

# WIRIS

## MANUAL WIRIS 2.0



# Índice

<b>1 minuto</b>	<b>4</b>
<b>Objetos matemáticos</b>	<b>7</b>
Números	7
Variables	8
Asignación y definición de valores a variables	8
Otros objetos	9
<b>WIRIS ++</b>	<b>14</b>
Lenguaje de programación	14
Estructuras de datos	15
<b>Aritmética</b>	<b>20</b>
Símbolos	20
Paréntesis	21
Divisibilidad	22
<b>Álgebra lineal</b>	<b>24</b>
Operaciones	24
Funciones	26
<b>Ecuaciones y sistemas</b>	<b>29</b>
Resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones	29
Ecuación	29
Sistema de ecuaciones	30
Sistemas lineales en forma matricial	30
Métodos numéricos	31
Uso de las soluciones	31
Ecuaciones diferenciales ordinarias	32
Resolución de ecuaciones y de sistemas de inecuaciones	33
<b>Análisis</b>	<b>34</b>
Derivación	34
Integración	35
Cálculo de primitivas	35
Integración definida	36
Cálculo de límites	37
Límite	37
Límite lateral	38
Series de Taylor	39
Series	39
Ecuaciones diferenciales	40
<b>Funciones</b>	<b>42</b>
Definición de funciones	42
Funciones reales	44
<b>Progresiones</b>	<b>48</b>
Funciones	48
<b>Geometría</b>	<b>50</b>
Objetos geométricos	50
Funciones	55
Estudio geométrico	55





Transformaciones .....	62
<b>Gráficos 2D .....</b>	<b>65</b>
Comando dibujar.....	65
Dibujo de regiones.....	70
Comando representar.....	71
Comandos para escribir texto.....	72
Tablero de dibujo.....	73
Geometría interactiva.....	76
<b>Gráficos 3D .....</b>	<b>78</b>
Comando dibujar.....	78
Comandos para escribir texto.....	83
Tablero de dibujo.....	84
Geometría interactiva.....	86
<b>Estadística .....</b>	<b>87</b>
Funciones.....	88
Funciones dos variables.....	90
<b>Combinatoria .....</b>	<b>93</b>
Funciones.....	93
<b>Unidades de medida .....</b>	<b>97</b>
Notación .....	98
Aritmética .....	98
Funciones .....	98
<b>Tablas.....</b>	<b>99</b>
Unidades básicas del SI .....	99
Unidades derivadas del SI .....	100
Unidades de otros sistemas de unidades .....	101
Prefijos del Sistema Internacional de Unidades .....	101
<b>Menús, iconos... .....</b>	<b>103</b>
Pestañas de la barra de herramientas.....	103
Tablero de dibujo.....	113
<b>Barra de herramientas .....</b>	<b>116</b>
¿Quién puede configurar la barra de herramientas?.....	116
¿Por qué configurar la barra de herramientas?.....	116
¿Cómo se puede configurar la barra de herramientas?.....	116
Ejemplo.....	116
<b>Apéndice.....</b>	<b>118</b>
<b>Índice Alfabético.....</b>	<b>567</b>

## 1 minuto

En una sesión de trabajo con la calculadora wiris se pueden efectuar cálculos diversos, que se agrupan en bloques. Los pasos del proceso de cálculo son:

1. Construimos la expresión que queremos calcular mediante el teclado o usando los iconos asociados a diferentes comandos.
2. En cada bloque podemos introducir tantas expresiones como queramos. Para añadir una nueva expresión a continuación de la expresión donde se encuentra el cursor, usaremos la tecla **Enter** (Retorno de carro).
3. Evaluamos la expresión o bloque de expresiones haciendo clic en el icono  o la tecla **Ctrl + Enter** (**Ctrl** + Retorno de carro).
4. Obtenemos el resultado a la derecha de la expresión original y separada por la flecha .

