

# **Bioestadística: Un enfoque aplicado para analizar datos en Ciencias de la Salud Cátedra**

Docente: Valentina Giaconi

Ayudantes: Darling Dorador y Catalina Gónzales



10 de enero 2023



**¿Qué hemos visto hasta ahora?**

**¿Qué vamos a ver en esta nueva unidad?**

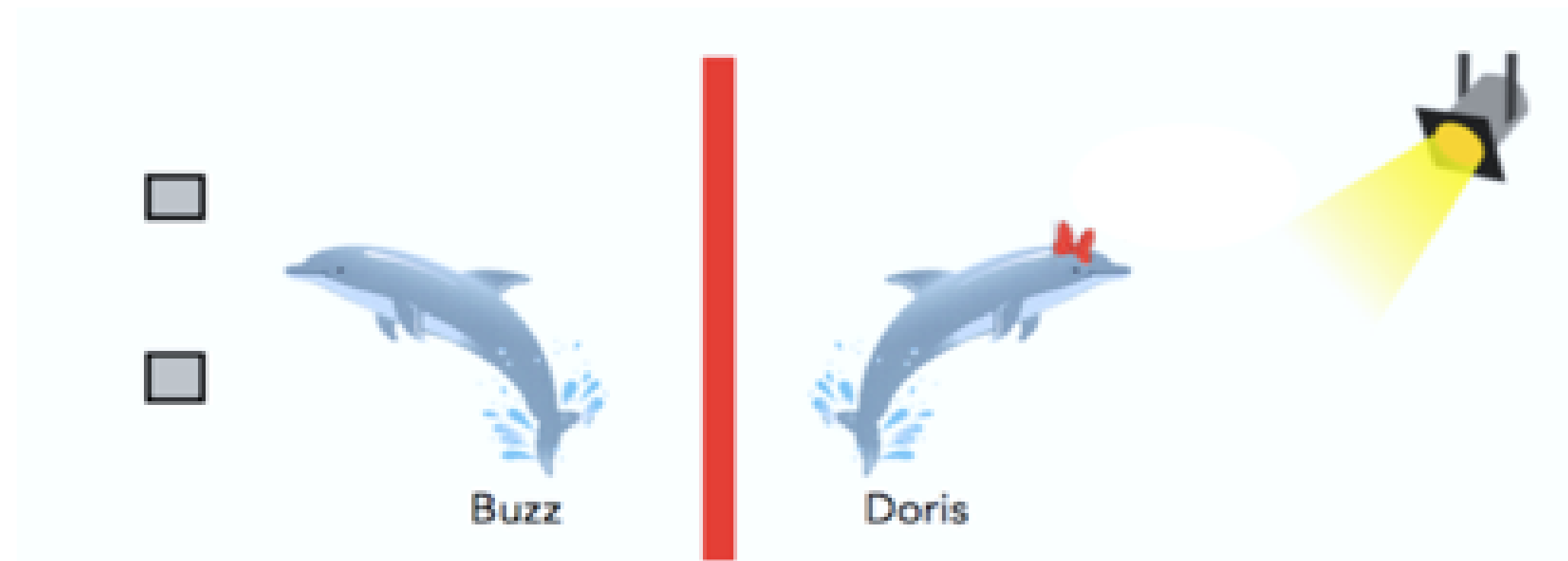
# ¿Se pueden comunicar los delfines?

Un famoso estudio de la década de 1960 exploró si dos delfines (Doris y Buzz) podían comunicar ideas abstractas. Los investigadores creían que los delfines podían comunicar sentimientos simples como "¡Cuidado!" o "Estoy feliz", pero el Dr. Jarvis Bastian quería explorar si también podían comunicarse de una manera más abstracta, como lo hacen los humanos. Para investigar esto, el Dr. Bastian pasó muchos años entrenando a Doris y Buzz y explorando los límites de su capacidad comunicativa.

