

L4P2 - Exercícios com Testes de Hipótese

Rodolfo Bolconte

26/05/21

Um Experimento com Sorrisos

Neste cenário, estamos estudando dados sobre como ver uma pessoa sorrindo muda o julgamento que temos dela. Os dados são de um experimento que mostrava para uma amostra de participantes 1 de quatro fotos, 3 das quais tem um sorriso e uma que não tem.

Essa foto era acompanhada de um texto que descrevia que a pessoa na foto era suspeita de ter plagiado um trabalho na universidade. Depois de ver a foto, as pessoas devem responder o quanto suspeitam ou não da pessoa retratada. O valor da coluna `leniency` é um índice feito de respostas para 5 perguntas em uma escala de 0 a 9. Ela mede o quão leniente foi o julgamento das pessoas. Repare que se apenas um sorriso causar alguma mudança, isso é impressionante. Por isso uma diferença de meio ponto já é considerada relevante.

(O estudo completo é esse, caso você tenha interesse: LaFrance, M., & Hecht, M. A. (1995) Why smiles generate leniency. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 21, 207-214.)

```
q1_dados = read_csv(here::here("data/leniency.csv"),  
                    col_types = "cdc")
```

Questões

1- Ter a pessoa sorrindo na foto (independente do sorriso) causa uma mudança no julgamento das pessoas em geral?

```
q1_theta_chapeu <- function(dados) {  
  medias = dados %>%  
    group_by(with_smile) %>%  
    summarise(media=mean(leniency))  
  
  smile = medias %>% filter(with_smile=="yes") %>% pull(media)  
  nosmile = medias %>% filter(with_smile=="no") %>% pull(media)  
  
  smile - nosmile  
}  
  
q1_amostra_theta_chapeu = round(q1_theta_chapeu(q1_dados),3)  
  
q1_theta_nulo <- function(dados) {  
  random = dados %>%  
    mutate(leniency_random=sample(leniency, n()))  
  
  medias = random %>%
```

```

    group_by(with_smile) %>%
    summarise(media_populacao=mean(leniency_random))

smile = medias %>% filter(with_smile=="yes") %>% pull(media_populacao)
nosmile = medias %>% filter(with_smile=="no") %>% pull(media_populacao)

smile - nosmile
}

q1_populacao_theta_nulo = replicate(5000, q1_theta_nulo(q1_dados))

q1_p_value = sum(abs(q1_populacao_theta_nulo) >=
abs(q1_amostra_theta_chapeu)) / length(q1_populacao_theta_nulo)

tibble(media=q1_populacao_theta_nulo) %>%
  ggplot(aes(media)) +
  geom_histogram(binwidth=.2, alpha=.1, color='blue', fill='blue') +
  geom_vline(xintercept=q1_amostra_theta_chapeu, color='red') +
  geom_vline(xintercept=-q1_amostra_theta_chapeu, color='red') +
  annotate("label", x=-1.25, y=1150, hjust=0, vjust=1,
          label=paste("p-value:", round(q1_p_value,3), "\nTC: [",
-q1_amostra_theta_chapeu, ",", q1_amostra_theta_chapeu, "]")) +
  labs(x=paste('\nModelo Nulo entre Imagens com Sorriso e Sem Sorriso'),
y='Quantidade\n') +
  theme(text=element_text(size=16))

