

Introducción

La Ley de Hooke se aborda en el apunte de Probabilidades y Estadística como un ejemplo para el desarrollo de regresión lineal, y suele incluirse en los ejercicios de los parciales. Hemos observado que los alumnos tienden a repetir ciertos errores en estos exámenes. A fin de revisar, reorganizar, reconstruir la forma de enseñar y aprender, se llevó a cabo una actividad de articulación con algunos docentes de Física1 en la cual los alumnos midieron las deformaciones de un resorte bajo distintas cargas y analizaron los datos desde un enfoque estadístico, recordando su tratamiento en el curso de Física1.

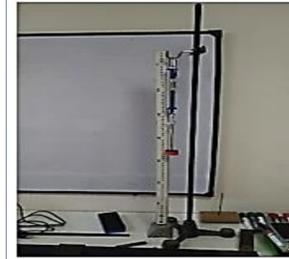
Objetivos

1. Interacción interdisciplinaria entre contenidos de Física1 y Estadística.
2. Mostrar el aporte de la inferencia estadística en el ajuste de un modelo lineal de Física1 a partir de datos experimentales.
3. Evaluar el impacto pedagógico de la integración.
4. Identificar el origen de errores observados.
5. Distinguir entre el modelo ideal propuesto por la teoría, el modelo ajustado obtenido a partir de datos experimentales, y el comportamiento real.

Materiales y Metodología

Materiales: resorte con dinamómetro montado sobre pie graduado. (ver Fig.1)

Métodos: Los estudiantes midieron las deformaciones del resorte, registrando las fuerzas aplicadas y la posición del resorte (ver Tabla 1).



Fuerza (N)	Desplazamiento (m)
0,1	0,004
0,3	0,008
0,6	0,014
0,8	0,020
1,3	0,034

Tabla.1: datos experimentales

Fig.1: dispositivo de medición

Introducción:

En dicho trabajo, se mostrará un desarrollo realizado a partir de un experimento llevado a cabo en clase, el cual se empleó para ejemplificar la aplicación de regresión lineal.

Fundamentos:

$l_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \epsilon_i$ ley de Hooke.

Donde β_0 representa la longitud del resorte cuando no tiene carga y β_1 es la constante del resorte.

Inversa de la constante

$y_i = l_i + \epsilon_i$

Donde y_i (la longitud medida del resorte bajo la carga x_i) será diferente de la longitud verdadera l_i . ϵ_i es el error en la i -ésima medición. Al combinar ambas ecuaciones se obtiene:

$$\rightarrow y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \epsilon_i \quad (\text{modelo de regresión lineal simple})$$

Fig. 2: protocolo 1 (modelo de regresión lineal)

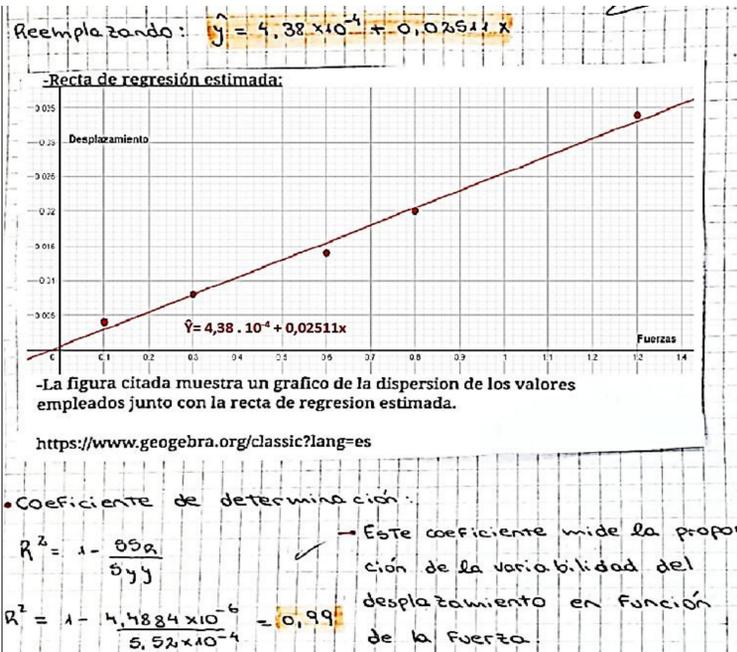


Fig.3 protocolo 2 (ajuste de mínimos cuadrados y coeficiente de determinación)

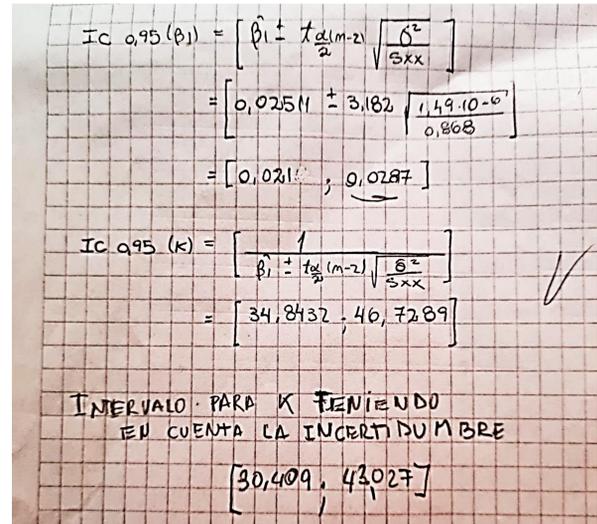


Fig.4: protocolo 3 (intervalos para la constante K del resorte)