Para crear cálculos más elaborados, debemos tener en cuenta los siguientes puntos relativos a la estructura de una página de wiris:

- Podemos añadir un bloque a nuestra sesión con el icono  del menú Edición.
- Cada vez que evaluamos (clic en  o **Ctrl + Enter**), se calculan todas las expresiones del bloque activo, se muestran los resultados, y se crea un bloque vacío a continuación, que pasa a ser el bloque activo (eso es, donde está el cursor).
- Las variables y cálculos de un bloque son independientes de las variables y cálculos de todos los demás bloques.
- Para empezar una nueva sesión de trabajo, usamos .
- Para guardar la sesión actual, hacemos clic en  y guardamos la página HTML que se genera.

Podemos volver a wiris para probar todo esto o ver los siguientes ejemplos:

**Sumar 1 y 1**

$1+1 \rightarrow 2$

**Multiplicar 2 y 3**

$2 \cdot 3 \rightarrow 6$

**Crear la fracción  $\frac{32}{6}$** 

$\frac{32}{6} \rightarrow \frac{16}{3}$

**Crear el número decimal 2,41**

$2.41 \rightarrow 2.41$

 **$\frac{1}{3}$  en forma decimal**

$\frac{1}{3.0} \rightarrow 0.33333$

**Raíz cuadrada de 12**

$\sqrt{12} \rightarrow 2 \cdot \sqrt{3}$

$\sqrt{12.0} \rightarrow 3.4641$

**Los números irracionales  $\pi$  e**

$\pi, e \rightarrow \pi, e$

**La aproximación decimal a  $\pi$  e**

$\pi_, e_ \rightarrow 3.1416, 2.7183$

**Crear el polinomio  $x^2+1$** 

$x^2+1 \rightarrow x^2+1$

**Derivar la función  $\text{sen}(k \cdot x)$** 

$\frac{d \text{sen}(k \cdot x)}{dx} \rightarrow k \cdot \cos(k \cdot x)$

**Calcular una primitiva de un polinomio**

$\int 3 \cdot x^2 dx \rightarrow x^3$

**Integrar la función exponencial entre 2 y 3**

$\int_2^3 e^t dt \rightarrow e^3 - e^2$

**Resolver una ecuación. Nota 2**

$\text{resolver}(x^2+x-6=0) \rightarrow \{x=-3\}, \{x=2\}$

**Crear el vector (1,2,3). Nota 2**

$[1, 2, 3] \rightarrow [1,2,3]$

**Crear una matriz**

$\begin{pmatrix} x & -2 & y \\ 3+4 & 5 & -7 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} x & -2 & y \\ 7 & 5 & -7 \end{pmatrix}$

**Asignación del valor 2 a la variable a**

$a=2 \rightarrow 2$

$a^2+1 \rightarrow 5$

NOTA 1 Las minúsculas y las mayúsculas son letras diferentes. **Tan** no es equivalente a **tan**.

NOTA 2 Los paréntesis sólo agrupan; **( 1 , 2 , 3 )** es equivalente a **1 , 2 , 3**.

## Objetos matemáticos

Las expresiones matemáticas se basan, principalmente, en números, variables, operaciones aritméticas y funciones. En este capítulo se explican los dos primeros, **números** y **variables**, además de algunos **otros objetos** más sofisticados que se pueden crear con wiris, como por ejemplo polinomios y ecuaciones. Se explican algunos objetos matemáticos más en los capítulos [Geometría](#) y [Wiris ++](#).

>>rápido			
Números	enteros	racionales	irracionales
	decimales	complejos	
Variables	Asignación y definición de valores a variables		
Otros objetos	polinomios	ecuaciones e inecuaciones	listas
	vectores y matrices	expresiones matemáticas	


### Números

Los tipos de números que podemos construir son:

**enteros:** un número entero se crea escribiendo sus cifras en base 10. Si queremos que sea negativo pondremos el símbolo  $-$  delante. Los números enteros pueden tener tantas cifras como queráis. Por haceros una idea, calcular  $2^{64}$  o  $100!$ . Más información en [Entero](#).