```

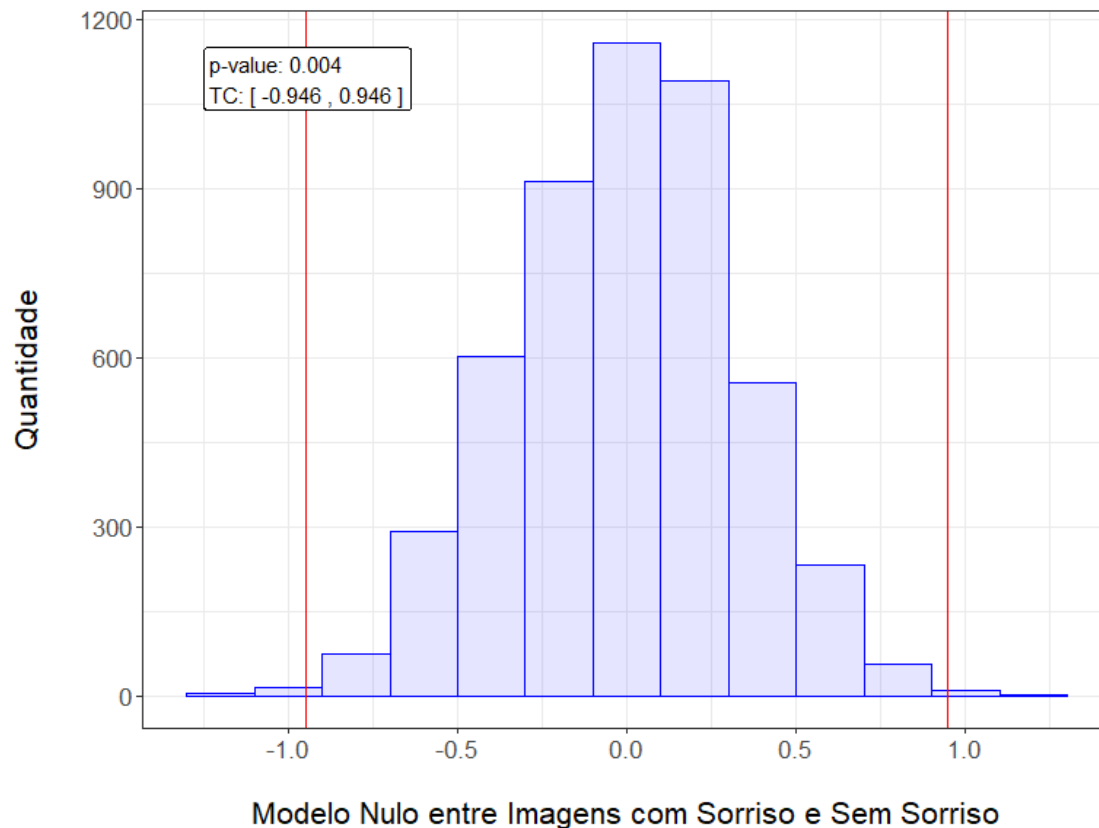


Gráfico 1.1: Distribuição da população gerada pelo Modelo Nulo a partir da amostra original, sendo amostrada através de um Histograma, com valores de Theta Chapéu (TC) de referência para o quanto as amostras geradas pelo modelo podem gerar diferenças de média de leniência maiores ou menores.

Para responder esta questão, foi calculado o Theta Chapéu (TC) “quando for usar esses conteúdos, lembra que theta chapéu é uma notação do nosso curso e de alguns livros texto, mas que quem está lendo não saberá o que é. fala "o efeito na amostra" ou "a diferença das médias"” da diferença média de leniência para fotos com sorriso e sem sorriso, após isso, os valores de leniência para as imagens com e sem sorrisos foram reamostrados de forma aleatória entre as linhas de dados, sendo, assim valores de um determinado tipo de sorriso pode ter sido associado a outro tipo ou a si mesmo, sempre de forma aleatória. Com isto, foram gerados 5000 amostras para a população que representa o Modelo Nulo, afim de realizar o Teste de Hipótese.

