

Confiabilidad de las cuerdas de una guitarra

Valentina Guarín Franco
Aura María Molina Amaya

Planteamiento del problema

Luego de cambiar las cuerdas de una guitarra, es evidente que estas se desafinan constantemente las primeras semanas tras el cambio. Esto es debido a la adecuación que experimentan las cuerdas para estirarse mientras llegan a la tensión correcta, que viene caracterizada por la longitud entre la tuerca y el puente de la guitarra.

Ante esto, se plantea un experimento con el fin de aplicar la confiabilidad y acercarse un poco a la recolección de datos, práctica que constantemente se presenta en contextos empresariales.

Metodología y herramientas

El experimento consiste en tomar medición de cada cuántas tocaditas de una cuerda (nueva) de guitarra, esta suena sin desafinarse, para ello se plantean las siguientes variables:

- *Variable aleatoria*: Número de veces que la cuerda ha sido tocada hasta que se desafine.
- *Variable controlada*: Tipo de cuerda.
- *Falla*: Que la cuerda se desafine.
- *Modo de falla*: Que el afinador indique que el sonido de la cuerda está por fuera de la frecuencia de vibración estándar.
- *Elemento de medición*: Afinador de guitarra, ver figura A1.
- *Elementos del experimento*:
Guitarra clásica, modelo Yamaha C40.
Cuerda nueva de cada tipo, marca D'Addario (D: Re y G: Sol).

Para la realización del experimento se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones o supuestos:

- Se usará la misma guitarra para el experimento, esta es una guitarra clásica, de cuerdas de nylon, no tiene alma.
- La cuerda será tocada por la misma persona.
- Se emplea la misma técnica durante todo el experimento (*fingerpicking*), ver Apéndice B.
- Se usará la misma cuerda durante el experimento.
- Se hará el experimento para una cuerda entorchada (4ta cuerda – D) y para una de nylon sencilla (3ra cuerda – G).

Entonces, para la recolección de los datos, se estableció el siguiente procedimiento:

1. Tomar la guitarra y ponerle la cuerda nueva.
2. Afinar la cuerda de estudio.
3. Tocar la cuerda con la técnica *fingerpicking* (mientras se cuenta el número de veces tocada)
4. Observar continuamente el afinador para percatarse cuando marca desafinado.
5. Registrar el número de veces que fue tocada la cuerda antes que se desafine.
6. Afinar la cuerda

7. Esperar dos minutos para que la cuerda establezca su tensión.
8. Repetir el proceso hasta obtener suficientes datos.
9. Repetir el proceso con la otra cuerda.

Resultados

Una vez recolectados los datos necesarios, se realiza un histograma para verificar a qué distribución se ajustan.

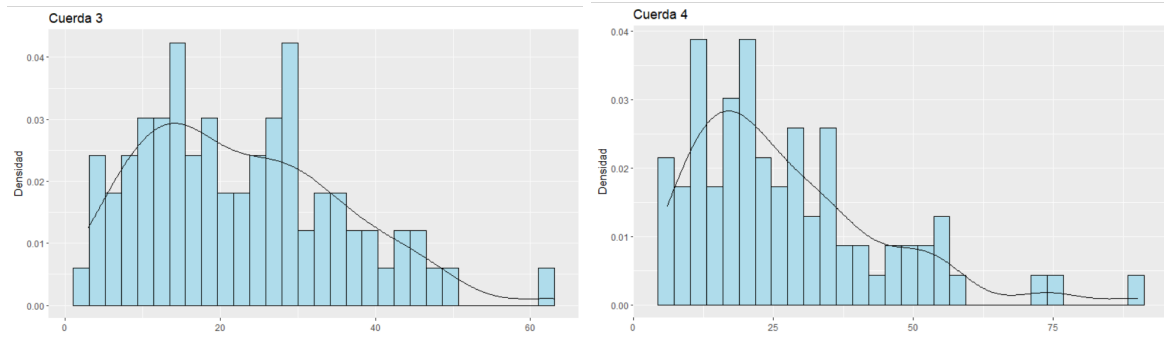


Figura 1. Histogramas.