**Ejemplos**

$123$	$\rightarrow$	$123$
$-2$	$\rightarrow$	$-2$
$100 \cdot (-2) - 10 \cdot 0$	$\rightarrow$	$-200$

**racionales:** un número racional se crea como una fracción de dos enteros, con el icono  o con el símbolo  $/$ . Disponemos de dos funciones asociadas a los números racionales: [numerador](#) y [denominador](#). Si  $q$  es un número racional, entonces [numerador](#)( $q$ ) y [denominador](#)( $q$ ) nos dan, respectivamente, el numerador y el denominador de la fracción irreducible equivalente a  $q$ . Más información en [Racional](#).

**Ejemplos**

$-7/3$	$\rightarrow$	$-\frac{7}{3}$
$\frac{32}{6}$	$\rightarrow$	$\frac{16}{3}$
$\frac{5}{-8}$	$\rightarrow$	$-\frac{5}{8}$

**irracionales:** los números irracionales que permite manipular wiris son  $\#$ ,  $e$ ,  $\pi$ , radicales, como por ejemplo la raíz cuadrada de 2, y combinaciones de ellos, entendiendo por combinación sus sumas, restas, multiplicaciones y divisiones. Más información en [Irracional](#).


Ejemplos

$$\begin{aligned} \sqrt{2} &\rightarrow \sqrt{2} \\ \sqrt[3]{2 \cdot 5^3} &\rightarrow 5 \cdot \sqrt[3]{2} \\ (\pi+1)^2 &\rightarrow \pi^2 + 2 \cdot \pi + 1 \\ \ln(e^3) &\rightarrow 3 \end{aligned}$$

**decimales:** un número decimal se crea separando la parte entera y la decimal con un punto. Más información en [Flotante](#).

Ejemplos

$$\begin{aligned} 2.123 &\rightarrow 2.123 \\ 2.0^2 &\rightarrow 4. \\ \pi \cdot 1.0 &\rightarrow 3.1416 \end{aligned}$$

**complejos:** un número complejo se crea realizando operaciones aritméticas con el número imaginario  $i$  (que se puede crear con el icono  o con el identificador `i_`) y con los números reales. Se puede usar también la función `polar` para crearlos. Algunas funciones relacionadas con los números complejos son `parte_real`, `parte_imaginaria`, `argumento`, `norma` o `conjugado`. Más información en [Complejo](#).

Ejemplos

$$\begin{aligned} i^2 &\rightarrow -1 \\ \text{parte\_real}(1+5 \cdot i) &\rightarrow 1 \\ \text{parte\_imaginaria}(1+6 \cdot i) &\rightarrow 6 \\ \text{polar}(\sqrt{2}, 45^\circ) &\rightarrow 1+i \end{aligned}$$

## Variables

En matemáticas, así como en wiris, las variables son nombres, con o sin valor. Un nombre es una cadena de caracteres alfanuméricos que empieza con una letra, como por ejemplo `x`, `y`, `x1`, `x2`, `HAL` o `alpha`. En cambio `2x` o `3ab` no lo son, porque su primer carácter es un dígito.

wiris diferencia entre letras mayúsculas y minúsculas. Así, pues, `x` y `X` son variables diferentes, como también lo son `f1` y `F1`.

### Asignación y definición de valores a variables

Para dar valor a una variable se usan los operadores `=` y `:=`.

- Si usamos `=`, la variable toma el valor que tenga la expresión de la derecha del igual en aquel momento.
- En cambio, si usamos `:=`, la variable toma en cada momento el valor de la expresión a la derecha del `:=`. Por lo tanto, si el valor de la derecha cambia, también cambiará el valor de la variable.

Si usamos `:=`, diremos que definimos el valor de la variable y, si usamos `=`, diremos que le asignamos un valor.

Si hemos definido o asignado valor a una variable y queremos que vuelva a quedar libre, debemos aplicarle el comando `limpiar`.