A distribuição da população do Modelo Nulo pode ser conferida no Gráfico 1.1, utilizando o valor do TC como referencial para indicar a quantidade de amostras maiores e menores em relação à amostra original. A partir do TC da amostra original, foi calculado o p-value entre a amostra e o modelo nulo, em que atingiu o valor de 0,003. Se levarmos em consideração um valor alpha de 0,05, podemos afirmar que a diferença das médias é estatisticamente significativa na população. “Substituir: “é plausível que a diferença da amostra para com o modelo nulo tem significância” por “podemos afirmar que a diferença das médias é estatisticamente significativa na população””

2- Como se comparam os efeitos dos diferentes sorrisos no julgamento das pessoas?

```
q1_theta_chapeu_categ <- function(dados, tipo1, tipo2) {
  medias = dados %>%
    group_by(smile) %>%
    summarise(media=mean(leniency))

  smile1 = medias %>% filter(smile==tipo1) %>% pull(media)
  smile2 = medias %>% filter(smile==tipo2) %>% pull(media)

  smile1 - smile2
}

q1_theta_nulo_categ <- function(dados, tipo1, tipo2) {
  random = dados %>%
    #filter(smile %in% c(tipo1, tipo2)) %>%
    mutate(leniency_random=sample(leniency, n()))

  medias = random %>%
    group_by(smile) %>%
    summarise(media_random=mean(leniency_random))

  smile1 = medias %>% filter(smile==tipo1) %>% pull(media_random)
  smile2 = medias %>% filter(smile==tipo2) %>% pull(media_random)

  smile1 - smile2
}

q1_grafico_distribuicao_categ <- function(dados, tipo1, tipo2,
theta_chapeu_grafico, p_value, xleg, yleg, subtitulo) {
  dados %>%
    ggplot(aes(media)) +
    geom_histogram(binwidth=.2, alpha=.1, color='blue', fill='blue') +
    geom_vline(xintercept=theta_chapeu_grafico, color='red') +
    geom_vline(xintercept=-theta_chapeu_grafico, color='red') +
    annotate("label", x=xleg, y=yleg, hjust=0, vjust=1,
      label=paste("p-value:", p_value, "\nTC: [",
        -theta_chapeu_grafico, ",", theta_chapeu_grafico, "]")) +
    labs(x=paste(tipo1, 'e', tipo2), y='', subtitle=subtitulo) +
    scale_x_continuous(breaks=c(-1,0,1)) +
    theme(text=element_text(size=14))
}

q1_executa_comparacao <- function(dados, tipo1, tipo2, subtitulo) {
  q1_amostra_theta_chapeu_categ = q1_theta_chapeu_categ(dados, tipo1, tipo2)
  q1_populacao_theta_nulo_categ = replicate(5000, q1_theta_nulo_categ(dados,
tipo1, tipo2))
  q1_p_value_categ = sum(abs(q1_populacao_theta_nulo_categ) >=
abs(q1_amostra_theta_chapeu_categ)) / length(q1_populacao_theta_nulo_categ)
  #q1_p_value_categ
```

```

q1_grafico_distribuicao_categ(tibble(media=q1_populacao_theta_nulo_categ),
                             tipo1, tipo2,
                             round(q1_amostra_theta_chapeu_categ,3),
                             round(q1_p_value_categ, 3),
                             -1.5, 1000, subtitulo)
}

graf_fal_fel = q1_executa_comparacao(q1_dados, "false smile", "felt smile",
"(a)")
graf_fal_mis = q1_executa_comparacao(q1_dados, "false smile", "miserable
smile", "(b)")
graf_fel_mis = q1_executa_comparacao(q1_dados, "felt smile", "miserable
smile", "(c)")

grid.arrange(graf_fal_fel,graf_fal_mis,graf_fel_mis, ncol=1,
             bottom = textGrob("Modelo Nulo entre Sorrisos",
                               gp = gpar(fontsize=16)),
             left = textGrob("Quantidade", rot=90,
                              gp = gpar(fontsize=16)))

