

## CONFLITOS SEMIÓTICOS NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE TESTE DE HIPÓTESES PARA A PROPORÇÃO NO ENSINO SUPERIOR

### *SEMIOTIC CONFLICT IN SOLVING PROBLEMS OF HYPOTHESES TESTS FOR THE PROPORTION IN HIGHER EDUCATION*

AILTON PAULO DE OLIVEIRA JÚNIOR\*  
HENRIQUE GRABALOS SILVA\*\*

#### RESUMO

Neste trabalho temos como objetivo estudar os conflitos semióticos na resolução de problema de teste de hipóteses para a proporção, conflitos estes entendidos como discrepâncias entre os significados institucional e pessoal (GODINO; BATANERO, 1994). Participaram da pesquisa 57 alunos do Ensino Superior que cursaram a disciplina Bioestatística em uma universidade pública brasileira, em 2015. Tendo por referência teórica o Enfoque Ontosemiótico do conhecimento e do ensino da Matemática, estudaram-se os conhecimentos implícitos nas respostas a partir dos objetos e processos utilizados. Foi enfatizada a relação expressão/conteúdo das funções semióticas como meio de caracterizar possíveis conflitos. Em termos de resultados, para além da elevada percentagem de alunos que não responderam ou que apresentaram respostas sem sentido, salienta-se a existência de vários conflitos semióticos associados à formulação das hipóteses, ao cálculo da estatística do teste e à tomada de decisão.

**Palavras-chave:** Resolução de Problemas. Enfoque Ontosemiótico. Inferência Estatística. Teste de Hipóteses. Ensino Superior.

#### ABSTRACT

*In this work we aim to study the semiotic conflicts in problem solving of hypothesis testing for the proportion, these conflicts are understood as discrepancies between the institutional and personal meanings (GODINO; BATANERO, 1994). A total of 57 higher education students attending the Biostatistics course at a Brazilian public university in 2015 were included in the study. Having as theoretical reference the Ontosemiotic Approach to Mathematical Knowledge and Teaching, we studied the knowledge implicit in the answers from the objects and processes used. It was emphasized the relation expression/content of semiotic functions as a means of characterizing possible conflicts. In terms of results, in addition to the high percentage of students who did not respond or who presented nonsensical answers, there are several semiotic conflicts associated with the formulation of hypotheses, the calculation of test statistics and decision making.*

**Keywords:** Problems Solving. Ontosemiotic Approach. Statistical inference. Hypothesis Testing. Higher education.

\* Pós-Doutorado e Doutorado em Educação pela Universidade de São Paulo. Professor da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Coordenador do grupo de pesquisa cadastrado no CNPq - Grupo de estudos em Educação Estatística e Matemática - GEEM. E-mail: drapoj@uol.com.br.

\*\* Mestrando em Educação pela Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Membro do grupo de pesquisa cadastrado no CNPq - Grupo de estudos em Educação Estatística e Matemática - GEEM. E-mail: hgrabalos@yahoo.com.br.

## INTRODUÇÃO

A estatística atualmente tem-se tornado uma ferramenta indispensável para o cidadão que necessita analisar informações para posterior tomada de decisão, seja no seu trabalho, na escola, ou na vida pessoal. Valoriza-se cada vez mais a rapidez e a agilidade com que as informações são veiculadas, além do acesso a uma grande quantidade de informações.

Concordamos com Batanero (2001), quando diz que o desenvolvimento de um país está relacionado ao grau com o qual este produz estatísticas completas e confiáveis, porque esta informação é utilizada para tomar decisões econômicas, sociais e políticas. Por isso, a grande quantidade de informação disponível precisa ser transformada em conhecimento, para que seja possível tomar decisões sobre questões cotidianas. Ponte, Brocardo e Oliveira (2006, p. 91) afirmam que “todo cidadão precisa saber quando um argumento estatístico está ou não a ser utilizado com propriedade”.

Além disso, Sebastiani (2010) diz que são encontradas poucas investigações sobre a inferência estatística na literatura, foco deste trabalho, e que este tema é relevante para o entendimento de boa parte dos artigos técnicos em várias áreas do conhecimento. Em especial, os testes de hipóteses são um assunto que ainda carecem de trabalhos que tentem mapear quais são as dificuldades específicas enfrentadas pelos alunos no processo ensino e aprendizagem.

O objetivo deste trabalho foi estudar os conflitos semióticos na resolução de problema de teste de hipóteses para a proporção, tendo por referência teórica o Enfoque Ontosemiótico do conhecimento. O trabalho apresenta: (1) a importância do ensino de teste de hipóteses; (2) a teorização das ações da metodologia utilizada; (3) os resultados das análises ontosemióticas para categorias que emergiram das soluções apresentadas pelos alunos; (4) as conclusões emanadas da teoria apresentada e dos resultados.

## TESTES DE HIPÓTESES

Cabe destacar a definição de Larson e Farber (2010) para teste de hipótese, onde expressam que é um processo que usa estatísticas amostrais para testar a afirmação sobre o valor de um parâmetro populacional. Em outras palavras, testes de hipóteses oferecem ferramentas que possibilitam fazer generalizações para uma população, tendo por base dados amostrais.

Em relação ao ensino de teste de hipóteses, Haller e Krauss (2002), dizem que deve ser dada particular atenção às interpretações errôneas relacionadas aos testes de hipóteses, dado o uso generalizado dos testes estatísticos em todas as áreas de pesquisa.

Com relação aos conteúdos ministrados na disciplina de Estatística, Lopes (2007) e Link (2002) afirmam que é nos testes de hipóteses que os alunos apresentam as maiores dificuldades de compreensão e que para os professores, este é o mais difícil de ser ensinado.

Esta dificuldade, ainda segundo Lopes (2007) e Link (2002), reside no fato de que os testes de hipóteses são um procedimento que requerem um raciocínio indutivo, ou seja, é um processo pelo qual, dadas diversas particularidades, chega-se a uma generalização. Em outras palavras, o raciocínio

indutivo tem por objetivo ampliar o conhecimento se as conclusões realizadas para os resultados da amostra estiverem corretas.

Convém lembrar que o raciocínio indutivo está essencialmente associado a um fator de incerteza, isto é, onde as conclusões serão probabilísticas. Assim, com base em dados empíricos, obtidos a partir de um conjunto restrito de casos, denominado amostra, buscam-se evidências contra um conhecimento aceito como verdadeiro, generalizando-se os novos achados para um conjunto mais geral, chamado de população.

Especificamente em relação à hipótese nula, Fisher (1931, p. 16) diz que

a hipótese nula nunca é provada ou estabelecida, mas é possivelmente refutada, no curso de uma experimentação. Cada experimento existe para oferecer aos dados ou informações uma chance de refutar a hipótese nula.

Em outras palavras, a hipótese nula  $H_0$  representa a circunstância que está sendo testada, e o objetivo dos testes de hipóteses é sempre tentar rejeitar a hipótese nula. A hipótese alternativa  $H_1$  representa o que se deseja provar ou estabelecer, sendo formulada para contradizer a hipótese nula.