Teniendo en cuenta el histograma y que la naturaleza de los datos del experimento es discreta, se ajustaron con *fitdistr()* de *fitdistrplus* los datos a tres distintas posibles distribuciones, poisson, geométrica y binomial negativa.

Para las pruebas de bondad y ajuste, se emplearon *ks.test()*, que emplea el método de kolmogorov-Smirnov, y *goodfit()* con el método Chi-cuadrado; como se ilustra en la tabla 1, se obtuvo que los p-value fueron aceptados sólo en la distribución binomial negativa.

Tabla 1. p-values obtenidos en las pruebas de bondad y ajuste por cada distribución.

| | Cuerda 3 | | |
|-----------|--------------|------------|-------------------|
| | Poisson | Geométrica | Binomial negativa |
| ks.test() | 4.503e-07 | 0.0005138 | 0.703 |
| goodfit() | 2.575712e-57 | NA | 0.9995518 |
| | Cuerda 4 | | |
| | Poisson | Geométrica | Binomial negativa |
| ks.test() | 5.838e-09 | 0.0002278 | 0.9856 |
| goodfit() | 3.071058e-97 | NA | 0.9949434 |

Tras ajustar los datos a la distribución binomial negativa con unos parámetros ‘size’ de 3.3201871 y ‘mu’ de 22.725, se obtienen las funciones las funciones asociadas confiabilidad, es decir, $F(t)$: probabilidad de falla, $R(t)$: confiabilidad y $h(t)$: tasa de falla, con sus respectivas expresiones gráficas, como se muestran en las figuras 2, 3 y 4 respectivamente.

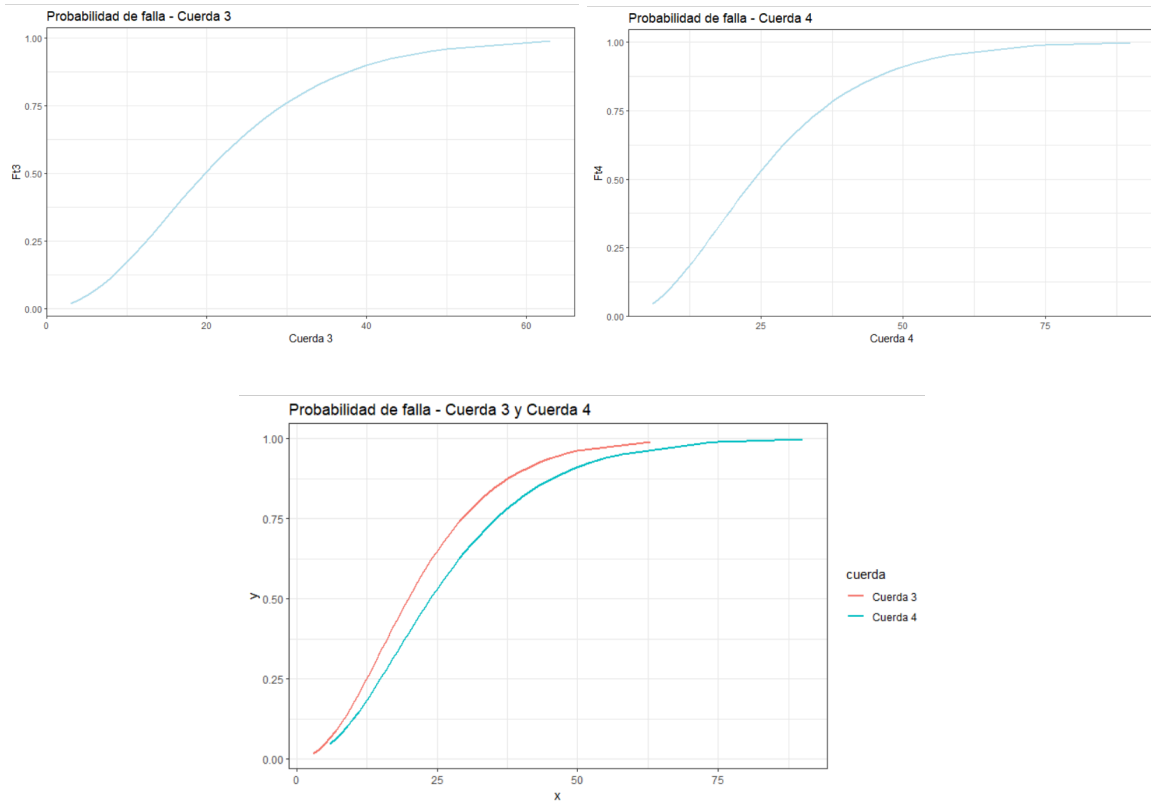
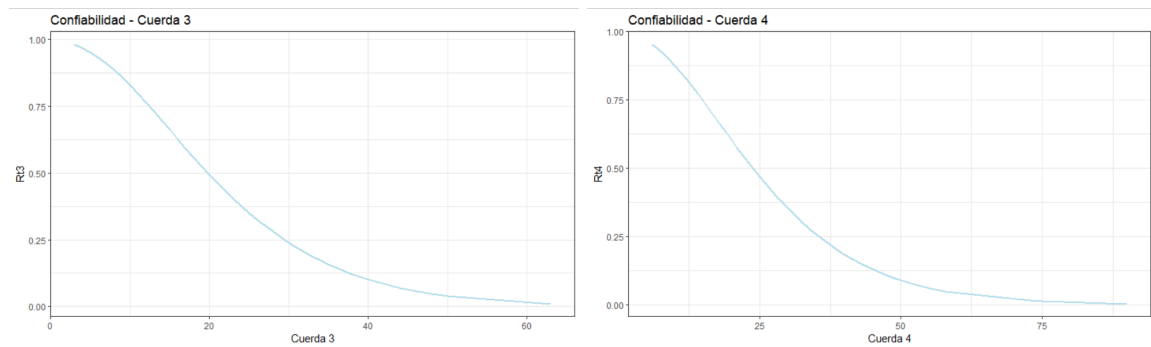