Ejemplos

$x,y,z \rightarrow x,y,z$   
 $x=4 \rightarrow 4$   
 $y=x+3 \rightarrow 7$   
 $z:=x+3 \rightarrow x+3$   
 $x,y,z \rightarrow 4,7,7$   
 $\text{limpiar}(x) \rightarrow \text{OK}$   
 $x,y,z \rightarrow x,7,x+3$

## Otros objetos

**polinomios:** un polinomio se crea realizando ciertas operaciones aritméticas (suma, resta y multiplicación) entre **números** y **variables**. Para evaluar un polinomio en un valor se usa la función **evaluar**. Existen dos comandos más que son importantes: **raíces** y **factorizar** que, como su nombre indica, permiten encontrar las raíces de un polinomio y factorizarlo, respectivamente. Más información en [Polinomio](#).

Ejemplos

$x^2+1 \rightarrow x^2+1$   
 $(x+4) \cdot (x-4) \rightarrow x^2-16$   
 $\text{raíces}(x^2-x-6) \rightarrow \{-2,3\}$   
 $\text{factorizar}(x^3-3 \cdot x^2+x-3) \rightarrow (x-3) \cdot (x^2+1)$   
 $\text{evaluar}(2 \cdot x+1,3) \rightarrow 7$

**ecuaciones e inecuaciones:** Los símbolos necesarios para definir y trabajar con ecuaciones e inecuaciones se muestran en la tabla siguiente. wiris dispone de iconos para escribirlos (esta vía es la que da la mejor calidad tipográfica), pero también se pueden entrar mediante el teclado o con una combinación de teclas.

tipo	Símbolo	Icono	Teclado
ecuación <b>NOTA 1</b>	=		
ecuación	==		<i>Ctrl + =</i>
desigualdad	!=		<i>Ctrl + !</i>
inecuaciones	>		
	>=	 <i>NOTA 2</i>	<i>Ctrl + Shift + &gt;</i>
	<		
	<=	 <i>NOTA 2</i>	<i>Ctrl + &lt;</i>

Una ecuación (o inecuación) se crea separando dos expresiones por el símbolo de igualdad (desigualdad). Las expresiones a la izquierda y a la derecha de una igualdad (desigualdad) se llaman término izquierdo y término derecho, respectivamente.

Si escribimos el signo  $?$  <sup>NOTA 2</sup> a la derecha de una ecuación o inecuación, wiris nos dice si la igualdad o desigualdad se cumple o no.

**NOTA 1** Para escribir una ecuación, normalmente es suficiente usar el símbolo  $=$ . En el caso haya confusión con la asignación usaremos obligatoriamente el símbolo  $==$ .

**NOTA 2** El signo  $?$  debe ir precedido de un espacio blanco puesto que  $?$  es un carácter válido para construir identificadores.

**Ejemplos**

```

a=5 → 5
b=3 → 3
a=b+1? → falso
a≠b+1? → cierto


3>2 → 3>2
3>2? → cierto

x=y2-5 → x=y2-5
x=-5 → -5
y=3 → 3
x=y2-5 → -5=4
x=y2-5? → falso

sen(2·x)=2·sen(x)·cos(x)? → cierto

ea+2·b=ea+b·eb? → cierto

resolver(2·x-1=x) → {{x=1}}
solve(x2-a·x=0, x) → {{x=a},{x=0}}
    
```

**listas:** Una lista es una secuencia cerrada por llaves. Podemos introducir las llaves mediante las teclas  $\{$  y  $\}$  o con el icono  de tal forma que, si creamos las llaves con el icono, el tamaño de estas se adaptará a la de su contenido. Las combinaciones de teclas  $ctrl + \{$  y  $ctrl + \}$  también crean llaves de tamaño variable.

Hay dos comandos que nos ayudan a trabajar con las listas:

- `longitud`, determina el número de elementos de una lista.
- `ordenar`, ordena una lista formada por objetos ordenables.