```

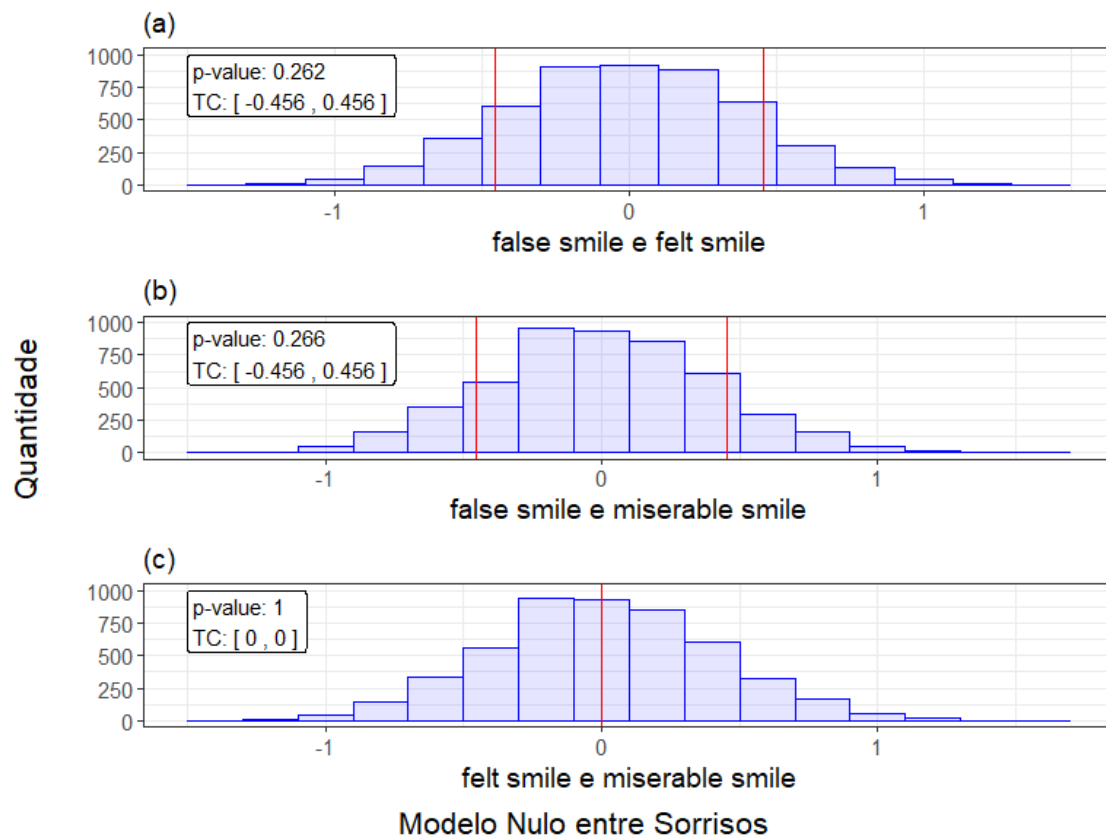


Gráfico 1.2: Distribuição da população gerada pelo Modelo Nulo a partir da amostra original, dividida por comparação de sorrisos, sendo (a) false com felt smile, (b) false com miserable smile e (c) felt com miserable smile.

No Gráfico 1.2 é mostrada a distribuição das amostras da população gerada pelo Modelo Nulo em histogramas, sendo separadas por comparação entre os diferentes tipos de sorrisos. Em (a), tem-se a comparação de false e felt smile que possui um valor TC de 0,456 e um p-value de 0,275, que levando em consideração um valor alpha de significância de 0,05, a amostra não possui diferença significativa, ou seja, ela pode ser gerada a partir do Modelo Nulo. O mesmo acontece em (b), com o mesmo valor de TC, embora p-value seja 0,28, evidenciando nenhuma diferença significativa entre a amostra e o modelo nulo.

Em (c), temos o TC de valor 0 e p-value 1, isto significa que a amostra não possui diferença das amostras geradas pelo Modelo Nulo, uma vez que seus valores dentro das 5000 amostras da população do Modelo Nulo são semelhantes.

Relação entre SAT e GPA

Nesse cenário, usaremos dados de resultados de duas avaliações feitas em alunos que se formaram em Computação em uma universidade pública americana.

