

Las derivadas en la vida cotidiana

¿Por qué la derivada?

La derivada no es más que la medida de la velocidad a la que sucede un fenómeno en un instante determinado y bajo unas condiciones determinadas. Pero la velocidad como **vector**, no sólo como número, ya que determina la dirección del cambio: **cuánto** y hacia **dónde**. No está mal para un simple número.

Nos detendremos en **dos** ejemplos fáciles de entender para asimilar el significado de la derivada y las tangentes.

La derivada informa de cómo cambiará el fenómeno en **breves** instantes, cuál es su evolución **presumible**.

- Cuando la piedra en la onda de David salió impulsada contra Goliat, tomó una y sólo una de las infinitas direcciones posibles. ¿Cuál fue esa certera dirección que acabó con el gigante?
- Cuando el Apollo XIII en su agónico regreso a la Tierra, tuvo que cambiar su rumbo para corregir la entrada en la atmósfera ¿Cómo podía asegurarse que el módulo iría en la dirección adecuada?

En ambos casos la respuesta es muy sencilla: la dirección que señale la recta tangente en el punto de la trayectoria que llevaba la onda o el módulo espacial en el justo instante en el que se soltó la primera o se propulsó la segunda.

David y Goliat

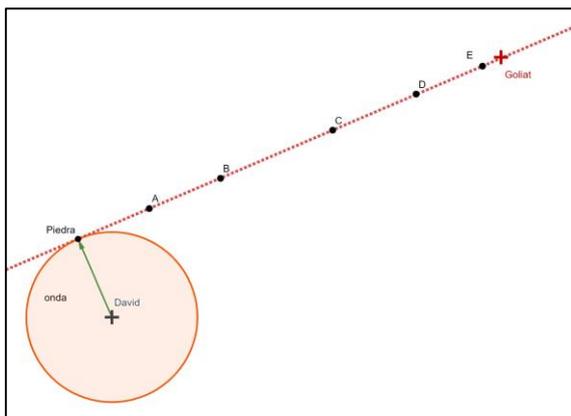


Davide e Golia. (1542) Tiziano
Basilica Santa María de la Salud, Venecia

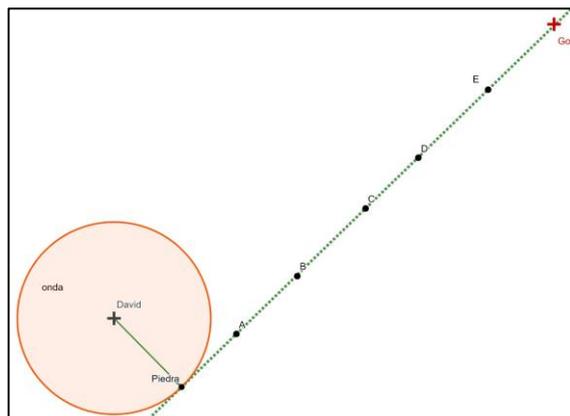
Como seguramente sabes la Biblia relata el famoso encuentro del joven pastor, que acabaría siendo el Rey David del pueblo judío, y el gigante Goliat. David, un adolescente armado con una onda, se atrevió a enfrentarse al malvado Goliat que atemorizaba a los naziritas. La leyenda cuenta que David acabó con el gigante de una certera pedrada en la cabeza que dejó *grogui* al gigante. Este legendario David es el mismo David que esculpió Miguel Angel a partir de un bloque de mármol de Carrara tan grande, que ningún escultor se había atrevido a esculpir.

Si David hubiera conocido las Leyes de Newton de la Dinámica, y el concepto de tangente y de derivada no habría tenido problema en determinar el punto exacto en el que soltar la onda para acertar al gigante. Sin embargo su puntería y destreza hizo el mismo trabajo que un simulador.

Los diagramas siguientes representan la situación en el caso de que David fuera diestro o zurdo **¿Por qué?**



Si David era zurdo



Si David era diestro

De nuevo el éxito de la prueba estriba en encontrar el punto en el que la tangente a la circunferencia es incidente con Goliat. Lo determinante es que la trayectoria de la piedra será la de la tangente.

El Apollo XIII

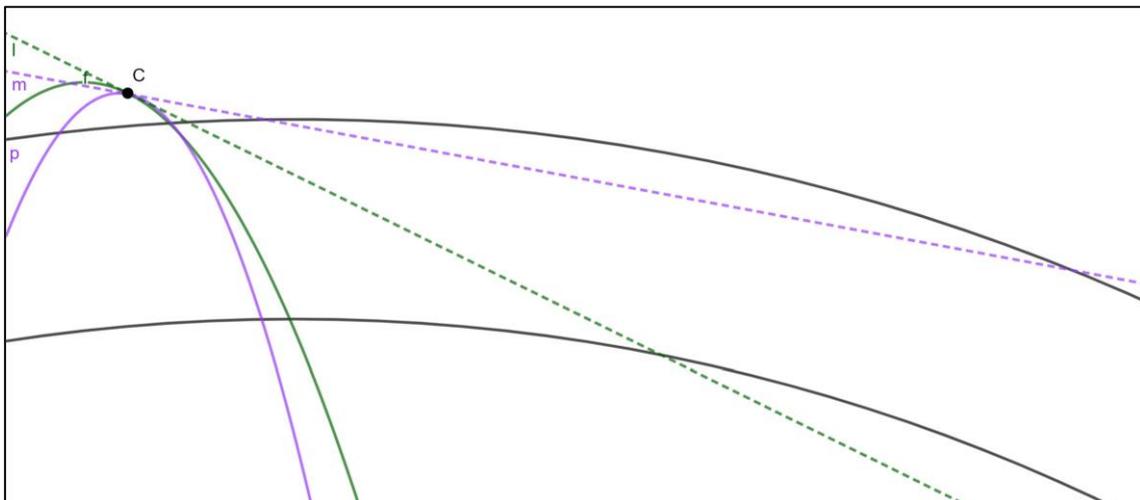
Uno de los momentos cruciales en cualquier misión espacial es la reentrada en la atmósfera. La atmósfera tiene masa, mucha masa, con poca densidad, pero mucha masa. Y por tanto ofrece resistencia a que los cuerpos pasen a su través, se llama rozamiento. Si entras en ella a gran velocidad, el rozamiento quemará tu nave, del mismo modo que el asfalto hace que se calienten los neumáticos de un coche.