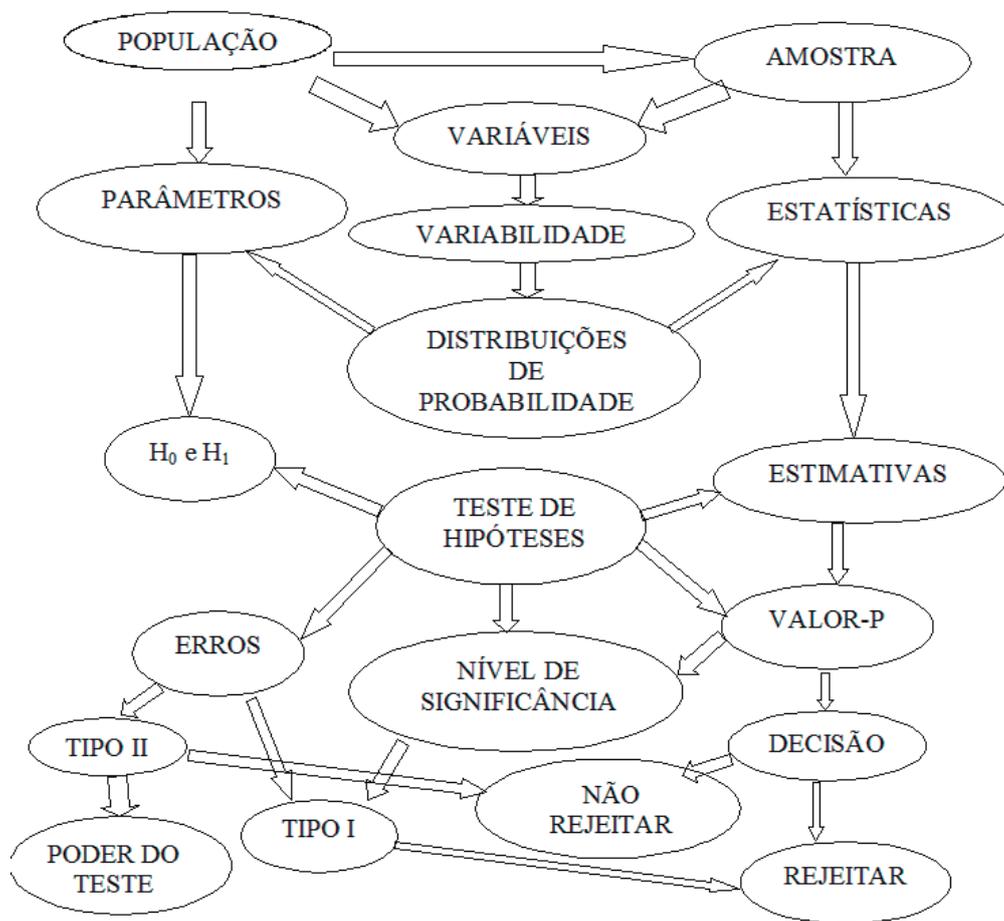
Assim, ao testarmos uma hipótese nula, chegamos a uma conclusão: rejeitá-la, ou não rejeitá-la. Entretanto, devemos lembrar que tais conclusões ora são corretas, ora são incorretas, pois parte-se de uma situação onde a variabilidade é inerente.

Ainda em relação ao processo ensino e aprendizagem dos testes de hipóteses, Kirk (2001) indica que as críticas a este processo ocorrem devido aos testes não se centrarem no significado prático do resultado e por não fornecerem o tamanho do efeito. Ainda, acrescenta que os resultados dos testes de hipóteses deveriam ser acompanhados por outras medidas descritivas como média e desvio padrão, além dos intervalos de confiança. Ainda neste sentido, Daniel (1998) afirma que os testes têm sido importantes para o avanço das ciências sociais, no entanto, têm gerado controvérsias devido ao uso inadequado e à má interpretação dos resultados.

## MARCO TEÓRICO

Sotos et al. (2007, p. 99) referem que as ideias de inferência são especialmente sensíveis a interpretações equivocadas e os estudantes estão frequentemente inclinados a cometê-las pelo fato de requerer o entendimento e a conexão de muitos conceitos abstratos, tais como o de distribuições amostrais e o de nível de significância, entre outros, os quais podem ser visualizados na Figura 1.

**Figura 1** - Rede semântica com conceitos de testes de hipóteses.



Fonte: Sotos et al. (2007, p. 99).

Além disso, Sotos et al.(2007) acrescentam que a estatística inferencial é um tópico relevante para o desenvolvimento das pesquisas nas ciências. Ainda, destacam que nos cursos de diversas áreas científicas, os testes de hipóteses e os intervalos de confiança são ensinados aos alunos como métodos para avaliar hipóteses científicas.

Em relação ao conceito de hipótese, um primeiro erro é confundir a hipótese de pesquisa com a hipótese estatística (nulo ou alternativo). Chow (1996) discute a diferença entre eles ao dizer que enquanto as hipóteses de pesquisa são normalmente amplos e referem-se a um constructo não observável (por exemplo, o desempenho de estudantes é diferente em duas populações de estudantes), as hipóteses estatísticas referem-se a um parâmetro da distribuição de uma variável, numa população de indivíduos (no exemplo, a diferença média na pontuação de um questionário de duas amostras de pacientes destas populações).

McLean e Ernest (1998) e Gliner, Leech e Morgan (2002) recomendam que os resultados dos testes de hipóteses não somente apresentem a significância estatística, mas também que esta seja acompanhada do significado prático e da replicabilidade. Os autores ainda destacam a importância em usar-se o termo “estatisticamente significativo” no lugar da expressão “significativo”, porque nem

sempre um resultado que tem significância estatística é significativo na prática, ou seja, no contexto do problema em estudo.

Segundo Batanero (2000), o ensino dos testes de hipóteses deve sofrer mudanças, que implicam a inclusão da replicação, a escolha de tamanhos de amostra ideais, a combinação de testes de hipóteses com intervalos de confiança ou estimativas do tamanho do efeito e especificação dos critérios antes do experimento. Ainda, acrescenta a necessidade de uma mudança na metodologia de ensino, no sentido de promover a participação ativa dos alunos, sendo uma das propostas, a inserção do computador nas aulas, oferecendo, assim, uma importante ferramenta de auxílio para os cálculos e representações gráficas e, também, para o tratamento de dados reais.

Dada a importância da análise do ensino de teste de hipótese na resolução de problema de teste de hipóteses para a proporção, consideramos o Enfoque Ontosemiótico, segundo Gonçalves, Fernandes e Nascimento (2014), que é a complexidade dos entes matemáticos, onde é estabelecida uma ontologia de objetos matemáticos primários, a qual permite uma análise detalhada e abrangente das práticas mobilizadas nos processos de resolução de problemas.

Ainda segundo Gonçalves, Fernandes e Nascimento (2014), na atividade matemática intervêm combinações dos objetos primários, criando-se configurações de objetos e diferentes processos matemáticos envolvendo esses objetos, descritos nas suas facetas duais, quais sejam:

- (1) Pessoal-institucional - emerge das práticas de uma pessoa ou de um grupo de pessoas que partilham o mesmo tipo de situações-problema;
- (2) Ostensivo-não ostensivo - na medida em que podem ser usados nas práticas públicas a partir das suas representações ou imaginados ou pensados independentemente das suas representações;
- (3) Extensivo-intensivo - refere-se a um caso específico ou a uma classe mais geral;
- (4) Unitário-sistêmico - ao serem usados como entidades unitárias ou como sistemas;
- (5) Expressão-conteúdo - que constituem o antecedente e conseqüente de funções semióticas.

As funções semióticas, entendidas como relações entre conjuntos, envolvem três componentes (GONÇALVES; FERNANDES; NASCIMENTO, 2014):

- (1) Expressão - constitui-se como o objeto inicial ou significante;
- (2) Conteúdo - constitui-se como o objeto final ou significado;
- (3) Regra e correspondência - Constitui-se como o código interpretativo que regula a relação entre expressão e conteúdo.

A dualidade da expressão-conteúdo permite realizar análises semióticas *a priori*, como etapa prévia de análise didático-matemática do estudo de um conteúdo matemático tendo em vista um interpretante potencial e *a posteriori*, quando a análise incide sobre as produções escritas dos alunos. Em qualquer um dos casos pode-se confrontar os significados dos conteúdos das funções semióticas com os significados institucionais de referência (GONÇALVES; FERNANDES; NASCIMENTO, 2014).

Nesse processo de comparação, a verificação de discrepâncias entre esses significados, ou seja entre os significados institucional e pessoal (GODINO; BATANERO, 1994), conduz à identificação de conflitos semióticos. No caso do presente estudo realizou-se uma análise semiótica das respostas dos alunos a um problema de testes de hipóteses, tratando-se de uma análise *a posteriori*, orientada pelos objetos matemáticos referidos.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste trabalho temos como objetivo estudar os conflitos semióticos, entendidos como discrepâncias entre os significados institucional e pessoal (GODINO; BATENERO, 1994), na resolução de um problema de testes de hipóteses para a proporção, por 57 alunos do Ensino Superior que cursaram a disciplina de Fundamentos Matemáticos e Bioestatística numa universidade pública brasileira. De acordo com Nogueira, Blanco e Vivero (2015, p. 177) estes significados são assim indicados:

1. Significado pessoal - Consiste no sistema de práticas pessoais manifestadas por um sujeito quando tenta resolver o campo de problemas de onde o objeto emerge, ou seja, o teste de hipóteses.
2. Significado institucional - Compreende o sistema de práticas institucionais (sociais) associadas ao campo de problemas de onde esse objeto emerge, ou seja, o teste de hipóteses.

