

Métodos Estadísticos en Física Experimental

1. **Introducción:** Probabilidad y estadística en la investigación experimental. Estimación de parámetros, de los datos a los resultados. Las incertezas como intervalos de confianza, errores estadísticos y sistemáticos. Diseño de experimentos. Tests de hipótesis y la validación de modelos teóricos.
2. **Repaso de probabilidades:** Variables aleatorias. Probabilidad condicional, independencia y correlación. Teorema de Bayes. Esperanza y varianza. Ley de grandes números. Desigualdad de Chebyshev. Distribución y densidad de probabilidad. Distribuciones multidimensionales y covarianza.
3. **Ejemplos de distribuciones importantes:** Definición y aplicaciones experimentales de las distribuciones Binomial, Multinomial, de Poisson, Normal, Exponencial, Gama, Log-normal y de Cauchy. Distribuciones de muestreo: chi-cuadrado, t de Student y función F .
4. **Propagación de errores:** Funciones de variables aleatorias. Aproximación lineal a la propagación de errores y método exacto. El rol de la matriz de covarianza. Composición de variables aleatorias. Función característica. Teorema central del límite y la aproximación gaussiana.
5. **Inferencia de parámetros I:** Teoría de estimadores. Propiedades generales: consistencia, convergencia, sesgo, eficiencia, suficiencia, y robustez. Información de Fisher y condición de Darmois para suficiencia. Teorema de Cramer-Rao, eficiencia y estimadores óptimos.
6. **Inferencia de parámetros II:** Estimadores de máxima verosimilitud, invarianza ante transformación de parámetros, propiedades asintóticas óptimas. Combinación de experimentos. Estimadores de cuadrados mínimos, teorema de Gauss-Markov, solución matricial exacta. Cuadrados mínimos con errores en ambas variables y con funciones no lineales.
7. **Intervalos de confianza I:** Intervalos frecuentistas. Recubrimiento. Estimación de la matriz de covarianza en la aproximación parabólica. Elipse de covarianza. Intervalos de confianza generales a partir de la función verosimilitud y determinación gráfica de estimadores y sus errores. Intervalos exactos y el cinturón de confianza de Neyman. Cotas superiores e inferiores. Feldman-Cousins. Incorporación de errores sistemáticos via perfilado, Metodos de remuestreo: bootstrap y jackknife.
8. **Intervalos de confianza II:** Intervalos bayesianos. Interpretación frecuentista y bayesiana de la probabilidad. Priors y posteriores. Distribuciones de priores conjugados y de referencia. Intervalos de credibilidad y estimación de parámetros. Cobertura. Tratamiento bayesiano de errores sistemáticos.
9. **Tests de Hipótesis I:** Propiedades generales de los tests de verificación de hipótesis. Diferencia entre hipótesis simple y compuesta. Region critica y nivel de significancia. Errores de primer y segundo tipo y potencia de un test. Test uniformemente mas poderoso. Consistencia y sesgo de un test. Tablas de contingencia e independencia. Tests frecuentistas y bayesianos, valor- p y factor de Bayes.
10. **Tests de Hipótesis II:** Descripción y aplicaciones de tests específicos. Test de Neyman-Pearson para hipotesis simples. Test del cociente de verosimilitudes para hipotesis compuestas. Test chi-cuadrado para bondad de ajuste y el concepto de grados de libertad. Test de Kolmogorov y de Cramer-von Mises para muestras reducidas sin binear, Tests “run” y de Wilcoxon para verificación de aleatoriedad y compatibilidad de dos muestras. Test de Kruskal-Wallis para comparación de muchas muestras. Tests de significancia de señal sobre ruido.