A las - **0d:1h:22m** de la reentrada en la atmósfera terrestre, (una hora y veinte minutos antes de entrada en contacto con la atmósfera) el desafortunado módulo de mando Odissey de la misión lunar Apollo XIII se encontraba en el punto C de la imagen, siguiendo la trayectoria marcada por la curva verde. (imagen siguiente)

La verticalidad en la entrada a la atmósfera terrestre es un dato fundamental para:

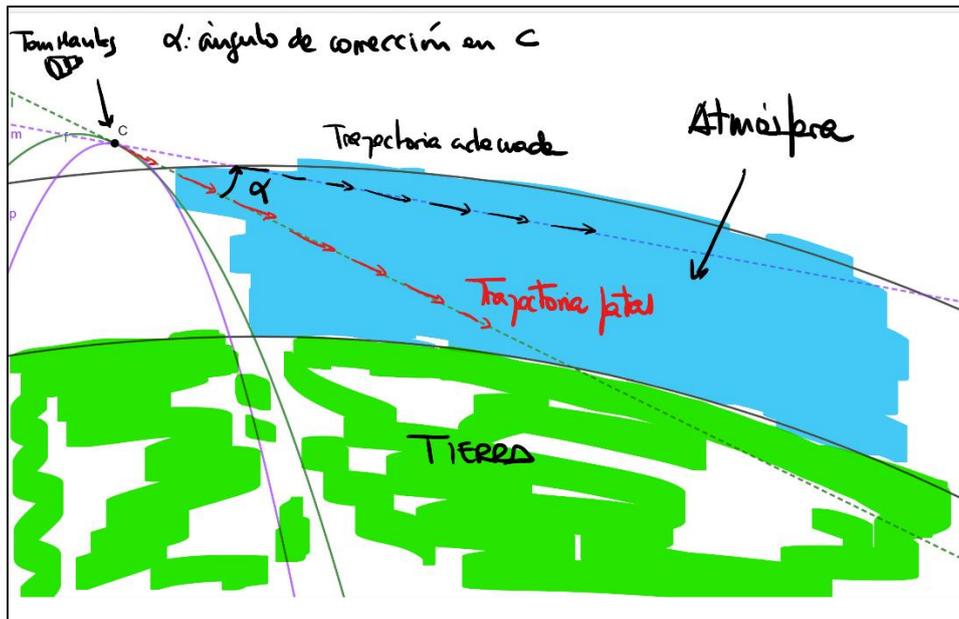
- no estrellarse contra la Tierra por no disponer de motores con potencia suficiente para modificar la trayectoria (es un módulo de retorno, con escaso combustible)
- no sufrir un exceso de calentamiento debido al rozamiento. Se trata de minimizar la componente normal de la reentrada, es decir, inclinar la trayectoria para que sea lo menos perpendicular posible sin que haga rebotar a la nave en la reentrada.



Observa la situación. La nave del comandante Jim Lovell se encuentra en el punto C. La trayectoria de su módulo es la señalada por la curva verde. Si no se corrige la nave entrará muy vertical y se calcinará antes de estrellarse.

Desde Houston se dan cuenta de este hecho y deciden corregir la trayectoria del para ello deciden corregir la trayectoria del módulo de mando, el *Odissey* para que adopte la trayectoria **morada** que les marcará una dirección a salvo de reentrada.

A pesar de la precisión de la inyección translunar, la nave se fue desviando lentamente de su curso, lo que obligó a efectuar una corrección. Como el sistema de guiado del módulo lunar se había apagado tras el encendido PC+2, se le dijo a la tripulación que utilizara la línea de separación entre la noche y el día en la Tierra para guiarlos, una técnica utilizada en las misiones de la NASA en órbita terrestre, pero nunca en el viaje de regreso de la Luna. Este encendido del Sistema de Propulsión de Descenso (DPS), realizado a las 105:18:42 horas de misión durante 14 segundos, situó de nuevo el ángulo de la trayectoria de vuelo de entrada proyectada dentro de los límites de seguridad. Sin embargo, se necesitó otra ignición a las 137:40:13, usando los propulsores del sistema de control de reacción (RCS) del módulo lunar, durante 21,5 segundos. (https://es.wikipedia.org/wiki/Apolo_13).



¿Cómo se realiza dicho cambio? Con las **tangentes**. Y un procedimiento muy simplificado es el siguiente:

- Si $f(t)$ es la trayectoria de la nave en función del tiempo, y suponemos que en instante t_0 la nave se encuentra en C.
- Calculamos la derivada de f en t_0 .
- Obtenemos con ese valor la ecuación de la recta tangente en verde punto (.....)
- Como sabemos la dirección correcta en morado (.....), hallamos el ángulo que forman la trayectoria errónea (.....) y la correcta (.....)
- Y enviamos la corrección al módulo de mando: "Gira Φ grados". Y el comandante gira.
- Para forzar a que siga la trayectoria curva morada, se indica además cuánto tiempo deben hacerse funcionar los propulsores. Eso es suficiente para que la gravedad haga el resto.



La tripulación del Apollo XIII ameriza el 17 de abril de 1970