A consideração de objetos destes dois tipos impõe distinguir-se o que cada um significa para o sujeito envolvido na construção de um objeto, no primeiro caso, e para a instituição em que ele emerge, no segundo.

São participantes deste trabalho os 57 alunos que cursaram a disciplina de Fundamentos Matemáticos e Bioestatística no 1º semestre (27 alunos) e 2º semestre (30 alunos) letivos de 2015, oferecido no 7º período pelo curso de Ciências Biológicas, numa universidade pública brasileira. A metodologia de ensino e o professor foram os mesmos.

Portanto, neste texto foram estudadas as dificuldades de alunos do Ensino Superior na resolução de uma tarefa na formulação, cálculo e interpretação de um problema de Teste de Hipóteses para a proporção. Para tal, foram efetuadas análises semióticas das resoluções escritas dos alunos recorrendo ao Enfoque Ontosemiótico de Godino e Batanero (1994) e Godino, Batanero e Font (2008).

O problema aqui analisado é uma das questões de um teste, formado por um total de 10 questões sobre testes de hipóteses, aplicado aos alunos que cursaram a disciplina “Fundamentos Matemáticos e Bioestatísticos” do 7º período do curso de Ciências Biológicas de uma universidade federal do interior de Minas Gerais, nos dois semestres letivos de 2015, ou seja, a primeira no primeiro semestre de 2015 e a segunda no segundo semestre de 2015, totalizando 57 alunos.

O ensino dos testes de hipóteses pode seguir dois enfoques: o clássico baseado nas ideias de Newman e Pearson e o computacional que segue a proposta de Fisher. Segundo Bussab e Morettin (2005) e Viali (2010) no enfoque clássico, adotado nesta pesquisa, as etapas para resolver um problema geralmente incluem seis passos, sendo eles: (1) A definição das hipóteses; (2) A determinação da estatística teste e da distribuição amostral; (3) O cálculo da estatística teste; (4) A identificação e o posicionamento da região crítica ou o nível de significância do teste; (5) A decisão; (6) A conclusão.

Os 57 alunos resolveram o teste nas suas aulas teórico-práticas, na presença do docente; dispuseram de 4 horas para a resolução das questões, o que se revelou tempo suficiente.

A resolução dos problemas foi realizada na última aula do semestre de cada uma das turmas, por escrito e sem consulta, imediatamente depois dos alunos terem estudado os testes de hipóteses.

A abordagem do tema realizou-se ao longo de 4 aulas teóricas e 2 aulas teórico-práticas, cada uma com duração de 2 horas, onde os alunos acompanharam o professor e tiveram a oportunidade de resolver exercícios e problemas para consolidação dos conceitos usando papel e lápis.

Depois de aplicado os testes nos dois semestres letivos, foi feita uma análise qualitativa mediante processo de comparação de respostas semelhantes entre si e recorrendo ao Enfoque Ontosemiótico do

conhecimento e do Ensino da Matemática (GODINO; BATANERO; FONT, 2008) de forma a podermos chegar a uma categorização, que são apresentadas no tópico de apresentação dos conflitos semióticos. As questões serão analisadas segundo o enfoque clássico.

Os aspectos a serem utilizados nas análises, segundo Gonçalves, Fernandes e Nascimento (2014), são:

(1) Situações-problema - aplicações extra matemáticas, exercícios, problemas, ações que induzem uma atividade matemática como problemas de comparação de duas ou mais populações, a estimação de parâmetros estatísticos ou de tomada de decisão;

(2) Linguagens - termos, expressões, notações, gráficos que se utilizam para representar os dados de um problema, os símbolos usados para denotar as hipóteses nulas ( $H_0$ ) e a hipótese alternativa ( $H_1$ );

(3) Conceitos - formulações introduzidas mediante definições e descrições como de população e amostra; estatística e parâmetro; região crítica e região de não rejeição;

(4) Propriedades (proposições) - enunciados sobre relações ou propriedades dos conceitos que se utilizam para resolver problemas matemáticos como as hipóteses nulas ( $H_0$ ) e hipóteses alternativa ( $H_1$ ) complementares;

(5) Procedimentos - algoritmos, operações, técnicas de cálculo que os alunos aplicam para a resolução do problema, ou seja, os cálculos que os alunos têm de efetuar para definir a região crítica e a região de não rejeição;

(6) Argumentos - enunciados usados para justificar ou explicar a outra pessoa as proposições e procedimentos ou a solução dos problemas que podem ser dedutivos, formais ou informais.

## CONFLITOS SEMIÓTICOS NA FORMULAÇÃO DAS HIPÓTESES

Em relação aos alunos participantes da pesquisa, 38 (67,67%) eram do sexo feminino e 19 (33,33%) do sexo masculino. Cabe também ressaltar que 42 (73,68%) eram do curso de Ciências biológicas, 11 (19,30%) alunos do curso de Enfermagem e 4 (7,02%) alunos do curso de Biomedicina.

Neste tópico apresentamos os erros e acertos de alunos do Ensino Superior na formulação, cálculo e interpretação de um problema de teste de hipóteses para a proporção (Figura 2).

Para tal, efetuaram-se análises semióticas das resoluções escritas dos alunos recorrendo ao Enfoque Ontosemiótico de Godino e colaboradores (GODINO; BATANERO, 1994; GODINO; BATANERO; FONT, 2008).

**Figura 2** - Enunciado do Problema.

Como intuito de decidir sobre a aquisição de tempo de antena num programa de TV de grande audiência, a empresa MOUSE decidiu recolher uma amostra de 100 pessoas. No inquérito efetuado, 75 pessoas declararam ver o programa assiduamente, 10 de vez em quando e o restante declarou nunca ver. Suponha que a empresa MOUSE só adquirirá o referido tempo de antena se for credível a hipótese de que a percentagem de pessoas que vê assiduamente o programa é de, pelo menos, 80%. Considerando o nível de significância,  $\alpha = 0,05$ , a empresa deve adquirir ou não o referido tempo de antena?

Fonte: Gonçalves, Fernandes e Nascimento (2013, p. 159).

No problema apresentado na Figura 2, era necessário:

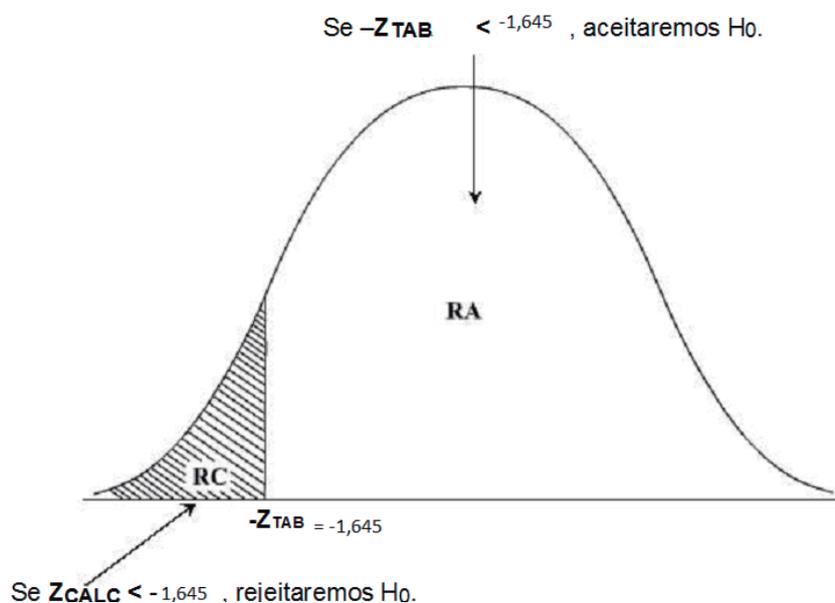
Formular as hipóteses nula e alternativa ( $H_0:p=0,80$  e  $H_1:p <0,80$ );

Escolher a estatística-teste (teste de significância para a proporção) e realizar as operações matemáticas:

$$Z_{cal} = \frac{f - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1 - p_0)}{n}}} = \frac{0,75 - 0,80}{\sqrt{\frac{0,80(1 - 0,80)}{10}}} = -1,25$$

Justificar se a hipótese seria aceita ou rejeitada (Figura 3):

**Figura 3** - Distribuição Normal e a apresentação das áreas de decisão.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Portanto, como  $Z_{calculada} = -1,25 > Z_{tabelada} = -1,645$ , então aceitamos a hipótese de que o inquérito efetuado com 100 pessoas que declararam ver o programa de TV assiduamente não difere significativamente do limite inferior (80%) do intervalo ao qual se aceitaria a aquisição do tempo de antena, ao nível de 5%, ou seja, há indícios de que a empresa MOUSE pode adquirir o tempo de antena já que se estabelece a percentagem de pessoas que veem assiduamente o programa é de, pelo menos, 80%.