**Ejemplos**

```

{1,2,3} → {1,2,3}
{1-3,2,22,5+2,x2,7/5} → {-2,2,4,7,x2,7/5}

longitud({-2,5,1/7}) → 3

ordenar({3,-2,1/2}) → {-2,1/2,3}
    
```

**Listas verticales**

Las listas también se pueden representar verticalmente; en tal caso, las llamaremos listas verticales. Estas listas tienen las mismas propiedades que las listas horizontales pero sus elementos se muestran uno debajo del otro y, por tanto, no hacen falta comas para separarlos. Usaremos el icono para crear listas verticales y la combinación de teclas *shift* + *Enter* para crear una nueva fila.

**Ejemplos**

$$\left[ \begin{array}{l} x+y=4 \\ x-y=78 \\ 5 \cdot x-y=5 \end{array} \right] \rightarrow \{x+y=4, x-y=78, 5 \cdot x-y=5\}$$

Más adelante veremos cómo [manipular listas](#) de manera sencilla y como se usan en la [resolución de sistemas](#). Más información en [Lista](#).

**vectores y matrices:** un vector es una secuencia cerrada por corchetes, que podemos crear con las teclas [ , ], con el icono , separando sus elementos con una coma, o bien usando el icono . Si creamos los corchetes usando el icono, el tamaño de estos se ajustará al tamaño de su contenido. El mismo resultado se puede obtener con las combinaciones de teclas *ctrl* + [ y *ctrl* + ]

Una matriz es un vector formado por vectores de la misma longitud; cada uno de estos vectores corresponde a una fila de la matriz.

Los iconos y , explicados en detalle en el capítulo [Menús, iconos...](#), permiten la creación de vectores y matrices de manera fácil.

Para descubrir cómo se trabaja con vectores y matrices, puede consultarse el capítulo de [Álgebra Lineal](#).

**Ejemplos**

$$\begin{array}{l} [1,2,3] \rightarrow [1,2,3] \\ [1-3, 2, 2^2, 5+2, x^2, \frac{7}{5}] \rightarrow [-2, 2, 4, 7, x^2, \frac{7}{5}] \\ [[3,4],[ -5,6]] \rightarrow \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -5 & 6 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} a & b & 3 \\ c & 5 & d \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} a & b & 3 \\ c & 5 & d \end{pmatrix} \end{array}$$

### Manipulación de listas, vectores y matrices

Los subíndices creados con el icono son la herramienta principal para manipular listas, vectores y matrices; en particular, para extraer y cambiar sus elementos.

Dada una lista o un vector  $v$ , y un número entero  $i$ ,  $v_i$  es la  $i$ -ésima componente de  $v$ , siempre que  $1 \leq i \leq \text{longitud}(v)$ .

Al ser toda matriz un vector de vectores, si llamamos  $A$  a una matriz, entonces  $A_i$  es su fila  $i$ -ésima y  $A_{i,j}$  (o  $A_{i_j}$ ) el  $j$ -ésimo elemento de la fila  $i$ -ésima (suponiendo que exista).

Podemos usar el punto como notación equivalente a la anterior; de manera que la expresión  $A_n$  es equivalente a  $A.n$ , y  $A_{i,j}$  es equivalente a  $A.i.j$ . Del mismo modo, si  $v$  es un vector,  $v.i$  es la  $i$ -ésima componente de  $v$ .

Ejemplos

$$\begin{aligned} v &= \{10,3,1\} \rightarrow \{10,3,1\} \\ v_1 &\rightarrow 10 \\ v.1 &\rightarrow 10 \\ v &= [3, a, b] \rightarrow [3,a,b] \\ v_2 &\rightarrow a \\ L &= \{4,t,b,a,5\} \rightarrow \{4,t,b,a,5\} \\ L_3 + L_2 &\rightarrow b+t \\ A &= \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -5 & 6 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -5 & 6 \end{pmatrix} \\ A_2 &\rightarrow [-5,6] \\ A_{2,2} &\rightarrow 6 \\ A_{2,1} &\rightarrow -5 \end{aligned}$$

Para cambiar el valor de una componente de una lista, vector o matriz, podemos usar la sintaxis explicada en el subapartado anterior y asignarle el nuevo valor con el operador  $=$ .