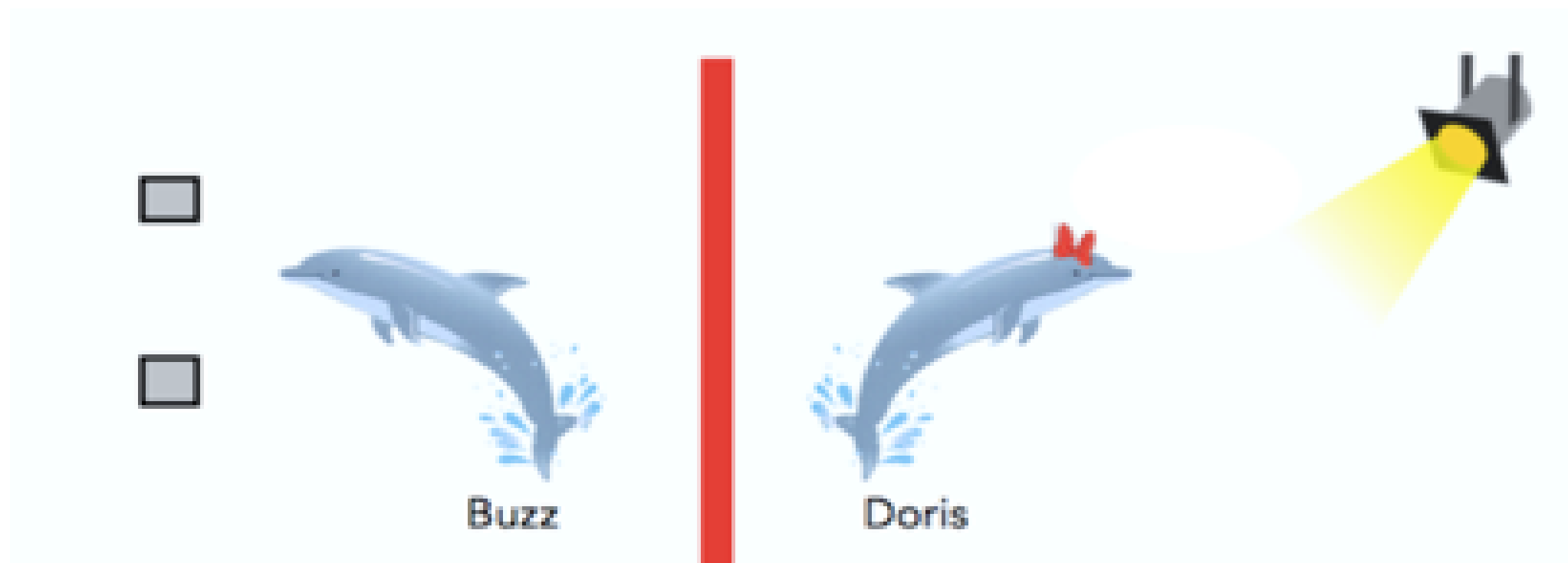


Durante un largo período de entrenamiento, el Dr. Bastian colocó botones bajo el agua en cada extremo de una piscina grande: dos botones para Doris y dos botones para Buzz. Luego usó un viejo faro de automóvil como señal. Cuando encendió el faro y lo dejó brillar constantemente, pretendía que esta señal significara "presione el botón de la derecha". Cuando dejó que el faro se encendiera y apagara de forma intermitente significaba que era una señal para "presionar el botón de la izquierda". Cada vez que los delfines presionaban el botón correcto, se les daba un snack de premio a los delfines . Con el tiempo, Doris y Buzz aprendieron a ganar su snack todo el tiempo.

Tras esta exploración inicial, el Dr. Bastian colocó una gran cortina de lona en medio de la piscina. Doris estaba a un lado de la cortina y podía ver el faro, mientras que Buzz estaba al otro lado de la cortina y no podía ver el faro. El Dr. Bastian encendió el faro y lo dejó brillar constantemente, con el interés de ver qué haría Doris. Después de mirar la luz, Doris nadó cerca de la cortina y comenzó a silbar con fuerza. Poco después de eso, Buzz silbó y luego presionó el botón de la derecha; lo hizo correctamente y ambos delfines ganaron un snack.