As frequências da descrição das respostas apresentadas pelos alunos ao problema proposto são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Frequências (percentagens) do procedimento (categorias) de solução (respostas) ao Problema.

Categorias de respostas	Número de alunos	%
Formular hipótese alternativa unilateral à direita ao invés de unilateral à esquerda, acertar a escolha/resolução da estatística-teste, acertar, mas não justificar corretamente sobre aceitar ou não a hipótese.	14	24,60
Formular hipótese alternativa bilateral ao invés de unilateral à esquerda, não acertar a escolha/resolução da estatística-teste, e conseqüentemente não justificar corretamente sobre aceitar ou não a hipótese.	12	21,07
Formular corretamente as hipóteses, acertar a escolha/resolução da estatística-teste, bem como justificar corretamente sobre aceitar ou não a hipótese.	4	7,01
Formular hipótese alternativa bilateral ao invés de unilateral à esquerda e não realizar os outros procedimentos.	3	5,26
Não formular as hipóteses, acertar a escolha/resolução da estatística teste, e conseqüentemente não justificar corretamente sobre aceitar ou não a hipótese.	3	5,26
Não formular hipóteses, errar escolha/resolução da estatística-teste, e conseqüentemente não justificar corretamente sobre aceitar ou não a hipótese.	3	5,26
Formular corretamente a hipótese nula, acertar a escolha/resolução da estatística-teste, acertar, mas não justificar corretamente sobre aceitar ou não a hipótese.	2	3,50
Formular equivocadamente a hipótese nula, apesar de acertar a escolha/resolução da estatística-teste, bem como justificar corretamente sobre aceitar ou não a hipótese.	2	3,50
Formular corretamente as hipóteses e não realizar os outros procedimentos.	1	1,75
Não formular hipóteses, acertar a escolha/resolução da estatística teste, e não justificar.	1	1,75
Respostas sem sentido	6	10,52
Em branco	6	10,52
Total	57	100,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

Pontuamos inicialmente, a partir dos dados apresentados na Tabela 1, que somente 6 alunos (10,52%) deixaram a questão em branco e que 7 alunos (12,28%) não apresentaram as hipóteses (nula e alternativa), mas procederam a algum outro procedimento de solução do problema proposto.

Apresentamos, a seguir, análises ontosemióticas para categorias que emergiram das soluções apresentadas pelos alunos, quais sejam: (1) Formular de forma errada as hipóteses sobre a proporção populacional; (2) Formular as hipóteses corretamente, calcular corretamente a estatística do teste e concluir de forma correta ou errada sobre o teste; (3) Apresentar solução optando por outro tipo de teste, como o da média ou o do teste Quiquadrado.

#### FORMULAR DE FORMA ERRADA AS HIPÓTESES SOBRE A PROPORÇÃO POPULACIONAL

Nesta categoria identifica-se que trinta e um alunos (54,39%) definiram de forma errada as hipóteses sobre a proporção populacional, sendo que os principais equívocos ocorreram quando da definição de um teste unilateral à direita (24,60%) ou bilateral (21,07%) ao invés de unilateral à esquerda.

Estes alunos utilizam a simbologia adequada tanto para a hipótese nula como para a alternativa, o parâmetro escolhido é o correto (proporção) e o valor sobre o qual se baseia a conjetura também é correto (80% ou 0,80).

No Quadro 1 ilustra-se e apresenta-se a análise semiótica deste tipo de resposta, ou seja, proporção populacional num teste unilateral à direita.

**Quadro 1** - Análise Semiótica sobre formular as hipóteses da proporção populacional num teste unilateral à direita.

Expressão	Conteúdo
Formulação das hipóteses e seleção do tipo de teste:  $H_0: p=0,80$ $H_1: p>0,80$	<ul style="list-style-type: none"> <li>* O aluno lê o enunciado e identifica corretamente que o parâmetro a testar é a proporção populacional;</li> <li>* Identifica corretamente o valor hipotético do parâmetro e o problema como sendo um teste para a proporção.</li> <li>* Discrimina entre hipótese nula e alternativa e reconhece que a hipótese nula é pontual, expressando-a mediante a igualdade.</li> <li>* Expressa as hipóteses em notação adequada (linguagem e particularização de um conceito).</li> <li>* Reconhece que a hipótese nula é incompatível com a que se quer provar (propriedade).</li> <li>* Reconhece que a hipótese alternativa é a que interessa provar, porque estabelece o sinal "&gt;" em função dos dados (particularização de uma propriedade).</li> <li>* Expressa as duas hipóteses em notação adequada (conceito e linguagem).</li> <li>* <b>Aparece um conflito de interpretação de enunciado ao traduzir expressão matemática na notação <math>H_1: p&gt;0,80</math>, o que conduza um teste unilateral à direita (o aluno não reconhece um campo de problemas).</b></li> </ul>

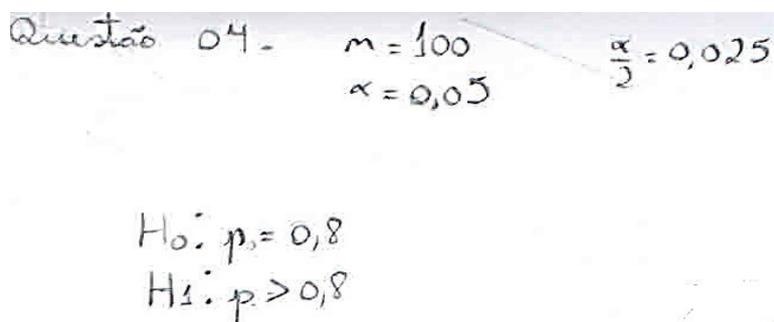
Fonte: Elaborado pelo autor.

No Quadro 1, é destacado em negrito o conflito na interpretação do enunciado, onde os alunos estabelecem de forma incorreta as hipóteses do problema.

Neste caso, percebe-se que os alunos entenderam de forma equivocada a informação do enunciado de que a percentagem de pessoas que vê assiduamente o programa é de, pelo menos 80%, ao invés de comparar a informação populacional da proporção ( $p = 0,8$ ), com os dados do inquérito ou amostra ( $f = 0,75$ ) ou seja, que este valor seria ou não menor significativamente à informação populacional ao nível de significância de 5%. Assim, a informação indicativa do limite de um intervalo, ou seja,  **$H_1: p > 0,80$**  não deveria ter sido interpretada como indicação de determinação da hipótese alternativa e sim  **$H_1: p < 0,80$** .

Na Figura 4 a solução de um aluno que optou pela hipótese alternativa como unilateral à direita.

**Figura 4** - Elaboração da hipótese alternativa como unilateral à direita.



Fonte: Solução apresentada por aluno participante da pesquisa.

No Quadro 2 ilustra-se a análise semiótica deste tipo de resposta, ou seja, proporção populacional num teste bilateral.

