).

También se considera en esta tipología de conflicto aquellas respuestas en las que se hace uso de una notación incorrecta, como ocurre en la respuesta dada por MTF, en la que no queda claro si se diferencia correctamente la media poblacional o muestral, existiendo una confusión implícita. El estudiante no es capaz de asociar una representación adecuada a los objetos matemáticos que utiliza, situación descrita en el trabajo realizado por Cañadas et al., 2012.

Llamamos M_e a la esperanza media de vida en Europa. $H_0: M_e \leq 69,2$ y $H_1: M_e > 69,2$ (Respuesta de MTF).

En la Tabla 1 se recoge la frecuencia y porcentaje de los distintos conflictos semióticos que subyacen en las respuestas de los 73 participantes. Destacamos la presencia de los conflictos conceptuales frente al resto, en los que se asocian a las hipótesis propiedades que no tienen o se genera confusión entre unos conceptos y otros.

Se observa una mayor ocurrencia de los errores asociados a la confusión entre estadístico y parámetro, error detectado en investigaciones previas (Díaz-Batanero, 2018; Harradine et al., 2011; Schuyten, 1991; Vallecillos, 1999). Del análisis realizado puede inferirse una relación entre los conflictos C4 y P1, ya que el procedimiento de un contraste pasa por entender e identificar correctamente las hipótesis empleadas, que juegan roles diferentes. Este hecho pone de relieve una falta de comprensión de la lógica del contraste de hipótesis.

Tabla 1.

Frecuencia y porcentaje de estudiantes con conflictos semióticos en la formulación de las hipótesis

Conflicto	Frecuencia	Porcentaje
<i>Conceptual</i>		
C1. Considerar hipótesis no complementarias	4	5,4
C2. Considerar el valor hipotético en H_1	6	8,2
C3. No comprender el papel del valor hipotético de la H_0 en la	2	2,7

elección de la distribución muestral del estadístico		
C4. Confundir la hipótesis nula con la alternativa y viceversa	6	5,4
C5. Establecer una única hipótesis	3	4,1
C6. Confundir estadístico y parámetro	7	9,6
C7. Confundir variable aleatoria continua y discreta	1	1,4
<i>Procedimental</i>		
P1. Inconsistencia con la lógica del contraste de hipótesis	6	8,2
P2. Olvidar plantear la hipótesis en un contraste	3	4,1
<i>Representacional</i>		
R1. No asociar los objetos matemáticos y los símbolos que los representan	6	8,2

Por otro lado, son destacables los conflictos relacionados con el papel que tiene el valor hipotético puntual en la formulación de la hipótesis nula, pues contemplar dicho valor en la formulación de la hipótesis alternativa (C2) o en ambas hipótesis simultáneamente (C1) supone una falta de comprensión de la determinación de la distribución muestral (C3).

Por último, cabe destacar el número de respuestas asociadas a R1 en las que, a pesar de establecer adecuadamente el rol de las hipótesis e identificar el valor hipotético en H_0 , se hace un uso incorrecto de la simbología e, incluso, en algunas ocasiones, se suprime, usando únicamente el lenguaje verbal.

Conclusiones

Los conflictos semióticos detectados en este trabajo en cuanto a la formulación de contraste de hipótesis por futuros profesores reproducen los identificados en investigaciones previas en las que se puso el foco de atención en estudiantes (Cañadas et al., 2012; Vallecillos, 1994). Este hecho nos lleva a plantearnos que, si el docente presenta estos conflictos semióticos, puede esperarse que estos perduren en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pudiéndose ser transmitidos al alumnado. Aunque un alto porcentaje de los participantes establecen correctamente las hipótesis, los resultados nos advierten de la necesidad de realizar procesos de formación focalizados en evitar que persistan dichos conflictos semióticos.

El análisis revela un mayor número de conflictos conceptuales frente a los procedimentales y representacionales. Asimismo, en las respuestas dadas se han identificado

dos posibles conflictos que no han sido detectados en investigaciones previas (inclusión del valor hipotético puntual en la hipótesis alternativa, y establecimiento de las hipótesis de un contraste para la media poblacional en términos de proporciones); sin embargo, y dada la baja frecuencia detectada en esta muestra, sería recomendable ampliar la investigación en esta línea con objeto de observar si estos conflictos son recurrentes.

Los resultados obtenidos hacen pensar que los participantes poseen un conocimiento mecánico en la formulación de las hipótesis sin una comprensión profunda del porqué de sus características y forma de plantearlas. En todo caso, los porcentajes de ocurrencia de estos conflictos son pequeños, aunque sería importante erradicarlos, pues se trata de futuros profesores.

La identificación y clasificación realizadas en este trabajo pueden ser consideradas como un punto de partida para analizar los posibles conflictos semióticos que pueden existir en relación al resto de pasos necesarios en un contraste de hipótesis. El conocimiento de esta información es esencial teniendo en cuenta que los docentes son el pilar del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Referencias

- Alvarado, J. A., & Obagi, J. J. (2008). *Fundamentos de inferencia estadística*. Pontificia Universidad Javeriana.
- Batanero, C. (2000). Controversies around the role of statistical tests in experimental research. *Mathematical Thinking and Learning*, 2(1-2), 75-98.
- Batanero, C., López-Martín, M. M., Gea, M. M., & Arteaga, P. (2018). Conocimiento del contraste de hipótesis de los futuros profesores de Educación Secundaria y Bachillerato. *Publicaciones*, 48(2), 73-95.
- Batanero, C., Vera, O. D., & Díaz-Batanero, C. (2012). Dificultades de estudiantes de Psicología en la comprensión del contraste de hipótesis. *Números*, 80, 91-101.
- Bisquerra, R., & Alzina, R. B. (2004). *Metodología de la investigación educativa*. Madrid: Editorial La Muralla.
- Borovcnik, M. (2019). Inferência informal e inferência “informal”. Informal and “Informal” Inference. *Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, 21(1), 433-460