O primeiro é o SAT: “O exame SAT é um teste padronizado que a maioria das faculdades dos EUA usa para determinar se os alunos devem ser aceitos na instituição.” e nossos dados tem a nota em matemática (math_SAT) e expressão verbal (verb_SAT) no SAT dos estudantes.

A segunda nota disponível é a GPA dos alunos, que você pode interpretar como um agregado do desempenho deles no curso. Temos o GPA deles para as matérias de computação (comp_GPA) e no geral (univ_GPA).

```
q2_dados = read_csv(here::here("data/sat-gpa.csv"),  
                    col_types = "dddd")
```

Questões

1- Como é a correlação entre o desempenho dos alunos em cada uma das dimensões do SAT (verbal e matemática) e seu desempenho nas matérias de computação do curso? Você estima que essas correlações são diferentes de zero na população? (Considere $\alpha = 0.05$)?

```
q2_theta_chapeu_cor <- function(dados, col) {  
  cor(dados$comp_GPA, dados[[col]], method='pearson')  
}  
  
q2_theta_chapeu_cor_math = q2_theta_chapeu_cor(q2_dados, "math_SAT")  
q2_theta_chapeu_cor_verb = q2_theta_chapeu_cor(q2_dados, "verb_SAT")  
  
q2_theta_nulo_cor <- function(dados, col) {  
  random = dados %>%  
    mutate(comp_GPA_random = sample(comp_GPA, n()))  
  cor(random$comp_GPA_random, random[[col]], method='pearson')  
}
```

```

q2_populacao_theta_nulo_math = replicate(5000, q2_theta_nulo_cor(q2_dados,
"math_SAT"))
q2_p_value_math = sum(abs(q2_populacao_theta_nulo_math) >=
abs(q2_theta_chapeu_cor_math)) / length(q2_populacao_theta_nulo_math)

q2_populacao_theta_nulo_verb = replicate(5000, q2_theta_nulo_cor(q2_dados,
"verb_SAT"))
q2_p_value_verb = sum(abs(q2_populacao_theta_nulo_verb) >=
abs(q2_theta_chapeu_cor_verb)) / length(q2_populacao_theta_nulo_verb)

q2_grafico_distribuicao <- function(dados, col, theta_chapeu_grafico,
p_value, xleg, yleg, subtítulo) {
  dados %>%
    ggplot(aes(media)) +
    geom_histogram(binwidth=.2, alpha=.1, color='blue', fill='blue') +
    geom_vline(xintercept=theta_chapeu_grafico, color='red') +
    geom_vline(xintercept=-theta_chapeu_grafico, color='red') +
    annotate("label", x=xleg, y=yleg, hjust=0, vjust=1,
      label=paste("p-value:", p_value, "\nTC: [",
- theta_chapeu_grafico, ",", theta_chapeu_grafico, "]")) +
    labs(x=paste('\n', col), y='', subtitle=subtítulo) +

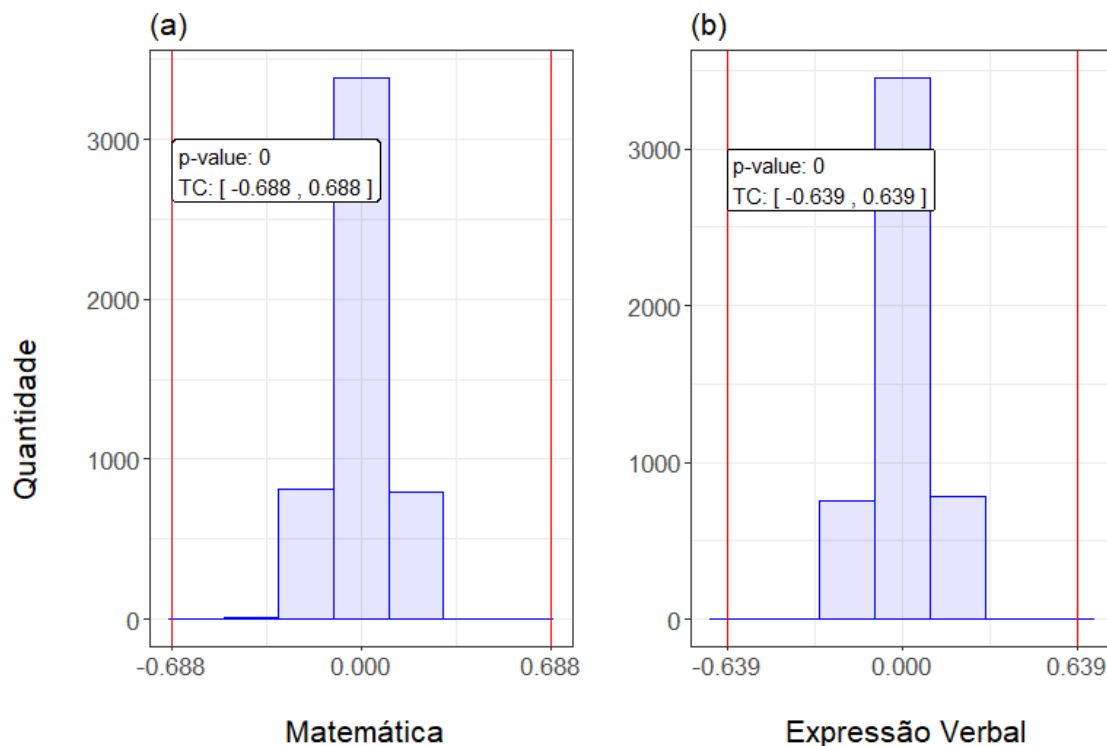
  scale_x_continuous(breaks=c(-1,-theta_chapeu_grafico,0,theta_chapeu_grafico,1
)) +
  theme(text=element_text(size=16))
}

grafico_math =
q2_grafico_distribuicao(tibble(media=q2_populacao_theta_nulo_math),
  "Matemática",
  round(q2_theta_chapeu_cor_math,3),
  q2_p_value_math,
  -round(q2_theta_chapeu_cor_math,3), 3000, '(a)')

grafico_verb =
q2_grafico_distribuicao(tibble(media=q2_populacao_theta_nulo_verb),
  "Expressão Verbal",
  round(q2_theta_chapeu_cor_verb,3),
  q2_p_value_verb,
  -round(q2_theta_chapeu_cor_verb,3), 3000, '(b)')

grid.arrange(grafico_math, grafico_verb, ncol=2,
  bottom = textGrob("\nModelo Nulo entre Computação e
Disciplinas",
    gp = gpar(fontsize=16)),
  left = textGrob("Quantidade", rot=90,
    gp = gpar(fontsize=16)))

