*Hoja de Descartes*54
Temas:

- Derivadas sucesivas.
- Derivadas implícitas.

- *Derivadas sucesivas*: Sea $y = f(x)$ una función derivable. La derivada de f, denotada $f'(x)$ es una función de x, y puede tener derivada.

Nombre	Notación	Descripción
Primera derivada de f	$f'(x)$ $\dfrac{dy}{dx}$; y'	$f'(x) = \dfrac{d}{dx} f(x)$
Segunda derivada de f	$f''(x)$ $\dfrac{d^2}{dx^2} f(x)$; $\dfrac{d^2y}{dx^2}$; y''	$f''(x) = \dfrac{d}{dx}\left(\dfrac{d}{dx} f(x)\right)$
Tercera derivada de f	$f'''(x)$ $\dfrac{d^3}{dx^3} f(x)$; $\dfrac{d^3y}{dx^3}$; y'''	$f'''(x) = \dfrac{d}{dx} f''(x)$
...		

1. Ejercicio: Dada la función $y = f(x) = x\sqrt[3]{1-x}$, verificar que:
   a) $f'(x) = \dfrac{3-4x}{3(1-x)^{2/3}}$ b) $f''(x) = \dfrac{2(2x-3)}{9(1-x)^{5/3}}$

- Derivadas implícitas

1. Las funciones $y = f(x)$ se denominan funciones explícitas, por ejemplo $y = f(x) = 3x^2$. En estos casos, y en función de x de manera explícita. En tal caso:

$$y = f(x) \Longrightarrow \frac{d}{dx} y = f'(x)$$

2. En muchos casos no es fácil despejar y en términos de x. Por ejemplo $y^5 - 2xy^3 = 7x + 2$, es una relación que define en forma implícita a y como función de x.

Tener presente que como $y = f(x)$ aunque de manera implícita, por lo tanto:

$$\frac{d}{dx}(y^n) = ny^{n-1}\frac{dy}{dx}$$

Para calcular la derivada de y con respecto a x, se puede calcular $\frac{dy}{dx}$ mediante **derivación implícita**.

3. **Ejemplo** Hallar $y' = \dfrac{dy}{dx}$, si $y^5 - 2xy^3 = 7x^3 + 2$.
Solución

$$y^5 - 2xy^3 = 7x^3 + 2$$

derivar a ambos lados respecto de x

$$\frac{d}{dx}(y^5 - 2xy^3) = \frac{d}{dx}(7x^3 + 2)$$

$$5y^4\frac{dy}{dx} - \left(2x \cdot 3y^2\frac{dy}{dx} + y^3\frac{d}{dx}(2x)\right) = \frac{d}{dx}(7x^3) + \frac{d}{dx}2$$

$$5y^4\frac{dy}{dx} - 6xy^2\frac{dy}{dx} - 2y^3 = 21x^2$$

factorizar por $\dfrac{dy}{dx}$

$$\left(5y^4 - 6xy^2\right)\frac{dy}{dx} = 21x^2 + 2y^3$$

despejar $\dfrac{dy}{dx}$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{21x^2 + 2y^3}{5y^4 - 6xy^2}$$

Luego: $\quad y' = \dfrac{21x^2 + 2y^3}{5y^4 - 6xy^2}$

4. **Ejercicios.** Hallar $y' = \dfrac{dy}{dx}$, si:
(a) $x^3 + 3x^2y + 5xy^2 + y^3 = 0$ (b) $y\sqrt{x} + y^3 = 3e^{2x}$.

5. **Nota**. Sea y función de x definida mediante una relación implícita. Se pueden obtener las derivadas sucesivas de f.
Ejemplo:
Sea y función de x definida mediante la relación implícita: $2y - y^3 = x^3 + x^2 - 1$.
a) $y' = \dfrac{x(3x+2)}{2 - 3y^2}$ b) $y'' = \dfrac{(3y^2 - 2)(3x+1)}{3xy(3x+2)}$

6. Método de derivación logarítmica

Puede utilizarse este método para calcular $\frac{d}{dx}y$, cuando $f(x)$ consiste en productos, cuocientes, potencias o cuando $f(x)$ es de la forma u^v, donde u como v son funciones de x.

Ejemplo. Sea $y = f(x) = \dfrac{(2x-1)^3(3x+7)^2}{e^{2x}(4x-5)^3}$. Determinar y'.

