



## Actividad: inferencias con frecuencias

### Trabajando con más de dos proporciones

#### Contexto.

Hemos trabajado el contraste de hipótesis con una proporción y sobre la diferencia de dos proporciones. Pero es frecuente querer **comparar frecuencias asociadas a más de dos grupos**. Por ejemplo, cuando se intenta predecir qué candidatos presidenciales van a pasar a segunda vuelta (o ganar en primera). ¿Cómo podemos hacer esto?

#### Objetivos de aprendizaje.

1. Comprender los conceptos detrás de la familia de pruebas  $\chi^2$
2. Realizar, utilizando el entorno R, inferencias o diseño de estudios con proporciones

#### Éxito de la actividad.

1. El equipo es capaz de plantear adecuadamente las hipótesis nula y alternativa para la pregunta planteada
2. El equipo puede responder la pregunta planteada usando el entorno R

#### Actividades.

1. El profesor sortea las preguntas (5 min.)
2. El equipo lee el enunciado, lo discute, y plantea hipótesis nula y alternativa para responder la pregunta planteada según el miembro de la familia de pruebas  $\chi^2$  escogida (bondad de ajuste, homogeneidad, independencia)<sup>1</sup> (15 min.)
3. El equipo verifica con el profesor si sus hipótesis y prueba específicas fueron escogidas de forma correcta (10 min.)
4. El equipo aplica la prueba usando el entorno R (30 min.)
5. El equipo comparte con el resto del curso su trabajo, dando la interpretación de la prueba (20 min.)
6. El responde la pregunta: ¿por qué la familia de pruebas  $\chi^2$  son *no paramétricas*?

#### Pregunta A

Un memorista que está trabajando con el grupo de investigación de algoritmos para la Web de nuestro Departamento ha diseñado dos algoritmos de búsqueda que intentan considerar el estado de ánimo del usuario en los parámetros de la búsqueda. Por supuesto, necesita evaluar estas propuestas y para eso ha realizado un experimento computacional que mide las veces que el usuario necesita hacer solo una búsqueda para encontrar información relevante. La siguiente tabla muestra los resultados de estos experimentos, que también considera el algoritmo que actualmente utiliza uno de los motores de búsqueda más usados. ¿Existe alguna diferencia entre el rendimiento de los algoritmos probados?

|                     | Algoritmo de búsqueda |         |         |        |
|---------------------|-----------------------|---------|---------|--------|
|                     | Actual                | Nuevo 1 | Nuevo 2 | Total  |
| Una búsqueda        | 3.511                 | 1.749   | 1.818   | 7.078  |
| Más de una búsqueda | 1.489                 | 751     | 682     | 2.922  |
| Total               | 5.000                 | 2.500   | 2.500   | 10.000 |

<sup>1</sup> En inglés se encuentran como "goodness-of-fit test", "test of homogeneity" y "test of independence"



### Pregunta B

Una investigación monitoreó a más de 50 mil mujeres adultas durante 10 años (Archives of Internal Medicine, 171(17), 1571–1578) con la intención de identificar factores de riesgo de desarrollar un cuadro de depresión. Entre otras cosas, se registró el consumo de cafeína, cuyos datos se resumen en la siguiente tabla. ¿Existe alguna asociación entre la cantidad de café que se bebe y la depresión?

| Depresión | Consumo de café no descafeinado |                  |              |                 |                 | Total  |
|-----------|---------------------------------|------------------|--------------|-----------------|-----------------|--------|
|           | ≤ 1<br>cup/week                 | 2-6<br>cups/week | 1<br>cup/day | 2-3<br>cups/day | ≥ 4<br>cups/day |        |
| Sí        | 670                             | 373              | 905          | 564             | 95              | 2.607  |
| No        | 11.545                          | 6.244            | 16.329       | 11.726          | 2.288           | 48.132 |
| Total     | 12.215                          | 6.617            | 17.234       | 12.290          | 2.383           | 50.739 |

### Pregunta C

La siguiente tabla resume los resultados en matemáticas de la evaluación Pisa 2015 en términos de la cantidad porcentual de estudiantes que alcanzaron los diferentes niveles de desempeño de la prueba. Los estudiantes que se encuentran bajo el nivel 2, no alcanzan las competencias mínimas requeridas para participar completamente en una sociedad moderna (más detalles en [www.agenciaeducacion.cl](http://www.agenciaeducacion.cl)). Pareciera ser claro que Chile aventaja a Latinoamérica pero que está atrás con respecto al promedio de la OCDE. Menos claro está la comparación con los países que tienen un PIB similar. ¿Serán distintos estos resultados entre estas regiones? Nota: 7.053 adolescentes chilenos participaron en la prueba, mientras que los resultados para países con PIB similar se basan en 46.994 estudiantes.

| Región        | % alumnos en los diferentes niveles de desempeño |             |         |              |
|---------------|--|-------------|---------|--------------|
|               | Nivel 5 y 6                                      | Nivel 3 y 4 | Nivel 2 | Bajo nivel 2 |
| Chile         | 1,4  | 23,8        | 25,5    | 49,3         |
| Latinoamérica | 0,7  | 13,8        | 21,3    | 64,3         |
| PIB similar   | 6,8  | 37,0        | 24,5    | 31,7         |
| Promedio OCDE | 10,7   | 43,4        | 22,5    | 23,4         |

### Pregunta D

Un estudio sobre las creencias de los estadounidenses acerca del origen y desarrollo de los seres humanos se lleva haciendo regularmente desde hace décadas, con las siguientes opciones:

- Human beings have developed over millions of years from less advanced forms of life, but God guided this process
- Human beings have developed over millions of years from less advanced forms of life, but God had no part in this process
- God created human beings pretty much in their present form at one time within the last 10,000 years or so

1.019 personas fueron consultadas en 2010 sobre cuál de las opciones anteriores representaba mejor su punto de vista. 387 se inclinaron por la opción 1, 163 por la opción 2, 408 por la opción 3 y 61 personas no supieron o no quisieron responder. En el año 2007, esta misma encuesta registró las siguientes proporciones: 38% opción 1, 14% opción 2, 43% opción 3. ¿Cambiaron las creencias de los estadounidenses acerca del origen y desarrollo de los seres humanos entre 2007 y 2010? (Más detalles en <http://news.gallup.com/poll/145286/Four-Americans-Believe-Strict-Creationism.aspx>)