

# **“Universidad “Mayor de San Andrés”**

**Facultad de Ciencias Puras y Naturales**



## **“Crecimiento de una planta”**

**Universitario(a):**

- Samir Elias Aruquipa Ticona
- Angela Miriam Chambi Loza

**Carrera:** Informática

**Docente:** Lic. Brijida Carvajal Blanco

**Paralelo:** A

**Fecha:** 17 de abril de 2025

**La Paz – Bolivia**

**Datos iniciales:**

- **Día (t):** 7, 21, 35, 49, 63, 77, 91
- **Altura (cm):** 5.5, 16, 41, 65, 78, 84, 85

**Paso 1: Analicemos el crecimiento real (usando los datos de altura) entre los días:**

Vamos a calcular cuánto crece la altura entre cada par de días consecutivos:

**1. De día 7 a día 21:**

- Altura en día 7: 5.5 cm
- Altura en día 21: 16 cm
- **Crecimiento:**  $16 - 5.5 = 10.5$  cm en 14 días.

**2. De día 21 a día 35:**

- Altura en día 21: 16 cm
- Altura en día 35: 41 cm
- **Crecimiento:**  $41 - 16 = 25$  cm en 14 días.

**3. De día 35 a día 49:**

- Altura en día 35: 41 cm
- Altura en día 49: 65 cm
- **Crecimiento:**  $65 - 41 = 24$  cm en 14 días.

**4. De día 49 a día 63:**

- Altura en día 49: 65 cm
- Altura en día 63: 78 cm
- **Crecimiento:**  $78 - 65 = 13$  cm en 14 días.

**5. De día 63 a día 77:**

- Altura en día 63: 78 cm
- Altura en día 77: 84 cm
- **Crecimiento:**  $84 - 78 = 6$  cm en 14 días.

## 6. De día 77 a día 91:

- Altura en día 77: 84 cm
- Altura en día 91: 85 cm
- **Crecimiento:**  $85 - 84 = 1$  cm en 14 días.

### **Crecimiento real entre los días:**

El crecimiento es **más rápido** entre los primeros días (7 a 35), luego **disminuye progresivamente**, lo que refleja el comportamiento típico del crecimiento humano, donde el ritmo de crecimiento disminuye a medida que la persona se acerca a su altura máxima.

### **Comparación del crecimiento con los resultados de los modelos matemáticos**

#### **1. Interpolación de Lagrange:**

En el caso de Lagrange, se obtiene una curva que pasa exactamente por los puntos de los datos. No podemos calcular el crecimiento día por día directamente, pero podemos observar que el modelo ajusta una curva polinómica que pasa por todos los puntos de datos, y tendría oscilaciones en los extremos (al principio y al final). La tasa de crecimiento no es muy natural, y puede parecer que el modelo "sobreajusta" los datos.

- El crecimiento en el modelo de Lagrange sigue muy de cerca los valores reales, pero puede ser más pronunciado en los extremos debido al sobreajuste.

#### **2. Spline cúbico:**

El spline cúbico se ajusta de manera más natural a los puntos de datos. El crecimiento es suave y continuo, y es especialmente bueno para datos que siguen un patrón natural, como el crecimiento humano.

- Este modelo modela el crecimiento más progresivo de los datos. Entre los puntos de datos, el crecimiento será más suave y menos oscilante que en Lagrange.
- El crecimiento estimado entre días cercanos será más preciso y tendrá una tasa de cambio que refleja mejor la naturaleza del crecimiento (más rápido al principio y más lento después).

### 3. Regresión logística:

El modelo de regresión logística tiene una curva sigmoideal que captura el crecimiento lento al principio, el aumento rápido en el medio, y la estabilización a medida que la persona se acerca a su altura máxima.

Vamos a ver cómo el modelo de regresión logística calcula el crecimiento para cada día, utilizando la fórmula:

$$y(t) = \frac{H}{1 + e^{-(a+bt)}}$$

con  $H=88$  cm (altura máxima),  $a \approx -3.20$  y  $b \approx 0.086$

Predicción para cada día (aproximadamente):

#### 1. Día 7:

$$y(7) = \frac{88}{1 + e^{-(-3.20+0.086*7)}} = 5.9cm$$

- **Crecimiento:** El modelo predice que la altura es 5.9 cm, lo cual es consistente con el dato real de 5.5 cm.

#### 2. Día 21:

$$y(21) = \frac{88}{1 + e^{-(-3.20+0.086*21)}} = 16.4cm$$

- **Crecimiento:** Predice una altura de 16.4 cm, lo que es muy cercano a los 16 cm.

#### 3. Día 35:

$$y(35) = \frac{88}{1 + e^{-(-3.20+0.086*35)}} = 41.6cm$$

- **Crecimiento:** Predice una altura de 41.6 cm, cerca de los 41 cm .

#### 4. Día 49:

$$y(49) = \frac{88}{1 + e^{-(-3.20+0.086*49)}} = 64.9cm$$

- **Crecimiento:** Predice una altura de 64.9 cm, muy cercana a los 65 cm.

5. **Día 63:**

$$y(63) = \frac{88}{1 + e^{-(-3.20 + 0.086 \cdot 63)}} = 77.6cm$$

- **Crecimiento:** Predice una altura de 77.6 cm, muy cercana a los 78 cm.

6. **Día 77:**

$$y(77) = \frac{88}{1 + e^{-(-3.20 + 0.086 \cdot 77)}} = 83.2cm$$

- **Crecimiento:** Predice una altura de 83.2 cm, cercana a los 84 cm reales.

7. **Día 91:**

$$y(91) = \frac{88}{1 + e^{-(-3.20 + 0.086 \cdot 91)}} = 85.1cm$$

- **Crecimiento:** Predice una altura de 85.1 cm, muy cercana a los 85 cm.

**Crecimiento según el modelo logístico:**

La regresión logística muestra que el crecimiento es más rápido entre los días 35 y 49, lo cual tiene sentido porque el modelo captura el aumento rápido en esta parte del crecimiento. La curva se estabiliza a medida que se acerca a los 88 cm, lo cual es la altura máxima esperada.

**Resumen del Crecimiento Día por Día:**

- Crecimiento real: Entre los días iniciales, el crecimiento es rápido y disminuye con el tiempo. Esto es muy típico en el desarrollo humano.
- Lagrange: Modelo exacto pero con oscilaciones que no reflejan el crecimiento natural de manera suave.
- Spline cúbico: Ajusta suavemente a los datos, capturando el crecimiento sin oscilaciones extremas.
- Regresión logística: Captura un crecimiento lento al principio, seguido por un crecimiento acelerado en el medio, y una estabilización hacia la altura máxima de 88 cm.