- Cañadas, G., Batanero, C., Díaz-Batanero, C., & Roa, R. (2012). Psychology students' understanding of the chi-squared test. *Statistique et Enseignement*, 3(1), 3-18.
- Castro-Sotos, A. E., Vanhoof, S., Noortgate, W. y Onghena, P. (2007). Students' misconceptions of statistical inference: A review of the empirical evidence from research on statistics education. *Educational Research Review*, 2(2), 98-113.
- Díaz-Batanero, C. (2018). *La lógica del contraste de hipótesis*. Material para el concurso a profesora titular de universidad. Huelva: La autora.
- Falk, R., & Greenbaum, C. W. (1995) Significance tests die hard: The amazing persistence of a probabilistic misconception. *Theory and Psychology*, 5(1), 75-98.
- Gigerenzer, G. (1993). The superego, the ego and the id in statistical reasoning. En G. Keren y C. Lewis (Eds.), *A handbook for data analysis in the behavioural sciences: Methodological issues* (pp. 311 – 339). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Godino, J. D. (2003). *Teoría de las funciones semióticas: Un enfoque ontológico-semiótico de la cognición e instrucción matemática*. Granada: Servicio de reprografía de la Facultad de Ciencias, 2003.
- Godino, J. D. (2002). Un enfoque ontológico y semiótico de la cognición matemática. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 22(2-3), 237-284.
- Godino, J. D. (2009). Categorías de análisis de los conocimientos del profesor de matemáticas. *UNIÓN, Revista Iberoamericana de Educación Matemática*, 20, 13-31.
- Godino, J. D., Batanero, C., & Font, V. (2007). The Onto-Semiotic approach to research in mathematics education. *ZDM. The International Journal on Mathematics Education*, 39(1-2), 27-135.
- Godino, J. D., Batanero, C., Font, V., & Giacomone, B. (2016). *Articulando conocimientos y competencias del profesor de matemáticas: el modelo CCDM*. En J. A. Macías, A. Jiménez, J. L. González, M. T. Sánchez, P. Hernández, C. Fernández, F. J. Ruiz, T. Fernández y A. Berciano (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XX* (pp. 285-294).
- Haller, H., & Krauss, S. (2002). Misinterpretations of significance: A problem students share with their teachers? *Methods of Psychological Research*, 7(1), 1–20.
- Harradine, A., Batanero, C., & Rossman, A. (2011). Students and teachers' knowledge of sampling and inference. En C. Batanero, G. Burrill y C. Reading (Eds.), *Teaching Statistics in School Mathematics-Challenges for Teaching and Teacher Education* (pp. 235-246). Springer: Netherlands.
- Inzunza, S., & Jiménez, J. V. (2013). Caracterización del razonamiento estadístico de estudiantes universitarios acerca de las pruebas de hipótesis. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 16(2), 179-211.
- JE, Jefatura de Estado (2007). Ley Orgánica 2/2006, 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 4 de mayo de 2006, núm. 106, pp. 17158-17207. Madrid: Autor.
- López-Martín, M. M., Batanero, C., Díaz-Batanero, C., & Gea, M. (2016). La inferencia estadística en las Pruebas de Acceso a la Universidad en Andalucía, *Revista Paranaense de Educação Matemática*, 5(8), 33-59.
- McLean, A. (2002). Statistacy: Vocabulary and hypothesis testing. En B. Phillips (Ed.), *Proceedings of the 6th International Conference on Teaching Statistics*. Cape Town: International Statistical Institute.

- MEC, Ministerio de Educación y Ciencia (2007). *Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del Bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas*. Madrid: Autor.
- MECD, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. Madrid: Autor.
- Neuendorf, K. A. (2016). *The content analysis guidebook*. London: Sage.
- Pino-Fan, L. R., & Godino, J. D. (2015). Perspectiva ampliada del conocimiento didáctico-matemático del profesor. *Paradigma*, 36(1), 87-109.
- Rivadulla, A. (1991). Probabilidad e inferencia científica. Barcelona: Anthropos.
- Saldanha. L., & Thompson, P. (2002). Conceptions of sample and their relationship to statistical inference. *Educational Studies in Mathematics*, 51, 257-270.
- Saldanha. L., & Thompson, P. (2007) Exploring connections between sampling distributions and statistical inference: an analysis of students' engagement and thinking in the context of instruction involving repeated sampling. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 2(3), 270-297. Disponible en: www.iejme.com.
- Schuyten, G. (1991). Statistical thinking in psychology and education. En D. Vere-Jones (Ed.), *Proceeding of the Third International Conference on Teaching Statistics* (pp. 486-490). Voorburg, The Netherlands: International Statistical Institute.
- Vallecillos, A. (1994). *Estudio teórico experimental de errores y concepciones sobre el contraste de hipótesis en estudiantes universitarios*. Tesis doctoral. Universidad de Granada
- Vallecillos, A. (1999). Some empirical evidence on learning difficulties about testing hypotheses. *Proceedings of the 52 session of the International Statistical Institute* (Vol.2, pp. 201–204). Helsinki: International Statistical Institute.
- Vera. O., Díaz, C., & Batanero, C. (2011). Dificultades en la formulación de hipótesis estadísticas por estudiantes de Psicología. *Unión*, 27, 41- 61.

Recibido: 12/04/2021

Aceito: 15/05/2021