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 pessoa 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))

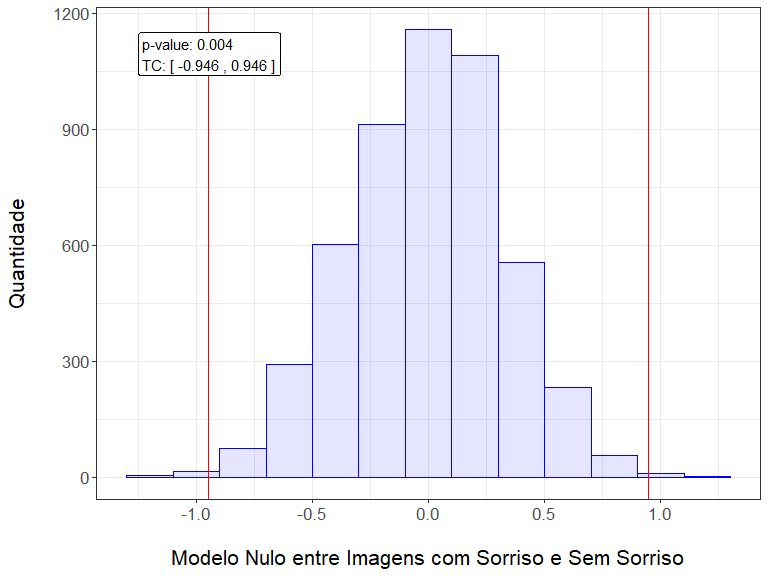


Gráfico 1.1: Distribuição da população gerada pelo Modelo Nulo a partir da amostra original, sendo amostrada através de um Histograma, com valores de Theta Chapéu (TC) de referência para o quanto as amostras geradas pelo modelo podem gerar diferenças de média de leniência maiores ou menores.

Para responder esta questão, foi calculado o Theta Chapéu (TC) 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, é plausível que a diferença da amostra para com o modelo nulo tem significância.

**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)))

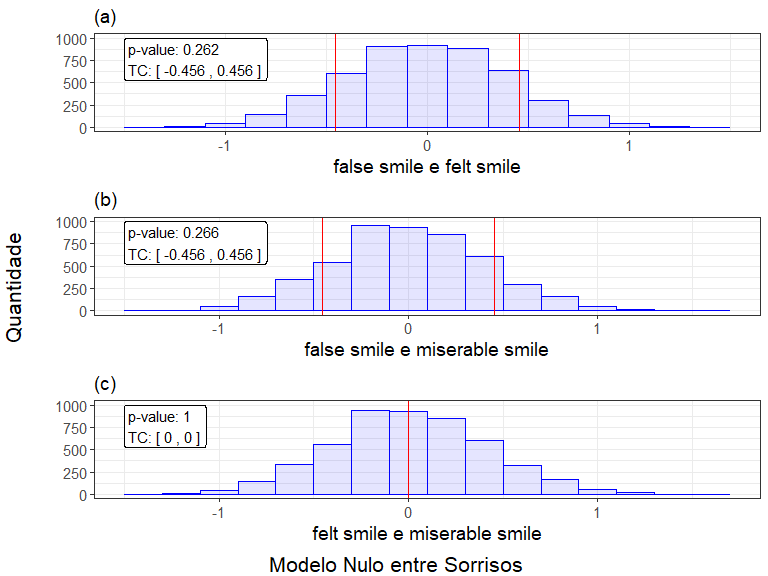


Gráfico 1.2: Distribuição da população gerada pelo Modelo Nulo a partir da amostra original, dividida por comparação de sorrisos, sendo (a) false com felt smile, (b) false com miserable smile e (c) felt com miserable smile.

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 significante, 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 significante 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).

### Carregamento e Análise Exploratória dos Dados

q2\_dados = read\_csv(here::here("data/sat-gpa.csv"),   
 col\_types = "dddd")

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, 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('\n', col), y='', subtitle=subtitulo) +  
 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)))

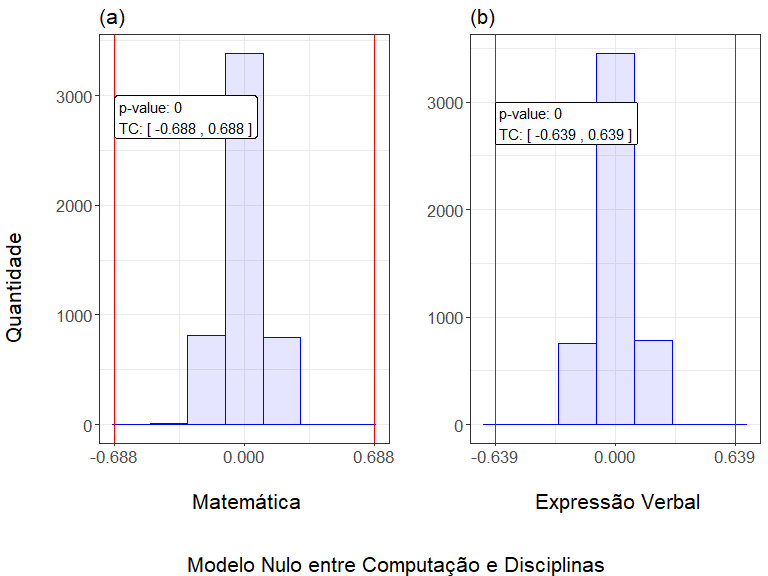


Gráfico 2.1: Amostragem utilizando Histogramas da população do Modelo Nulo a partir de amostras da correlação entre o Curso de Computação com as Disciplinas de (a) Matemática e (b) Expressão Verbal.

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 significante da amostra original com relação ao modelo nulo, sendo assim a hipótese nula rejeita.

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 significante da amostra original com a população gerada e também recusando a hipótese nula.