**Quadro 2** - Análise Semiótica sobre formular as hipóteses sobre a proporção populacional num teste bilateral.

Expressão	Conteúdo
Formulação das hipóteses e seleção do tipo de teste:  $H_0: p=0,80$ $H_1: p \neq 0,80$	<ul style="list-style-type: none"> <li>* O aluno lê o enunciado e identifica corretamente que o parâmetro a testar é a proporção populacional, ou seja, <math>p = 0,8</math>;</li> <li>* Identifica corretamente o valor hipotético do parâmetro e o problema como sendo um teste para a proporção, ou seja, <math>p = 0,8</math>;</li> <li>* Discrimina entre hipótese nula e alternativa e reconhece que a hipótese nula é pontual, expressando-a mediante a igualdade.</li> <li>* Expressa as hipóteses em notação adequada (linguagem e particularização de um conceito).</li> <li>* Reconhece que a hipótese nula é incompatível com a que se quer provar (propriedade).</li> <li>* Reconhece que a hipótese alternativa é a que interessa provar, porque estabelece o sinal "≠" em função dos dados (particularização de uma propriedade).</li> <li>* Expressa as duas hipóteses em notação adequada (conceito e linguagem).</li> <li>* <b>Aparece um conflito de interpretação de enunciado ao traduzir expressão matemática na notação <math>H_1: p \neq 0,80</math>, o que conduza um teste bilateral (o aluno não reconhece um campo de problemas).</b></li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Aqui percebe-se que os alunos entenderam de forma equivocada a informação do enunciado de que a percentagem de pessoas que vê assiduamente o programa é de, pelo menos 80%, ao invés de comparar a informação populacional da proporção ( $p = 0,8$ ), com os dados do inquérito ou amostra ( $f = 0,75$ ). Assim, a informação indicativa do limite de um intervalo, ou seja,  $H_1: p \neq 0,80$  não deveria ter sido interpretada como indicação de determinação da hipótese alternativa e sim  $H_1: p < 0,80$ .

Apresenta-se solução de um aluno que optou pela hipótese alternativa como bilateral (Figura 5).

**Figura 5** - Elaboração da hipótese alternativa como bilateral.

Questão 4  
 $N=100$   
 $A=75$   
 $AV=10$   
 $N=15$   
 $p=80\%$   
 $\alpha=0,05$   
 $f = \frac{75}{100} = 0,75$   
 $H_0: p = 0,8$   
 $H_1: p \neq 0,8$

Fonte: Solução apresentada por aluno participante da pesquisa.

No Quadro 3 ilustra-se a análise semiótica quando se optou pela hipótese alternativa com sobreposição de definição em relação à hipótese nula ( $H_0$ ). Os alunos como nas análises anteriores também se deixaram influenciar pela informação do enunciado de que a percentagem de pessoas que veem assiduamente o programa é de, pelo menos 80%, ao invés de comparar a informação populacional da proporção ( $p = 0,8$ ), com os dados do inquérito ou amostra ( $f = 0,75$ ).

**Quadro 3 - Análise Semiótica sobre formular as hipóteses sobre a proporção populacional com sobreposição de definição das hipóteses nula ( $H_0$ ) e alternativa ( $H_1$ ).**

Expressão	Conteúdo
Formulação das hipóteses e seleção do tipo de teste:  $H_0:p=0,80$ $H_1:p\geq 0,80$	<ul style="list-style-type: none"> <li>* O aluno lê o enunciado e identifica corretamente que o parâmetro a testar é a proporção populacional, ou seja, <math>p = 0,8</math>;</li> <li>* Identifica corretamente o valor hipotético do parâmetro e o problema como sendo um teste para a proporção, ou seja, <math>p = 0,8</math>;</li> <li>* Discrimina entre hipótese nula e alternativa e reconhece que a hipótese nula é pontual, expressando-a mediante a igualdade.</li> <li>* Reconhece que a hipótese nula é incompatível com a que se quer provar (propriedade).</li> <li>* <b>Aparece um conflito de interpretação quando expressa a hipótese alternativa havendo sobreposição do intervalo em análise (linguagem e particularização de um conceito).</b></li> <li>* <b>Aparece um conflito no não reconhecimento de que a hipótese alternativa é o complemento da hipótese nula ao estabelecer o sinal “<math>\geq</math>” em função dos dados (particularização de uma propriedade).</b></li> <li>* <b>Aparece um conflito de interpretação de enunciado ao traduzira expressão matemática na notação <math>H_1:p\geq 0,80</math>(o aluno não reconhece um campo de problemas).</b></li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A informação indicativa do limite de um intervalo, ou seja,  $H_1:p\geq 0,80$  não deveria ter sido interpretada como indicação de determinação da hipótese alternativa e sim  $H_1:p < 0,80$ , ou seja, apresenta-se um problema de linguagem e particularização do conceito quando é expressa a hipótese alternativa ( $H_1:p\geq 0,80$ ) havendo sobreposição do intervalo em análise com a hipóteses nula ( $H_0:p=0,80$ ), ou seja, a igualdade ( $p = 0,8$ ) é considerada nas hipóteses nula e alternativa.

No Quadro 4 apresenta-se a análise semiótica quando se optou pela hipótese nula ( $H_0$ ) com erro conceitual e alternativa ( $H_1$ ) corretamente, ou seja, unilateral à esquerda.

A informação indicativa do limite de um intervalo, ou seja,  $H_0:p\geq 0,80$  não deveria ter sido interpretada como indicação de determinação da hipótese nula e sim  $H_0:p = 0,80$ . Apresenta-se um problema de propriedade quando é expressa a hipótese alternativa ( $H_0:p\geq 0,80$ ).

A hipótese nula ( $H_0$ ) é a hipótese de **igualdade** entre o novo e o produto padrão, ou seja, a designação “hipótese nula” decorre da suposição que a diferença entre eles é nula ou zero.

**Quadro 4 - Análise Semiótica sobre formular as hipóteses sobre a proporção populacional: hipótese nula ( $H_0$ ) com erro conceitual e alternativa ( $H_1$ ) corretamente, ou seja, unilateral à esquerda.**

Expressão	Conteúdo
Formulação das hipóteses e seleção do tipo de teste:  $H_0:p\geq 0,80$ $H_1:p < 0,80$	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Expressa a hipótese alternativa corretamente ao traduzira expressão matemática na notação <math>H_1:p &lt; 0,80</math>, o que conduz a um teste unilateral à esquerda(o aluno reconhece um campo de problemas).</li> <li>* <b>Aparece um conflito quando não identifica corretamente o valor hipotético do parâmetro e o problema como sendo um teste para a proporção, ou seja, <math>p \geq 0,8</math>;</b></li> <li>* <b>Aparece um conflito quando não discrimina que hipótese nula é pontual (propriedade).</b></li> <li>* <b>Aparece um conflito no não reconhecimento de que a hipótese alternativa é o complemento da hipótese nula ao estabelecer o sinal “<math>\geq</math>” em função dos dados (particularização de uma propriedade).</b></li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 6 indicamos solução de aluno que optou pela hipótese nula ( $H_0$ ) com erro conceitual, ou seja,  $H_0: p \geq 0,80$ , e alternativa ( $H_1$ ) corretamente, ou seja, unilateral à esquerda.

**Figura 6** - Elaboração da hipótese nula ( $H_0$ ) com erro conceitual e alternativa ( $H_1$ ) corretamente, ou seja, unilateral à esquerda.

4)  $n = 100$   $\left\{ \begin{array}{l} 75 \text{ Sempre} \\ 10 \text{ de vez em quando} \\ 15 \text{ nunca} \end{array} \right.$   $\left. \begin{array}{l} H_0: p \geq 0,8 \\ H_1: p < 0,8 \end{array} \right\} \alpha = 0,05 \text{ } 0,425$

Fonte: Solução apresentada por aluno participante da pesquisa.

## FORMULAR AS HIPÓTESES CORRETAS, CALCULAR CORRETAMENTE A ESTATÍSTICA DO TESTE E DECIDIR CORRETAMENTE OU ERRADAMENTE

Nesse trabalho sete (12,28%) alunos conseguiram enunciar as hipóteses corretamente, sendo que destes somente quatro (7,02%) deles conseguiram seguir todos os passos corretos e apresentar os itens necessários para o desenvolvimento dos procedimentos de cálculo, conceituais e conclusão a partir da resposta solicitada.

Dentre os três (5,26%) alunos que enunciaram as hipóteses corretamente, mas cometeram algum erro na continuidade da solução do problema, dois deles indicaram também acertadamente a estatística-teste e cálculos matemáticos, porém no momento da determinação da resposta solicitada não conseguiram interpretar os dados obtidos para a tomada de decisão. Outro aluno somente identificou corretamente as hipóteses.

No Quadro 5 apresenta-se análise semiótica que mostra a solução da questão e ilustra aspectos destacados a partir da solução apresentada pelos alunos que acertadamente elaboraram as hipóteses nula e alternativa, determinaram corretamente a estatística-teste e os cálculos matemáticos, mas que em algum momento demonstraram não ter domínio da resposta solicitada pela questão.