Solución

$$y = \frac{(2x-1)^3(3x+7)^2}{e^{2x}(x+2)^3} \qquad \text{aplicar ln a ambos lados}$$

$$\ln y = \ln \frac{(2x-1)^3(3x+7)^2}{e^{2x}(x+2)^3}$$

$$\ln y = 3\ln(2x-1) + 2\ln(3x+7) - \ln(e^{2x}) - 3\ln(x+2)$$

$$\ln y = 3\ln(2x-1) + 2\ln(3x+7) - 2x - 3\ln(x+2)$$

derivando ambos lados, respecto de x

$$\frac{d}{dx}\ln y = 3\frac{d}{dx}\ln(2x-1) + 2\frac{d}{dx}\ln(3x+7) - 2 - 3\frac{d}{dx}\ln(x+2)$$

$$\frac{1}{y}y' = 3\frac{1}{2x-1}\cdot 2 + 2\frac{1}{3x+7}\cdot 3 - \frac{d}{dx}\ln(e^{2x}) - 3\frac{1}{x+2}$$

$$y' = y\left(\frac{6}{2x-1} + \frac{6}{3x+7} - 2 - \frac{3}{x+2}\right)$$

$$y' = \frac{(2x-1)^3(3x+7)^2}{e^{2x}(x+2)^3}\cdot\left(\frac{6}{2x-1} + \frac{6}{3x+7} - 2 - \frac{3}{x+2}\right)$$

Ejemplo. Sea $y = f(x) = x^x$, calcular y' en el punto $x = 3$.
Solución:

$$\begin{aligned} y &= x^x \\ \ln y &= \ln x^x \\ \ln y &= x\ln x \\ \frac{d}{dx}(\ln y) &= \frac{d}{dx}(x\ln x) \end{aligned}$$

Derivando implícitamente y aplicando fórmulas básica, queda

$$\frac{1}{y}\frac{d}{dx}y = x\frac{d}{dx}(\ln x) + \ln x\cdot\frac{d}{dx}x$$

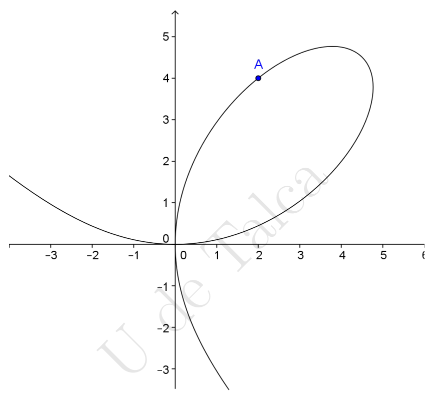
$$\frac{1}{y}y' = 1 + \ln x$$

Por lo tanto: $\quad y' = y(1+\ln x), \qquad$ o $\qquad y' = x^x(1+\ln x)$

En $x = 3$, $\quad y'\Big|_{x=3} = f'(3) = 27(\ln 3 + 1) \approx 56,66$

- Actividades

1. Si $y = \sin(2x)$, encontrar y'' e y'''
2. Encontrar la derivada de orden n, $y^{(n)}$, para cada una de las siguientes funciones
   a) $y_1 = \frac{1}{x}$
   b) $y_2 = \frac{x+2}{x+1}$
   c) $y_3 = \sin(2x)$
3. Sea $y = f(x)$ una función definida implícitamente por la relación $y^2 = x^2 + sin(xy)$. Verificar que su derivada es $y' = \dfrac{2x + y\cos(xy)}{2y - x\cos(xy)}$
4. Comprobar que $y'' = \frac{2x}{y} - \frac{x^4}{y^3}$, para la función definida implícitamente por $2x^3 - 3y^2 = 8$
5. Encontrar las ecuaciones de la recta tangente y normal a la curva $x^3 + y^3 - 9xy = 0$, en el punto $A = (2, 4)$ indicado en el siguiente gráfico



   Respuesta: Recta tangente $5y = 4x + 12$
6. Dada la curva $x^2 + xy + y^2 = 7$:
   a) Encontrar los 2 puntos donde esta curva corta al eje X, y comprobar que las rectas tangentes en estos puntos son paralelas.
   b) Hallar los puntos donde su recta tangente es paralela al eje X
   c) Hallar los puntos donde su recta tangente es paralela al eje Y
   d) Ilustrar gráficamente todo lo anterior
7. Sean T y N la recta tangente y la recta normal a la curva $y^2(2-x) = x^3$ en su punto $(1, 1)$. Calcular el área del triángulo que forman T, N y el eje X. Ilustrar gráficamente.
8. Para la curva $xy^3 + x^2y = 6$ $(*)$, se pide
   a) Calcular $y' = \frac{dy}{dx}$, asumiendo que $(*)$ define a una función derivable $y = f(x)$, asumiendo que $(*)$ define a una función derivable $y = f(x)$
   b) Calcular $x' = \frac{dx}{dy}$, asumiendo que $(*)$ define a una función derivable $x = g(y)$
   c) ¿De qué manera parecen están relacionadas $\frac{dy}{dx}$ con $\frac{dx}{dy}$?

Nota: La mayor parte de estos ejercicios fueron extraídos del texto Cálculo