Pero este único intento no fue suficiente para convencer al Dr. Bastian de que Doris se había comunicado con Buzz a través de sus silbidos. El Dr. Bastian repitió el proceso varias veces, en algunos casos haciendo que la luz parpadeara (por lo que Doris necesitaba que Buzz supiera que debía presionar el botón izquierdo) y en otros con una luz constante (por lo que Doris necesitaba que Buzz supiera que debía presionar el botón derecho). Hizo un seguimiento de la frecuencia con la que Buzz pulsó el botón correcto. Como resultado en esta fase del experimento, el Dr. Bastian hizo que Buzz intentara presionar el botón correcto un total de 16 veces diferentes, acertando en 15 de ellas, es decir, Buzz presionó el botón correcto 15 de 16



PASOS 1 Y 2 DE

LA GUÍA



## **PASO 1: Plantee la pregunta de investigación.**

1. Con base en la descripción del estudio, establezca la pregunta de investigación.

## **PASO 2: Diseñar un estudio y recopilar datos.**

Observe que el Dr. Bastian se tomó un tiempo para entrenar a los delfines hasta llevarlos a un punto en el que pudiera probar una conjetura de investigación específica. En este caso, dicha conjetura es que Buzz presiona el botón correcto con más frecuencia de lo que lo haría si él y Doris no pudieran comunicarse. Si Buzz y Doris no pudieran comunicarse, Buzz solo estaría adivinando qué botón presionar.

2. ¿Qué son las unidades experimentales?

# Definiciones

El conjunto de unidades experimentales en las que recolectamos datos se llama la ***muestra***.

El número de observaciones experimentales en la muestra es el ***tamaño muestral***.

Un ***estadístico*** es un número que resume los resultados de la muestra.

# Definiciones

Una ***variable categórica*** es aquella una variable que puede tomar uno de un número limitado, y generalmente fijo, de valores posibles, asignando cada unidad experimental a un grupo particular o categoría nominal sobre la base de alguna propiedad cualitativa.

Una ***variable cuantitativa*** es aquella variable estadística que, a diferencia de la cualitativa, puede expresarse a través de cifras.

PASO 3 DE LA

GUÍA

PREGUNTAS 4 A 7

## PASO 3: Explore los datos.

Con datos categóricos, generalmente informamos el número de "éxitos" o la proporción de éxitos como estadístico.

4. ¿Cuál es el número de unidades experimentales (tamaño de la muestra) en este estudio?

5. Determine el estadístico observado y produzca un gráfico de barras simple de los datos (tenga una barra para la proporción de veces que Buzz escogió correctamente y otra para la proporción de veces de intento fallidos).

6. Si la conjetura de la investigación es que Buzz puede entender a Doris cuando acierta ¿está el estadístico en la dirección sugerida por la conjetura de la investigación?

.

7. ¿Crees que es probable que Buzz hubiera acertado 15 de 16 si solo hubiera estado adivinando al azar cada vez?

Estas 16 observaciones son una mera realización instantánea o empírica del proceso de selección general de Buzz. Consideraremos esto como un **proceso aleatorio**. Estamos interesados en **la proporción real a largo plazo, es decir la probabilidad, de que Buzz presione el botón correcto en función de los silbidos de Doris.**

Esta proporción desconocida a largo plazo se llama **parámetro**.



# Definición

Para un proceso aleatorio, un ***parámetro*** es una propiedad numérica de largo plazo del proceso.

Tenga en cuenta que asumimos que este parámetro no cambia con el tiempo, al menos para el proceso utilizado por Buzz en esta fase del estudio. Debido a que no podemos observar a Buzz presionando el botón para siempre, debemos sacar conclusiones (posiblemente incorrectas, pero con suerte no) sobre el valor del parámetro basándonos solo en estos 16 intentos.

PASO 4 DE LA

GUÍA

PREGUNTAS 8 A 9

## **PASO 4: Plantear inferencias más allá de los datos.**

8. ¿Cuál es el valor del parámetro si Buzz elige una opción al azar? Dar un valor específico

9. ¿Cuál es el posible rango de valores (mayor o menor que algún valor) para el parámetro si Buzz no solo está adivinando y en cambio comprende a Doris?

Le mostraremos cómo los estadísticos usan la simulación para hacer una declaración sobre la fuerza de la evidencia para estas dos posibles afirmaciones sobre el valor del parámetro.

## **El modelo aleatorio**

Los estadísticos a menudo usan ***modelos aleatorios*** para generar datos de procesos aleatorios simulados que permitan ayudarlos a investigar el fenómeno real. En particular, pueden ver si la estadística observada es consistente con los valores de la estadística simulada por el modelo de probabilidad.