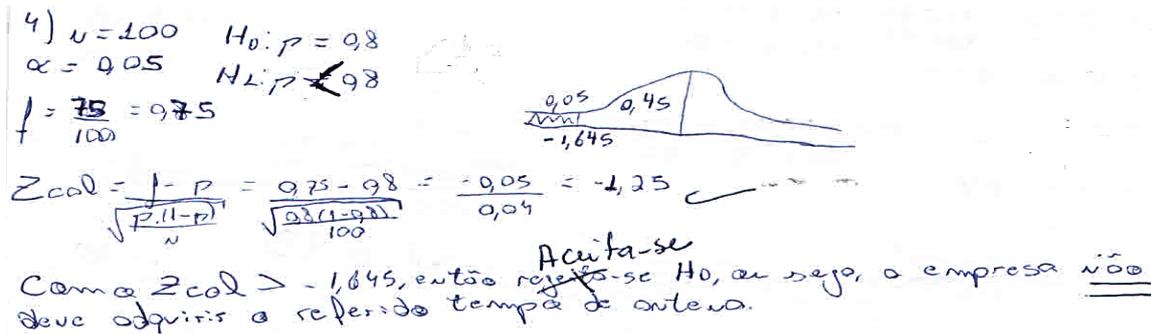
**Quadro 5** - Análise semiótica sobre formular as hipóteses corretas, calcular corretamente a estatística do teste e decidir erradamente.

Expressão	Conteúdo
Determinação da estatística do teste e da região crítica ( $RC_z$ ): $\alpha = 0,05 \rightarrow z_c = -1,645$ $RC_z = ]-\infty; -1,645]$  $Z_{cal} = \frac{p - p_0}{\sqrt{\frac{p_0 q_0}{n}}} = \frac{0,75 - 0,80}{\sqrt{\frac{0,80(1 - 0,80)}{100}}} = -1,25$	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Identifica o valor crítico através do nível de significância e do teste a usar (particularização de conceito).</li> <li>* Identifica a região crítica (particularização de conceito).</li> <li>* Utiliza anotação correta para representara estatística de teste (linguagem e conceito).</li> <li>* Calcula a estatística deteste (conceito e procedimento).</li> </ul>
Tomada de decisão de alguns alunos: Como $Z_{cal} \notin RC_z$ deve-se rejeitar a hipótese nula. A empresa não deve adquirir os tempos de antena.	<b>Aparece um conflito ao não saber interpretar os dados obtidos para a tomada de decisão. O aluno diz que não pertence à região crítica e depois conclui que se deve rejeitar (particularização incorreta de uma propriedade).</b>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 7 apresenta solução de um aluno que optou pelas hipóteses nula ( $H_0$ ) e alternativa ( $H_1$ ) corretamente optando pelo teste de significância para a proporção; indicaram também corretamente a definição da estatística calculada ( $Z_{cal} = -1,25$ ) bem como a estatística tabelada ( $Z_{tab} = -1,645$ ). No entanto, há uma particularização incorreta da propriedade, quando se optou pela rejeição da hipótese nula ou invés de optar pela não rejeição. Talvez por considerar que  $Z_{tab} = -1,645$  é maior que  $Z_{cal} = -1,25$ , desconsiderando que os números negativos diferem da relação considerada pelos números positivos.

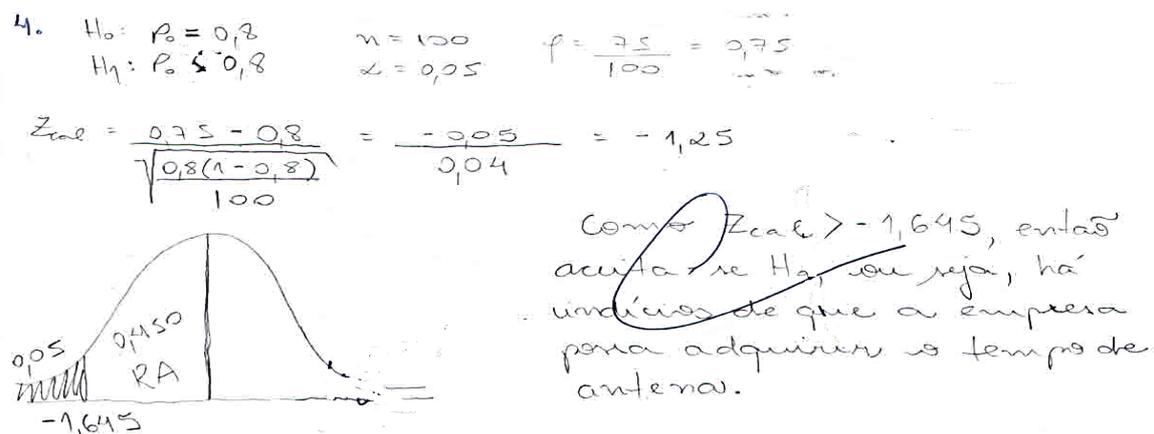
Figura 7 - Solução onde houve erro na conclusão do problema.



Fonte: Solução apresentada por aluno participante da pesquisa.

Solução de aluno é apresentada na Figura 8, quando optou-se pela hipótese nula ( $H_0$ ) com erro conceitual, ou seja,  $H_0: p \geq 0,80$ , e alternativa ( $H_1$ ) corretamente, ou seja, unilateral à esquerda e em sua continuidade consideramos que foram listados todos os aspectos necessários para a solução do problema.

Figura 8 - Solução correta do problema.



Fonte: Solução apresentada por aluno participante da pesquisa.

A partir dos resultados da pesquisa, observa-se uma confusão na definição entre a região de rejeição e de não rejeição, assim como sobre a forma em que se deve construir estas regiões em uma análise unilateral ou bilateral. Falta uma apreensão mais cuidadosa do que a hipótese alternativa determina, junto com o nível de significância, ou seja, a região crítica, e que um maior nível de significância indica uma menor área para a região crítica.

Estes dados são também apresentados em Vallecillos (1994, 1999) quando diz que os alunos podem confundir o critério de decisão ao aplicar o tipo de definição do teste e chegar a uma decisão equivocada.

A compreensão deste ponto também se relaciona com a dificuldade assinalada por Harradine, Batanero e Rossman (2011) de compreensão da lógica subjacente ao contraste da hipótese, ou seja, a hipótese alternativa.

Por fim, apresentamos aquelas soluções que fogem totalmente do que foi solicitado como solução para o problema proposto.

#### APRESENTAR SOLUÇÃO OPTANDO POR OUTRO TIPO DE TESTE, COMO O DA MÉDIA OU O TESTE QUIQUADRADO

Para apresentar e justificar este item, destacamos que 6 alunos (10,52%) apresentaram solução sem sentido na medida em que optaram por outro tipo de teste, como o da média ou o teste Quiquadrado.

No Quadro 6 apresenta-se análise semiótica que mostra solução do problema utilizando o teste de significância para a média ao invés do teste de significância para a proporção.

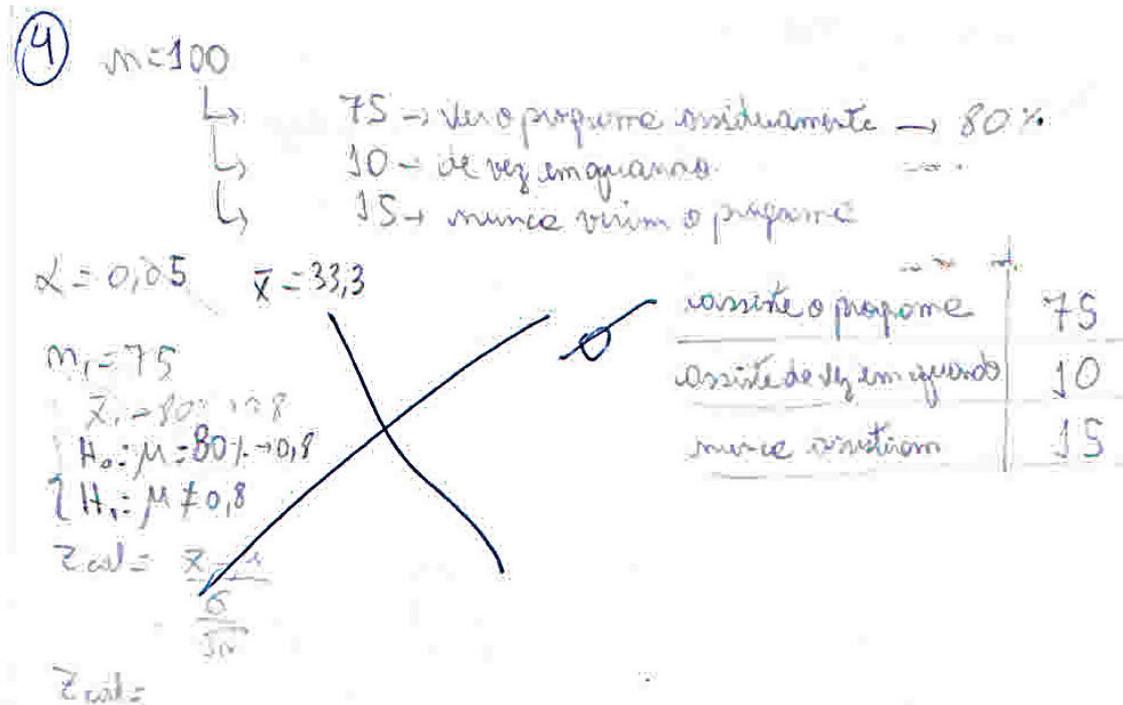
**Quadro 6** - Análise semiótica sobre decidir erradamente pela escolha do teste de significância.

