**🎬 GUION DE VIDEO – TPN5: Integración Numérica para Propiedades Geométricas y Físicas de Gotas.**

**🎙️ 1. Mateo Blanche – Introducción y objetivos del trabajo (≈55 segundos)**

Buenas tardes, nuestro grupo esta integrado por Valentino Delarmelina, Franco Loza, Facundo Perron, Facundo Spreafico y quien les habla, Mateo GOAT Blanche.

En este trabajo analizamos la interacción entre una **gota de agua y un sustrato sólido**, un fenómeno donde actúan simultáneamente **la tensión superficial, la gravedad, la viscosidad y las fuerzas de contacto**.

Dada la complejidad de este sistema, resulta muy difícil obtener una descripción analítica exacta, por lo que aplicamos **métodos numéricos**.

El desarrollo se divide en **dos grandes partes**:

* **La caracterización geométrica**, donde calculamos propiedades como el **volumen, el área superficial y los ángulos de contacto**, y
* **El modelado dinámico**, donde simulamos el **movimiento del centro de masa de la gota**.

El objetivo general fue **cuantificar con precisión el comportamiento de la gota** y **comparar los resultados numéricos con los datos experimentales** para validar los modelos empleados.

**🎙️ 2. Valentino Delarmelina – Procesamiento de imágenes y reconstrucción geométrica (≈55 segundos)**

Para comenzar el análisis geométrico, se realizó un **procesamiento de imágenes** cuadro a cuadro, extrayendo los **contornos de la gota** a partir de fotografías experimentales.

En un primer intento, los **ángulos de contacto** presentaban diferencias marcadas entre el lado izquierdo y el derecho.

Por eso aplicamos varias **correcciones numéricas**: un cálculo más robusto de la pendiente, una revisión de simetría, la clasificación entre **estados dinámicos y estáticos**, y la **detección del estado estable**, considerando estable cuando el centroide vertical varía menos de **un micrón** durante al menos **cinco frames consecutivos**.

Una vez corregidos los contornos, se reconstruyó el **perfil radial de la gota** , considerando la simetría axial. Para ello utilizamos dos enfoques:

* **Splines cúbicos**, que garantizan continuidad y evitan oscilaciones no físicas, y
* **Ajustes polinómicos** de grado tres, más simples, pero menos precisos localmente.

Finalmente, se comprobó que el **Spline** representaba con mayor fidelidad la forma real de la gota y era más estable para los cálculos posteriores.

**🎙️ 3. Franco Loza – Integración numérica y comparación de métodos geométricos (≈55 segundos)**

Con el perfil reconstruido, se procedió al **cálculo del volumen** de la gota, tratándola como un **sólido de revolución** alrededor del eje vertical.

Aplicamos dos métodos de integración:

* La **Regla del Trapecio**, de orden cuadrático, más robusta frente al ruido; y
* La **Regla de Simpson**, de orden cuártico, más precisa cuando la función es suave.

Luego se determinó el **paso óptimo de integración**, utilizando **50 puntos**, con un error inferior al **0.5%**. Usar menos puntos aumentaba el error y usar más no mejoraba significativamente la precisión.

Al comparar los resultados, observamos que la diferencia entre Trapecio y Simpson fue **inferior al 0.4%**, lo que valida la consistencia del modelo.

Por otro lado, al comparar **Spline versus Polinomio**, la diferencia en el volumen promedio fue de **3.6%**, y en el área superficial de **6%**, confirmando que el **Spline con Simpson** ofrece el mejor equilibrio entre precisión, suavidad y estabilidad numérica.

**🎙️ 4. Facundo Perron – Modelo dinámico y comparación de métodos (≈55 segundos)**

En la segunda parte del trabajo se estudió la **dinámica temporal** de la gota, considerando su **centro de masa** como una partícula sometida a una **fuerza restauradora** y a un **término de amortiguamiento**.

El modelo se representa mediante la ecuación diferencial:

donde es la masa de la gota, la rigidez efectiva, el coeficiente de amortiguamiento y la altura de equilibrio.

Se implementaron tres métodos numéricos:

* **Taylor de orden 3**, rápido pero con menor precisión,
* **Runge-Kutta 5-6**, que logra el mejor balance entre costo y exactitud, y
* **Adams-Bashforth-Moulton**, muy preciso pero con alto costo computacional.

Los parámetros ajustados fueron **k = 10 N/m** y **c = 0.1 Ns/m**, obtenidos por búsqueda en grilla.

El **Runge-Kutta 5-6** resultó ser el más eficiente, alcanzando un **error del 6.4%** con un costo moderado de **584 evaluaciones**.

**🎙️ 5. Facundo Spreafico – Análisis de desviaciones y conclusiones (≈50 segundos)**

Finalmente, se evaluó la precisión del modelo dinámico comparando los resultados con los datos experimentales.

La **desviación promedio** fue de **11.99 micrones**, lo que representa un **error relativo del 6.47%** y una **precisión del 93.5%**.

Las principales causas de error identificadas fueron:

* La **no inclusión de la tensión superficial variable**,
* La **suposición de parámetros constantes** de rigidez y amortiguamiento, y
* La **linealización del modelo**.

A pesar de estas simplificaciones, el modelo reproduce correctamente la **fase de impacto** y demuestra que los **métodos numéricos son herramientas eficaces** para describir fenómenos físicos complejos.

En conclusión, el **Spline combinado con Simpson** fue el método más adecuado para la parte geométrica, mientras que el **Runge–Kutta 5–6** resultó el más equilibrado para la dinámica.

El trabajo logra así una **caracterización completa y validada** de la gota, integrando de forma exitosa observación experimental, análisis matemático y simulación numérica.

Muchas gracias por su atención.