Si determinamos que los resultados del Dr. Bastian **no son consistentes con los resultados del modelo aleatorio**, consideraremos que **esto es evidencia en contra del modelo aleatorio y a favor de la conjetura de investigación**, es decir, que el delfín se comunica. En este caso, diríamos que los resultados de Buzz son **estadísticamente significativos**, lo que significa que es **poco probable que hayan ocurrido por casualidad.**

No podemos realizar el estudio real más veces para evaluar si el delfín acierta, pero podemos simular el comportamiento de las elecciones de Buzz si asumiéramos que simplemente está adivinando cada vez.

# Definición

Un resultado es ***estadísticamente significativo*** si es poco probable que ocurra solo por casualidad.

Si nuestro estadístico observado parece ser consistente con el modelo aleatorio, podemos catalogarlo como un modelo plausible o creíble.

PASO 4 DE LA  
GUÍA PREGUNTAS

10 A 12



10. Explica cómo podrías usar el lanzamiento de una moneda para representar las elecciones de Buzz si él está adivinando entre las dos opciones cada vez. ¿Cuántas veces tienes que lanzar la moneda para representar un conjunto de intentos de Buzz? ¿Qué representa la cara?

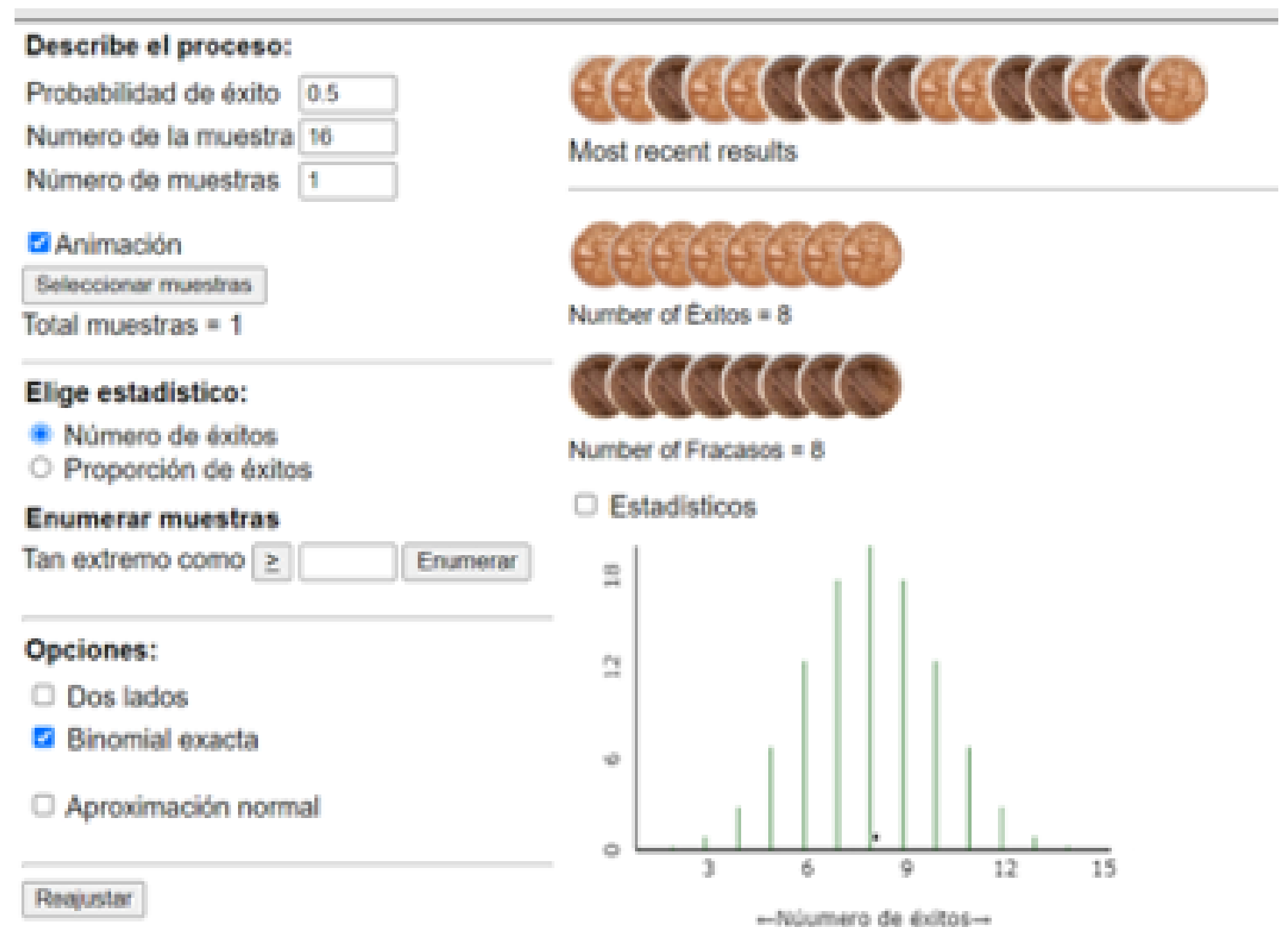


11. Si Buzz adivinara al azar cada vez, en promedio ¿cuántas de las 16 veces esperarías que él escogiera la opción correcta?

12. Simule una repetición de Buzz adivinando al azar, lanzando una moneda al aire 16 veces, y dejando que las caras representen seleccionar la opción correcta ("éxito") y los sellos representen seleccionar la opción incorrecta ("fracaso"). Cuente el número de caras en sus 16 lanzamientos.

Para esta simulación se usó el siguiente enlace link

<http://www.rossmanchance.com/applets/2021/oneprop/OneProp.htm?language=4>



a. ¿Dónde caen las 15 caras (éxitos) en la distribución? ¿Lo consideraría un resultado inusual o un resultado bastante típico para el número de caras en 16 lanzamientos?

b. Según su respuesta a la pregunta anterior, ¿cree que es plausible (creíble) que Buzz solo estaba adivinando?

c. ¿Algunos números de caras son más probables que otros?

## **Usando un applet para simular lanzar una moneda muchas veces**

Para evaluar realmente los valores típicos del número de caras en 16 lanzamientos de moneda (número de selecciones correctas de Buzz suponiendo que está adivinando al azar), necesitamos simular muchos más resultados del modelo aleatorio.

Para todas las simulaciones que te pedimos a continuación, usa el siguiente enlace:

<http://www.rossmanchance.com/applets/2021/oneprop/OneProp.htm?language=4>

Observe que la probabilidad de cara se ha fijado en 0,50, lo que representa a Buzz adivinando entre las dos opciones. Establezca el número de lanzamientos en 10 y presione el botón Seleccionar muestras ¿Cuál fue el número de caras resultante?