Figura 2. *Funciones de probabilidad de falla.*



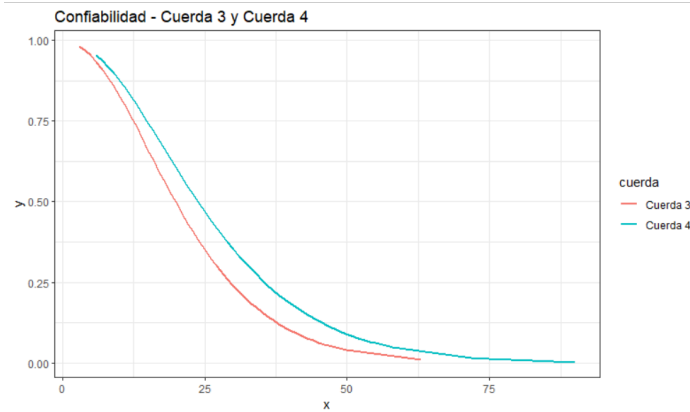


Figura 3. *Funciones de confiabilidad.*

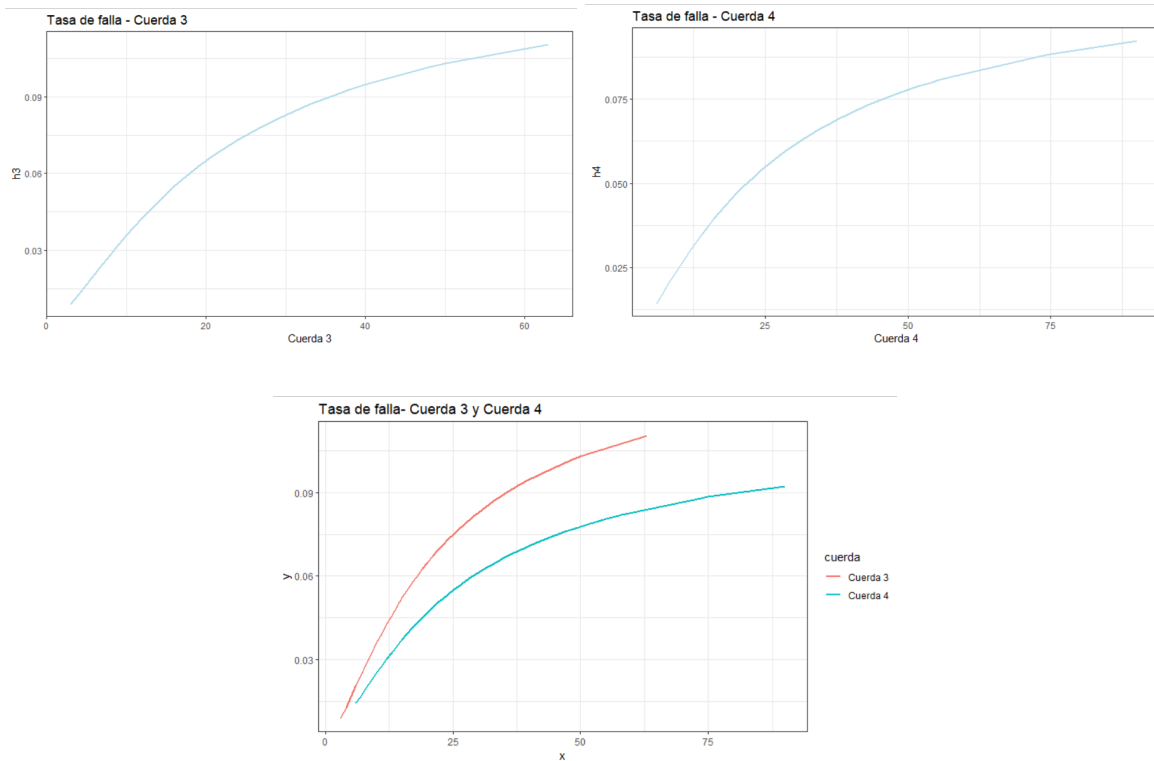


Figura 4. *Funciones de la tasa de falla.*

Ahora bien, numéricamente, el valor de las funciones se expresa en la tabla 2,

Tabla 2. *Valores de las funciones de confiabilidad*

| | Cuerda 3 | Cuerda 4 |
|--------------|-----------|-----------|
| F(80) | 0.9983302 | 0.9921823 |

| | | |
|--------------|-------------|-------------|
| R(80) | 0.001669813 | 0.007817687 |
| h(80) | 0.1168746 | 0.08979072 |

Conclusiones

Con tan solo observar las gráficas, se puede ver que aunque el comportamiento de ambas cuerdas es muy similar, es evidente que la cuerda 4 presenta una confiabilidad más alta que la cuerda 3, esto se puede observar en la figura 4, donde se muestra que conforme la guitarra se toca y emite sonido afinado, es más probable que desentone la cuerda 3.

Además, la caída de la confiabilidad en las gráficas es paulatina, lo cuál expresa una buena confiabilidad, debido a que el sistema se tarda más en fallar.

Por otro lado, este experimento se realizó para dos diferentes cuerdas de guitarra, con el fin de saber cuál de estas tenía una mejor confiabilidad, es decir cuál desafina menos, sin embargo, no se puede llegar a una conclusión al respecto debido a que se evidencia una necesidad de más datos para ello.

Como recomendación para futuros experimentos similares se tiene, realizar más repeticiones, idealmente para comparar los tipos de cuerda, emplear dos o las tres cuerdas de cada tipo para determinar mejor si el entorchado afecta o no la confiabilidad.

Apéndices

Apéndice A. Instrumento de medición de la falla.



Figura A1. Afinador de guitarra.

Apéndice B. Video ilustrativo técnica empleada en el experimento.

disponible en :

https://drive.google.com/file/d/1AhWz2ougpSQ72WPe-L8y-Zd2iPmxRqm_/view?usp=sharing

Apéndice C. Repositorio de GitHub.

Los datos obtenidos, y el script de R empleados para la realización del presente trabajo están disponibles en: github.com/auramolina/Confabilidad.