

## ¿Cuánto demora en caer una manzana? (o de que se trata este curso)

Un **físico teórico** responderá esta pregunta empleando un **modelo de la realidad**. El modelo se funda en una ley muy importante ( $F=ma$ ) y debe **especificar** de forma explícita sus **supuestos**, que en este caso se refiere a las fuerzas que están actuando sobre la manzana, el tamaño de esta, etc.

El modelo usualmente resulta en una ecuación que permite calcular el tiempo  $t$  como función de la altura  $H$  (y tal vez muchos otros **parámetros** como la viscosidad del aire) mediante en **forma analítica** o empleando un **método numérico**.

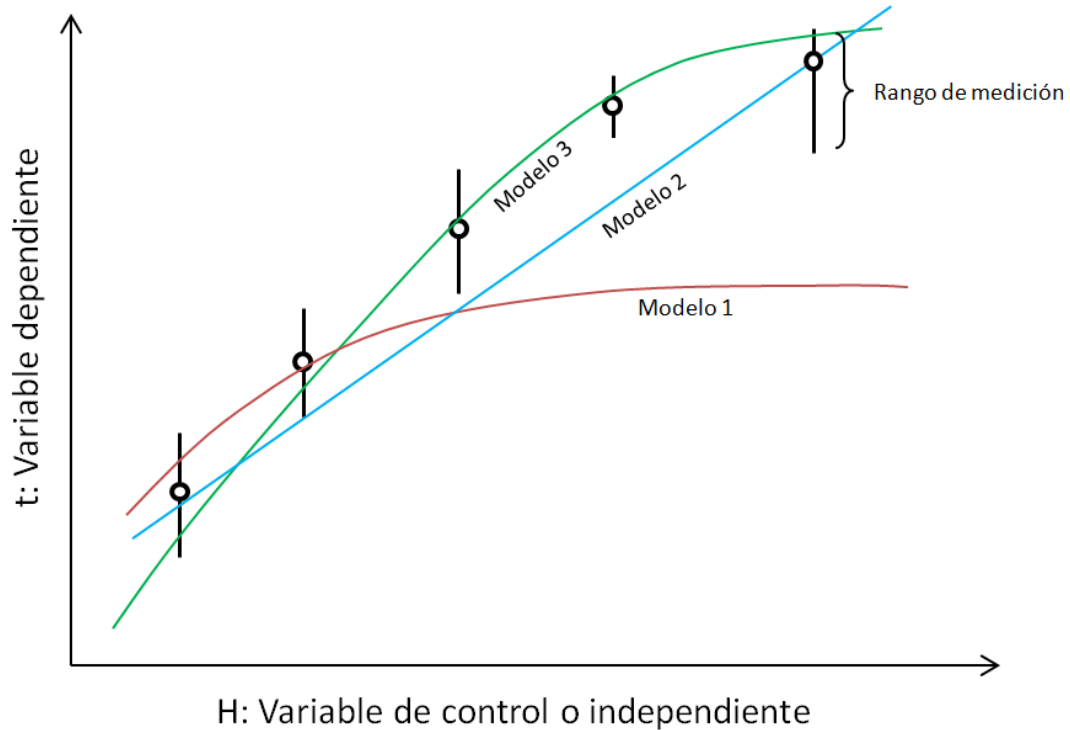
En general se dispone de un **conjunto de modelos**, desde simples a complejos, dependiendo de los supuestos (e.g., que el roce con el aire es despreciable). **¿Cuál es el modelo correcto?** Esta no es una pregunta muy iluminadora pues en principio todos los modelos tienen algún grado de simplificación. Una mejor pregunta es **¿Cual modelo entrega un resultado que se ajuste a la realidad?**

El problema ahora es definir **la realidad**...un **físico experimental** responderá que es lo que **medimos**, así que vamos con un cronometro y medimos el tiempo de caída. En términos mas generales debemos **diseñar un experimento** en el cual hay que mantener **controlado** las condiciones en que ocurre el evento experimental. En este caso, ocupamos siempre la misma manzana y el mismo arbol. Conseguimos un buen reloj, detenemos el viento...

La primera medición resulta 10.7 seg, la segunda 10.5 seg, la tercera 11.1 seg...ya entendieron la idea. Aun en condiciones sumamente controladas, las mediciones experimentales no son iguales debido a **errores inherentes** a ellas. En consecuencia, debemos reconocer que **la realidad es difusa**: usualmente debemos determinar un valor "más probable" y un intervalo de incertidumbre. En este caso podemos escribir que el tiempo de caída es  $10.7 \pm 0.4$  seg, que significa que la realidad se encuentra con un buen grado de seguridad entre 10.3 y 11.1 seg. Si nos obligan a decir un solo valor, diríamos 10.7 seg.

Un solo valor experimental no es suficiente para validar el modelo. Como este nos da una solución de  $t$  para valores de  $H$ , mediremos el tiempo de caída para distintas alturas. En cada caso debemos hacer la mayor cantidad posible de mediciones, aunque también queremos que nos alcance el tiempo para hacer varias **configuraciones** (valores de  $H$ ).

El resultado de esta comparación modelo/medición podría ser como el dibujo siguiente. Cual modelo se "ajusta mejor a la realidad". Ya veremos técnicas específicas para responder esta pregunta, pero al visualmente el modelo 1 subestima mucho las observaciones aunque su curvatura parece correcta. El modelo 2 ajusta bien a las mediciones extremas pero su forma lineal parece muy simple. El modelo 3 parece tener un buen ajuste a las observaciones en su magnitud y forma.



A lo largo de este curso estaremos permanente contratando el resultado de modelos "teóricos" con mediciones controladas (experimentos). **Ninguno de los resultados es la realidad: los modelos contienen simplificaciones y las mediciones contienen errores.** No hay drama en esto...solo debemos estar consciente de ambas elementos, y de hecho así avanza la física. Se plantea un modelo, se contrasta con las mediciones, se mejora el modelo y se mejoran los modelos.

El curso comienza con una pincelada de métodos experimentales (para manejar errores) y métodos numéricos (para obtener valores numéricos de ecuaciones complejas). Luego veremos elementos teóricos nuevos para ustedes: dinámica del sólido rígido (estática, rotación y rodadura), oscilaciones y ondas, y finalmente algo de mecánica de fluidos. El trabajo en laboratorio es intenso y debe ser efectuado con cuidado y dedicación.

Buena suerte!

René Garreaud, Septiembre 2016