**Describe el proceso:**

Probabilidad de éxito

Numero de la muestra

Número de muestras

Animación

Total muestras = 1

---

**Elige estadístico:**

Número de éxitos

Proporción de éxitos

**Enumerar muestras**

Tan extremo como

---

**Opciones:**

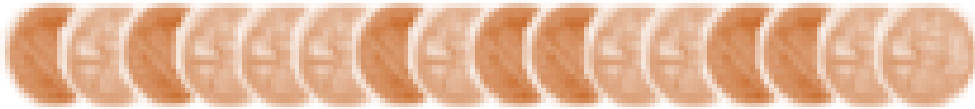
Dos lados

Binomial exacta


Aproximación normal

---

**Most recent results**

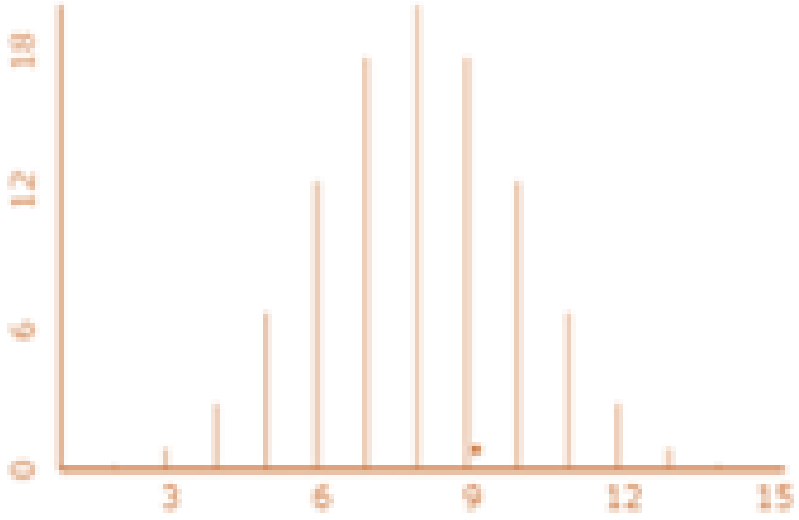


Number of Éxitos = 9



Number of Fracazos = 7

Estadísticos



Número de éxitos	Frecuencia
0	1
1	2
2	4
3	8
4	16
5	32
6	16
7	8
8	4
9	2
10	1

- Observe que el número de caras en este conjunto de 16 lanzamientos se muestra mediante un punto en el gráfico. Desmarque la casilla Animar y presione el botón Dibujar muestras 10 veces más. Esto demostrará cómo el número de caras varía aleatoriamente en cada conjunto de 16 lanzamientos ¿Está empezando a surgir un patrón?