Expressão	Conteúdo
Formulação das hipóteses e seleção do tipo de teste:  $H_0; \mu = 0,80$ $H_1; \mu \neq 0,80$	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Aparece um conflito quando identifica corretamente o valor hipotético do parâmetro (0,80), mas decide o problema como sendo um teste para a média, ou seja, <math>\mu = 0,8</math>;</li> <li>* Aparece um conflito, pois o aluno lê o enunciado e não identifica corretamente que o parâmetro a testar é a proporção populacional, ou seja, <math>p = 0,8</math>.</li> <li>* Discrimina entre hipótese nula e alternativa e reconhece que a hipótese nula é pontual, expressando-a mediante a igualdade.</li> <li>* Reconhece que a hipótese nula é incompatível com a que se quer provar (propriedade).</li> </ul>

Fonte: Elaborado pelo autor.

A Figura 9 apresenta solução de aluno que optou pela hipótese nula ( $H_0$ ) e alternativa ( $H_1$ ) associadas ao teste de significância para a média, mas com o valor de uma proporção ( $p = 0,8$  ou 80%).

**Figura 9** - Optando pelo teste de significância da média e não da proporção.



Fonte: Solução apresentada por aluno participante da pesquisa.

No Quadro 7 apresenta-se análise semiótica que mostra uma possível solução do problema utilizando o teste de aderência do Quiquadrado ao invés do teste de significância para a proporção.

**Quadro 7** - Análise semiótica sobre decidir erradamente pela escolha do teste de significância.

Expressão	Conteúdo
Formulação das hipóteses e seleção do tipo de teste:	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Aparece um conflito quando não identifica corretamente o valor hipotético do parâmetro (0,80);</li> <li>* Aparece um conflito, pois o aluno lê o enunciado e não identifica que o parâmetro a testar é a proporção populacional, ou seja, <math>p = 0,8</math>.</li> </ul>
Identificação de frequências observadas e esperadas associado ao teste de aderência (Quiquadrado).	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Aparece um conflito quando não discrimina entre hipótese nula e alternativa e reconhece que a hipótese nula é pontual, expressando-a mediante a igualdade.</li> <li>* Aparece um conflito quando não reconhece que a hipótese nula é incompatível com a que se quer provar (propriedade).</li> </ul>

Apresentamos na Figura 10, solução de aluno que optou pelo teste de Quiquadrado (teste de aderência), quando identificam frequências observadas e esperadas. O termo de aderência refere-se à comparação de dados experimentais de frequência com a distribuição teórica.

**Figura 10** - Optando pelo teste de Quiquadrado e não da proporção.

	assiduamente	alg. em quando	nunca
f.o.	75	10	15
f.e.	80	10	10

Fonte: Solução apresentada por aluno participante da pesquisa.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na solução apresentada pelos alunos ao problema de teste de hipóteses para a proporção proposto é identificado: (1) institucional - apresentação coletiva dos resultados alcançados pelos alunos; (2) ou pessoa - alunos individualmente. Os alunos realizam uma sequência de ações que visam resolver o problema onde são considerados os objetos (representados em forma textual, simbólica ou gráfica), os processos e os significados matemáticos envolvidos. Neste nível de análise estão os processos na condução da solução do problema, sendo que o objetivo é descrever a complexidade ontosemiótica das soluções apresentadas pelos alunos como um fator explicativo dos conflitos semióticos que ocorrem em sua realização.

Portanto, da análise realizada, conclui-se que na formulação de hipóteses os conflitos mais frequentes são relativos às respostas que definiram de forma errada as hipóteses sobre a proporção populacional (54,39%), seguida da não apresentação das hipóteses nula e alternativa, mas seguindo procedimentos de solução do problema proposto (12,28%) e da apresentação de solução sem sentido na medida em que optaram por outro tipo de teste, como o da média ou o do teste Quiquadrado (10,52%).

Estes resultados são corroborados pelos estudos de Vallecillos e Batanero (1997) e Sebastiani e Viali (2011), ao constatarem que os alunos cometem erros quando enunciam as hipóteses a partir do contexto do problema. Os alunos não compreendem que num teste de hipóteses são testados valores hipotéticos de parâmetros populacionais e também não formulam a hipótese nula com o objetivo de ser rejeitada. Esta dificuldade, também é apontada por Bady (1979), que resulta da tendência em procurar informações no enunciado do problema que verifiquem a hipótese ao invés de tentar prová-la.

O uso de notação inadequada para representar parâmetros e estatísticas foi um erro recorrente na formulação das hipóteses (não identificação do parâmetro correto, valor incorreto do parâmetro e erro de sinal). No entanto, evidencia-se que, em geral, os alunos reconhecem a necessidade de fazer a distinção entre valores provenientes da população e da amostra.

O que ainda se percebeu é que houve dificuldade na interpretação para a determinação da hipótese alternativa quando os estudantes não conseguem interpretar os dados apresentados no enunciado do problema.

Salienta-se percentagem de alunos que apresentaram respostas sem sentido (10,52%) ou que não responderam (10,52%).

No presente estudo destaca-se a identificação de conflitos semióticos decorrentes das produções dos alunos nas várias etapas de resolução de um problema sobre testes de hipóteses para a proporção. Verificou-se a determinação errada do valor da estatística do teste e a tomada de

decisão correta, e também o cálculo correto da mesma estatística do teste e consequente tomada de decisão errada.

Verificou-se também que as respostas dos alunos exibiam a confusão entre teste unilateral e bilateral. Este conflito coincide com o identificado no estudo de Vera, Díaz e Batanero (2011), quando é envolvida a dificuldade de tradução de enunciados verbais em linguagem simbólica.

Podemos ainda observar que os alunos, em geral, cometem erros que evidenciam a não compreensão da relação entre distribuição de probabilidade, as regiões de aceitação e o nível de significância, ou seja, parecem não compreender o conceito de estatística de teste, confundindo a estatística amostral e parâmetro da população.

Os conflitos semióticos apresentados pelos alunos e descritos através das categorias expressas neste trabalho, considerando os aspectos analisados no problema de teste de hipóteses para a proporção são:

1) Erros na formulação das hipóteses quando do uso de teste bilateral ou unilateral à direita ao invés do teste unilateral à esquerda(particularização incorreta de uma propriedade);

2) Inversão do enunciado das hipóteses, ou seja, o enunciado da hipótese nula refere-se ao que se deseja comprovar e a hipótese alternativa ao que se deseja testar(particularização incorreta de uma propriedade);

3) Utilização de notação inadequada para enunciar as hipóteses ao utilizar a média ao invés da proporção(particularização incorreta de uma propriedade e de identificação de uma situação-problema);

4) Não formulação das hipóteses e buscar a solução sem a sua determinação(falta da expressão da linguagem correta e de identificação de uma situação-problema);

5) Utilização do valor crítico do teste bilateral quando está realizando um teste unilateral (particularização incorreta de uma propriedade bem como de conceitos);

6) Utilização de um valor incorreto para o nível de significância (particularização incorreta de conceitos);

7) Erro não identificado na obtenção do valor crítico na tabela (particularização incorreta de conceitos);

8) Erro de sinal do valor crítico (particularização incorreta de conceitos);

9) Definição da região crítica sem ter formulado a hipótese alternativa (falta da expressão da linguagem correta, bem como do conceito);

10) Utilização de valores incorretos no cálculo da estatística-teste por enganos (particularização incorreta de conceitos);

11) Erro de transcrição do algoritmo (fórmula) do cálculo da estatística teste (erro de procedimentos).