Desarrollo

Figura 2. Estudiantes enfrentaron dificultades debido a las diferencias en la representación y el tratamiento de datos entre las asignaturas. Esta confusión se relacionó con el uso de variables invertidas en Física1, dificultando la modelización del ajuste. En la **Figura 3** calcularon el coeficiente de determinación y el ajuste de la recta mediante el método de los mínimos cuadrados. De manera manual, otros utilizaron GeoGebra, Excel o programación en lenguaje R. Se observa que el término independiente es no nulo; por lo tanto, se realizó un test para evaluar si el modelo de Hooke era apropiado. Arrojó un p-valor mayor a 0.05, no habiendo evidencia para que no lo fuera. En la **Figura 4** debieron calcular el intervalo de la constante del resorte, considerando distintos enfoques de Física y Estadística. Finalmente, la **Figura 5**, los residuos estandarizados y los estudentizados del modelo en función de los valores predichos del desplazamiento del resorte, no identificaron desviaciones respecto al comportamiento ideal; sin embargo, un grupo observó un residuo estudentizado mayor a 2. Este residuo correspondía a la última observación registrada, podría estar asociado a una posible deformación del resorte. Los residuos estudentizados pueden facilitar la identificación de observaciones con errores más significativos.

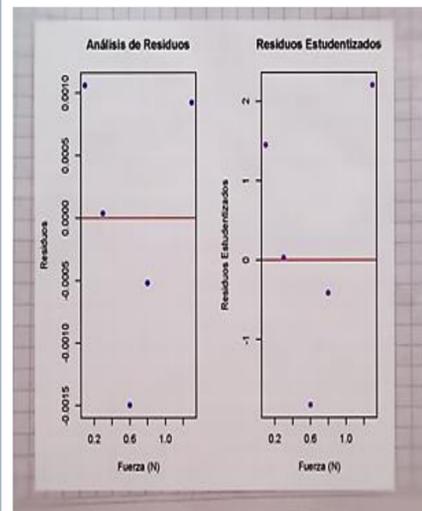


Fig.5: protocolo 4 gráfico de residuos

Resultados y Conclusiones

Encuesta: **Gráfico 1**, más del 60% de los estudiantes consideró que la experiencia en Estadística les proporcionó herramientas útiles para complementar su comprensión de la constante del resorte en Física 1. En **Gráfico 2**, se desprende que trabajar con los datos experimentales de la Ley de Hooke fue beneficioso para la mayoría de los estudiantes. Sin embargo, muchos estudiantes enfrentaron notables dificultades debido a las diferencias en la representación y el tratamiento de datos entre las asignaturas de Física 1 y Estadística. Esta confusión inicial se relacionó, en parte, con el uso de variables invertidas, dificultando la comprensión del ajuste lineal y su interpretación. Al abordar la estimación de la constante k del resorte con intervalos, la discrepancia entre los enfoques de ambas disciplinas se hizo aún más evidente.

Gráfico 1

¿En qué medida el trabajo con datos experimentales de la Ley de Hooke te ayudó a comprender el proceso de construcción de un modelo de regresión lineal simple?

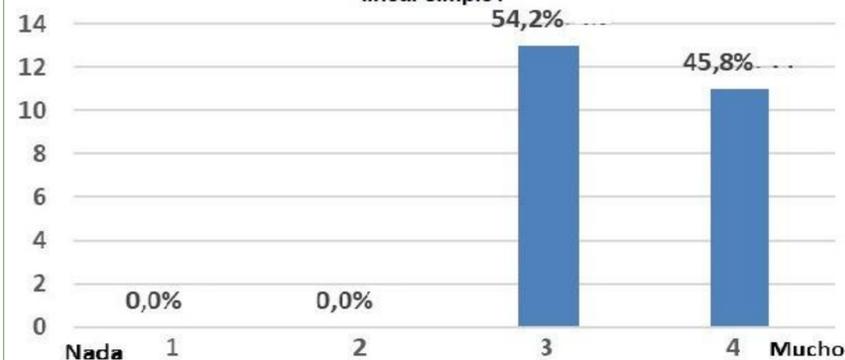
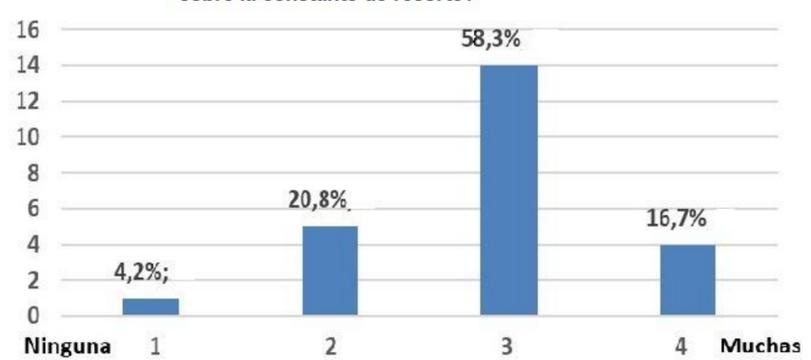


Gráfico 2

¿Creés que la experiencia realizada en Estadística te aportó nuevas herramientas para complementar los conocimientos adquiridos en Física I sobre la constante de resorte?



Bibliografía

1. Batanero, C., Diaz, J., Green, D., Holmes, P. y Vallecillos, A. (1994).
2. Cozzarin, A., Devece, E., Feloy, L., Torroba, P. y Trípoli, M. (2023)
3. Fanaro, M.A. y Suasnabar, J.M.V. (2021).
4. Resnick, R., Halliday, D. y Krane, K. (1993). *Física*. Vol 1, 6ta edición. México: C.E.C.S.A.
5. Torroba, P., Trípoli, M., Devece, E. y Aquilano, L. (2017).
6. Torroba, P., Trípoli, M., Devece, E. y Aquilano, L. (2019).