**Describe el proceso:**

Probabilidad de éxito

Numero de la muestra

Número de muestras

Animación

Total muestras = 10

---

**Elige estadístico:**

Número de éxitos

Proporción de éxitos

**Enumerar muestras**

Tan extremo como

---

**Opciones:**

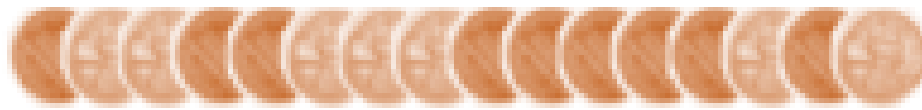
Dos lados

Binomial exacta


Aproximación normal

---

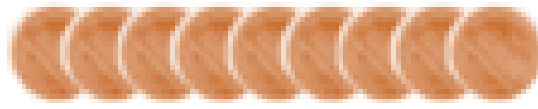
**Most recent results**



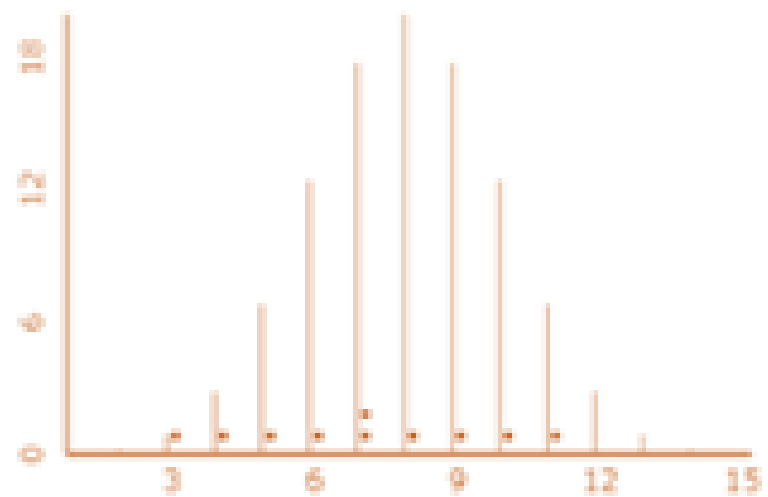
**Number of Éxitos = 7**



**Number of Fracascos = 9**



Estadísticos

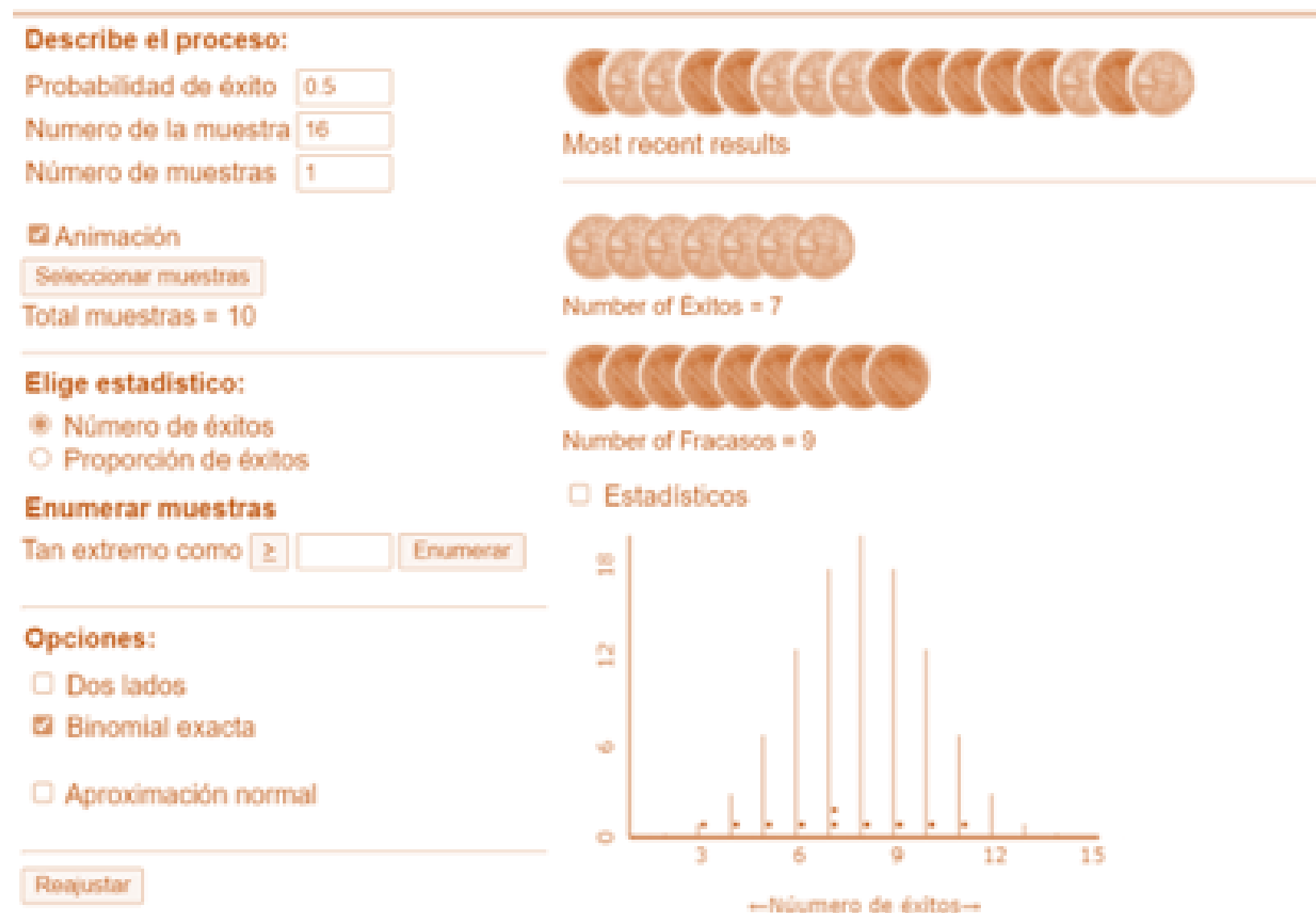


—Número de éxitos—

Para este gráfico, cada punto representa el número de caras en un conjunto de 16 lanzamientos de monedas. Vemos que el número resultante de caras sigue un patrón claro:

- 7 caras ocurrieron 2 veces
- También, es "típico" entre 6 y 10,
- Obtener menos de 3 caras o más de 11 caras es lo suficientemente raro como para considerarlo un poco inusual. Nos referimos a estos resultados inusuales como estar en las "colas" de la distribución.

¡Pero nunca obtuvimos 15 caras en ningún conjunto de 16 lanzamientos!





Ahora, cambie el Número de repeticiones de 1 a 1000 y presione Dibujar muestras. El applet ahora mostrará los resultados del número de caras en 1000 juegos diferentes de 16 lanzamientos de monedas. Entonces, cada punto representa la cantidad de veces que Buzz elige la opción correcta de 16 intentos, suponiendo que solo está adivinando

Recuerde por qué llevamos a cabo esta simulación: para evaluar si el resultado de Buzz (15 intentos correctos en un total de 16) sería poco probable que ocurriera por casualidad si solo estuviera adivinando en cada intento.

PASO 4 DE LA  
GUÍA PREGUNTAS

13 A 16

13. Localice el resultado de obtener 15 caras en el diagrama de puntos creado por el applet.

¿Consideraría que este es un resultado improbable? Es decir, que esté en la cola de la distribución del número de éxitos.

14. Con base en los resultados de 1000 repeticiones simuladas de 16 lanzamientos de monedas cada una, ¿concluiría que es poco probable que Buzz haya elegido la opción correcta 15 de 16 veces si estaba adivinando al azar cada vez?

Explique cómo se relaciona su respuesta con el diagrama de puntos del applet.

15. ¿Los resultados de este estudio sugieren que Buzz simplemente estaba adivinando?