Portanto, este trabalho aponta no sentido da necessidade de rever a forma de ensino da inferência estatística, e mais concretamente na interpretação do problema, na formulação das hipóteses estatísticas e do nível de significância. Alguns destes erros podem provocar dificuldades na resolução dos problemas de testes de hipóteses. Por exemplo, o fato de se formular hipóteses para um teste unilateral à direita em vez de à esquerda fará com que as regiões de não rejeição e rejeição sejam mal construídas e levar o aluno a tomar a decisão de aceitar ou rejeitar a hipótese de forma incorreta.

Para além das sugestões referidas, as dificuldades reveladas pelos alunos no presente estudo podem ser exploradas para que possa ser delineado um melhor ensino dos testes de hipóteses, para além de motivar a realização de outros estudos.

## REFERÊNCIAS

- BADY, R. J. Students' understanding of the logic of hypothesis testing. **Journal of Research in Science Teaching**, Hoboken, NJ, v. 16, n. 1, p. 61-65, 1979.
- BATANERO, C. Controversies around the Role of Statistical Tests in Experimental Research. **Mathematical Thinking and Learning**, The Netherlands, v. 2, n. 1-2, p. 75-98, 2000.
- BATANERO, C. **Didáctica de la Estadística**. Granada: GEEUG, Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada, Espanha, 2001.
- BATANERO, C.; VERA, D.; DÍAZ, C. Dificultades de estudiantes de Psicología en la comprensión del contraste de hipótesis. **Números**, Tenerife, Espanha, v. 80, p. 91-101, jul. 2012.
- BUSSAB, W. de O.; MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. São Paulo: Saraiva, 2005.
- CHOW, L. S. **Statistical significance: rationale, validity and utility**. London: Sage, 1996.
- DANIEL, L. G. Statistical Significance Testing: A Historical Overview of Misuse and Misinterpretation with Implications for the Editorial Policies of Educational Journals. **Research in the Schools**, Mississippi, v. 5, n. 2, p. 23-32, 1998.
- FISHER, R. A. **The Design of Experiments**. New York: Hafner Press, 1931.
- GLINER, J. A.; LEECH, N. L.; MORGAN, G. A. Problems with Null Hypothesis Significance Testing (NHST): What do the Textbooks Say? **The Journal of Experimental Education, The Netherlands**, v. 71, n. 1, p. 83-92, 2002.
- GODINO, D.; BATANERO, C. Significado institucional y personal de los objetos matemáticos. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Paris, França, v. 14, n. 3, p. 325-355, 1994.
- GODINO, J.D.; BATANERO, C.; FONT, V. Um enfoque ontosemiótico do conhecimento e a instrução matemática. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 10, n. 2, p. 1-32, 2008.
- GONÇALVES, G. FERNANDES, J. A.; NASCIMENTO, M. M. Conflitos semióticos na resolução de um problema de testes de hipóteses para a proporção por estudantes do ensino superior. In: Seminário de Investigação em Educação Matemática, 24., 2013, Braga, Portugal. **Actas...** Centro de Investigação em Educação da Universidade do Minho, Braga, Portugal, 2013.
- GONÇALVES, G. FERNANDES, J. A.; NASCIMENTO, M. M. Conflitos semióticos na resolução de uma tarefa de testes de hipóteses de aluno do ensino superior politécnico. **Indagatio Didactica**, Aveiro, Portugal, v. 6, n. 4, p. 37-56, dez. 2014.
- HALLER, H.; KRAUSS, S. Misinterpretations of significance: a problem students share with their teachers? **Methods of Psychological Research**, Grandville, USA, v.7, n. 1, p. 1-20, 2002.

HARRADINE, A.; BATANERO, C.; ROSSMAN, A. Students and teachers' knowledge of sampling and inference. In: BATANERO, C.; BURRIL, G.; READING, C. (Eds.). **Teaching statistics in school mathematics**. Challenges for teaching and teacher education. New York: Springer, 2011. p. 235-246.

KIRK, R. E. Promoting Good Statistical Practices: Some Suggestions. **Educational and Psychological Measurement**, Thousand Oaks, USA, v. 61, n. 2, p. 213-218, 2001.

LINK, C. W. An Examination of Student Mistakes in Setting Up Hypothesis Testing Problems. In: Louisiana-Mississippi Section of the Mathematical Association of America. **Proceedings...** Spring, 2002.

LOPES, J. M. **Conceitos Básicos de Testes de Hipóteses através de Aulas Investigativas**. In: Encontro Nacional de Educação Matemática: "Diálogos entre a Pesquisa e a Prática Educativa", 9., 2007, Belo Horizonte, Minas Gerais, Anais... Universidade de Belo Horizonte - UNI-BH, Belo Horizonte, 18 a 21 de julho de 2007. Disponível em: <<https://goo.gl/YYnf3q>>. Acesso em: 10 jul. 2015.

MCLEAN, J. E.; ERNEST, J. M. The Role of Statistical Significance Testing in Educational Research. **Research in the Schools**, Huntsville, Houston, v. 5, n. 2, p. 15-22, 1998.

NOGUEIRA, I. C.; BLANCO, T. F.; VIVERO, D. R. Análise ontossemiótica de processos de instrução matemática: um exemplo no ensino básico. **Revista Saber & Educar**, Portugal, v. 20, p. 174-187, 2015.

PONTE, J. P. da; BROCARD, J.; OLIVEIRA, H. **Investigações Matemáticas na sala de Aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.

ROSSMAN, A. Reasoning about informal statistical inference: One statistician's view. **Statistics Education Research Journal**, Auckland, New Zealand, v. 7, n. 2, p. 5-19, 2008.

SEBASTIANI, R. G. **Análise de erros em testes de hipóteses**: um estudo com alunos de Engenharia. 2010. 82 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2010.

SEBASTIANI, R. G.; VIALI, L. Teste de hipóteses: uma análise dos erros cometidos por alunos de Engenharia. **Bolema**, Rio Claro, v. 24, n. 40, p. 835-854, 2011.

SOTOS, C.; VANHOOF, S.; NOORTGATE, W.; ONGHENA, P. Student's misconceptions of statistical of inference: a review of the empirical evidence from research on statistics education. **Educational Research Review**, Filadélfia, Pensilvânia, EUA, v. 2, p. 98-113, 2007.

VALLECILLOS, A. **Estudio teórico experimental de errores y concepciones sobre el contraste de hipótesis en estudiantes universitarios**. Tesis doctoral. Universidad de Granada, 1994.

VALLECILLOS, A. **Inferencia estadística y enseñanza**: un análisis didáctico del contraste de hipótesis estadísticas. Recife: Comares, 1996.

VALLECILLOS, A. Some empirical evidence on learning difficulties about testing hypotheses. In: **International Statistical Institute**, Helsinki: International Statistical Institute, 52., Tome 58, Book 2, 1999. p. 201-204.

VALLECILOS, A.; BATANERO, C.; GODINO, J. D. El análisis de datos como útil y objeto de la didáctica de la matemática. **Revista Educación Matemática**, Cidade do México, v. 4, n. 1, p. 46- 53, 1992.

VALLECILOS, A.; BATANERO, C. Conceptos activados en el contraste de hipótesis estadísticas y su comprensión por estudiantes universitarios. **Recherches en Didactique des Mathématiques**, Paris, França, v. 17, n. 1, p. 29-48, 1997.

VERA, O.; DÍAZ, C.; BATANERO, C. Dificultades en la formulación de hipótesis estadísticas por estudiantes de Psicología. **Unión**, Federación Iberoamericana de Sociedades de Educación Matemática (FISEM),v. 27, p. 41-61, 2011.

VIALI, L. **Material Didático**: Testes de Hipóteses. Disponível em: <[www.pucrs.br/famat/viali/](http://www.pucrs.br/famat/viali/)>. Acesso em: 10 jul. 2015.

---

**RECEBIDO EM:** 28 jul. 2016.

**CONCLUÍDO EM:** 12 nov. 2016.