```



Modelo Nulo entre Computação e Disciplinas

Gráfico 2.1: Amostragem utilizando Histogramas da população do Modelo Nulo a partir de amostras da correlação entre o Curso de Computação com as Disciplinas de (a) Matemática e (b) Expressão Verbal.

Nesta questão, foi calculada a correlação de Pearson entre o curso de Computação com as disciplinas de Matemática e Expressão Verbal, devido a linearidade analisa em atividade anterior.

De acordo com o Gráfico 2.1, em que a diferença do coeficiente de correlação das amostras da população geradas pelo Modelo Nulo, são amostradas em um histograma, tem-se o TC entre Matemática e Computação em (a), em torno de 0.688 positivo e negativo, e um p-value de 0, evidenciando que todas as amostras geradas pelo Modelo Nulo não possuem valor do coeficiente de correlação de Pearson maior que a correlação da amostra original, e se considerarmos um valor alpha de significância de 0,05, fica clara a diferença significativa da amostra original com relação ao modelo nulo, sendo assim a hipótese nula rejeitada.

O mesmo acontece em (b), comparação o curso de Computação com a Expressão Verbal, porém com um valor de TC menor que Matemática, em torno de 0,639, mas com p-value em 0, exaltando também a diferença significativa da amostra original com a população gerada e também recusando a hipótese nula.