## Resumiendo tu comprensión

14. Para asegurarse de que comprende el modelo aleatorio del lanzamiento de una moneda, complete la tabla indicando qué partes del estudio real corresponden a la simulación física (lanzamiento de una moneda).

<b>Paralelos entre el estudio real y la simulación física</b>		
Lanzamiento de moneda	=	
	=	conjetura correcta
Sello	=	
Probabilidad de cara	=	
	=	un conjunto de 16 intentos simulados por Buzz

# La estrategia 3S

Llamaremos estrategia 3S, sigla de la expresión en inglés de, Statistic-Simulate-Strength, es decir, Estadístico-Simulación-Solidez que hacen referencia al procedimiento desarrollado previamente donde comenzamos seleccionando un **Estadístico de la muestra** (proporción de aciertos) y luego se identifica un modelo aleatorio con el cual **Simular la situación de interés**, para finalmente concluir sobre la **Solidez de la evidencia** en contraste con los resultados simulados.

Después de formar nuestra conjetura de investigación y recolectar los datos de la muestra, usaremos la estrategia 3S para contrastar la evidencia real contra el modelo aleatorio. Esta estrategia 3S servirá como base para abordar la significación estadística de los resultados en el Paso 4 (Plantear inferencias) del proceso de investigación estadística.

# La estrategia 3S

1. Estadístico: **Calcular el estadístico** a partir de los datos de muestra observados.
2. Simular: **identificar un modelo aleatorio con el cual simular una explicación "azarosa" para los resultados muestrales.** La idea es simular repetidamente los valores del estadístico que podría haber sucedido cuando el modelo aleatorio es verdadero.
3. Solidez de la evidencia: **Considere si es poco probable que el valor del estadístico observado del estudio de investigación ocurra si el modelo aleatorio es verdadero.** Si decidimos que es poco probable que el estadístico observado ocurra solo por casualidad, entonces podemos concluir que los datos observados brindan una fuerte evidencia en contra de la credibilidad del modelo aleatorio. Si no, entonces consideraremos que el modelo aleatorio es una explicación plausible para los datos observados; en otras palabras, lo que observamos creíblemente podría haber sucedido solo por casualidad.



PASO 4 DE LA  
GUÍA PREGUNTAS

17 A 20

**Repasemos cómo ya hemos aplicado la estrategia 3S a este estudio.**

17. Estadístico. ¿Cuál es el estadístico en este estudio?

**Simular.** Complete los cuadros en blanco para describir la simulación

Si Buzz realmente estuviera adivinando, el \_\_\_\_\_ (la \_\_\_\_\_ de que presione el botón correcto) sería igual a \_\_\_\_\_. En otras palabras, presionaría el botón correcto el \_\_\_% de las veces a largo plazo. Usamos un lanzamiento de moneda para \_\_\_\_\_ lo que podría haber sucedido en 16 \_\_\_\_\_ cuando Buzz sólo está adivinando. Lanzamos la \_\_\_\_\_ 16 veces y contamos cuántos de los 16 lanzamientos son \_\_\_\_\_, es decir, cuántas veces Buzz presionó el botón correcto ("\_\_\_\_\_").

Luego repetimos este proceso muchas veces más y cada vez que hacemos un seguimiento del número de intentos en que Buzz presionó el botón \_\_\_\_\_. Terminamos con una \_\_\_\_\_ que podrían haber representado \_\_\_\_\_ para la cantidad de aciertos cuando Buzz sólo está adivinando.

**Solidez de la evidencia.** Complete los cuadros en blanco para describir la simulación.

Debido a que \_\_\_\_\_ en \_\_\_\_\_ rara vez suceden solo por \_\_\_\_\_, concluimos que tenemos una fuerte \_\_\_\_\_ de que, a largo plazo, Buzz no solo \_\_\_\_\_. Ya que hemos usado el resultado de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ intentos \_\_\_\_\_ para \_\_\_\_\_ que la proporción real a largo plazo de pulsar el botón correcto no era simplemente \_\_\_\_\_.

## **PASO 5: Formular conclusiones.**

20. Según este análisis, ¿estás convencido de que Buzz puede entender las señales de Doris? Justifica tu respuesta.

¡Muchas  
GRACIAS!

Los esperamos a las 11:00  
en esta misma sala