Ejemplos

$$\begin{aligned} v &= [3,a,b] \rightarrow [3,a,b] \\ v_2 = x &\rightarrow [3,x,b] \\ v &\rightarrow [3,x,b] \\ v &= [4,a,b,c,d] \rightarrow [4,a,b,c,d] \\ v_4 = v_1 + v_2 &\rightarrow [4,a,b,a+4,d] \\ A &= \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -5 & 6 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -5 & 6 \end{pmatrix} \\ A_2 = [x,y] &\rightarrow \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ x & y \end{pmatrix} \\ B &= \begin{pmatrix} a & b & 3 \\ c & 5 & d \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} a & b & 3 \\ c & 5 & d \end{pmatrix} \\ B_{1,2} = B_{1,2} + B_{2,2} &\rightarrow \begin{pmatrix} a & b+5 & 3 \\ c & 5 & d \end{pmatrix} \end{aligned}$$

**expresiones matemáticas:** los objetos matemáticos que no son de ninguno de los tipos anteriores son considerados expresiones matemáticas de tipo [Expresión](#).

Algunos ejemplos de este tipo de objetos son

$$\text{sen}(x), \text{sen}(x)^2 + \text{cos}(x)^2 \text{ o } f(x)$$

El comando [simplificar](#) calcula una expresión equivalente a la dada pero tan simple como sea posible.

Ejemplos

$$\text{sen}(2 \cdot x) = 2 \cdot \text{sen}(x) \cdot \text{cos}(x) ? \rightarrow \text{cierto}$$

$$\frac{d \text{sen}(x^3 + x)}{dx} \rightarrow (3 \cdot x^2 + 1) \cdot \text{cos}(x^3 + x)$$

$$e^{2 \cdot a + b} = e^a \cdot e^{a + b} ? \rightarrow \text{cierto}$$

$$\text{sen}(x)^2 + \text{cos}(x)^2 \rightarrow \text{sen}(x)^2 + \text{cos}(x)^2$$

$$\text{simplificar}(\text{sen}(x)^2 + \text{cos}(x)^2) \rightarrow 1$$

$$\text{simplificar}\left(\frac{\text{cos}(x)^2}{1 - \text{sen}(x)}\right) \rightarrow \text{sen}(x) + 1$$

## WIRIS ++

En este capítulo tratamos sobre un conjunto de recursos que hacen que las posibilidades de wiris se incrementen notablemente. Recomendamos a una buena parte de usuarios que los estudien y así, tal vez, podrán servirles para iniciarse o iniciar a sus alumnos en el mundo de la programación. Este capítulo presupone un conocimiento previo de programación. Así, el lenguaje que aquí usamos puede resultar un poco más técnico que el de los anteriores.

Los apartados del capítulo son los siguientes:

>>rápido				
Lenguaje de programación	si...	mientras...	para...	repetir...
Estructuras de datos	recorridos	booleanos	dominios	reglas y sustituciones
	divisores	relaciones		

### Lenguaje de programación

La información sobre [booleanos](#) y [operadores lógicos](#) entre booleanos, que tienen un papel fundamental en la programación, se encuentra más adelante.

si...: Icono o , sentencia

si *B* entonces *A* fin

si *B* entonces *A* sino *A2* fin

si *B* entonces *A* sino\_si *B2* entonces *A2* sino *A3* fin

Realiza las instrucciones de *A* si se cumple la condición *B*. En caso de no cumplirse la condición y, si hay una instrucción *sino*, entonces realiza las instrucciones de *A2*. También existe la posibilidad de condicionantes múltiples y diversos grupos de instrucciones con la inserción de condicionales del tipo *sino\_si* a través del menú de la pestaña de programación.

Ejemplos

```

pos? (x) := si x ≥ 0 entonces
    cierto
    sino
    falso
fin ;

pos? (3) → cierto
pos? (-5) → falso
pos? (0) → cierto

f(x) := si 0 < x ∧ x < 2 entonces
    0
    sino
    x2
fin ;

f(1.2) → 0
f( $\frac{8}{3}$ ) →  $\frac{64}{9}$ 
                    
```

**mientras...:** Icono , sentencia  
**mientras B hacer A fin**

Repite las instrucciones de **A** mientras se cumple la condición **B**.

Ejemplos

**Eliminamos potencias de 2 en x**

**x=344** → 344

**factorizar(x)** →  $2^3 \cdot 43$

**mientras** resto(x,2)=0 **hacer** → 43

$x = \frac{x}{2}$

**fin**

**para...:** Icono , sentencia  
**para R hacer A fin**

Repite las instrucciones de **A** según el recorrido de **R**.


Ejemplos

**L={}** → {}

**para a en {1,9,3,10} hacer** → {1,81,9,100}

**L=adjuntar(L,a<sup>2</sup>)**

**fin**

**repetir...:** Icono , sentencia  
**repetir A hasta B**

Repite las instrucciones de **A** hasta que se cumple la condición **B**.

Ejemplos

**Eliminamos potencias de 2 en x**

**x=344** → 344

**factorizar(x)** →  $2^3 \cdot 43$

**repetir** → 43

$x = \frac{x}{2}$

**hasta** resto(x,2) ≠ 0

## Estructuras de datos

Completamos la descripción de estructuras de datos del capítulo [Objetos matemáticos](#).

**recorridos:** Son objetos de la forma  $a..b$  o  $a..b..d$  donde  $a$ ,  $b$  y  $d$  son números reales ( $a..b$  equivale a  $a..b..1$ ). Si  $d$  es diferente de 0 el recorrido  $a..b..d$  representa la lista formada por los elementos de la progresión

aritmética  $a$ ,  $a+d$ ,  $a+2d$ , ... mientras no sobrepasemos  $b$ . Si  $d$  es cero el recorrido representa la lista vacía. Por ejemplo  $1..6$  representa  $\{1,2,3,4,5,6\}$ ,  $1..6..2$  representa  $\{1,3,5\}$  y  $6..1..-3$  representa  $\{6,3\}$ .

La función `lista` aplicada a un recorrido devuelve la lista que representa.

**Ejemplos**

```

lista(1..6) → {1,2,3,4,5,6}
lista(1..6..2) → {1,3,5}
lista(6..1..-3) → {6,3}
lista(1..3..1/2) → {1, 3/2, 2, 5/2, 3}
    
```

**booleanos:** Son las constantes lógicas `cierto` o `falso` que corresponden a los valores *cierto* y *falso*, respectivamente. Principalmente, los obtenemos aplicando el operador `?` a `ecuaciones` e `inecuaciones`.

**Ejemplos**

```

4=4? → cierto
5>4? → cierto
3≤-3? → falso
    
```

Los operadores lógicos, básicos a la hora de definir condiciones en las sentencias de control, son:

Operador lógico	Símbolo
conjunción - y	$\wedge$
disyunción - o	$\vee$
negación - no	<code>no</code>

Vemos unos ejemplos de su comportamiento:

**Ejemplos**

```

cierto  $\wedge$  cierto → cierto
cierto  $\wedge$  falso → falso
falso  $\wedge$  cierto → falso
falso  $\wedge$  falso → falso

cierto  $\vee$  cierto → cierto
cierto  $\vee$  falso → cierto
falso  $\vee$  cierto → cierto
falso  $\vee$  falso → falso

no(cierto) → falso
no(falso) → cierto

f(x) := si 0<x  $\wedge$  x<2 entonces
    cierto
    sino
    falso
    fin ;

f(1.2) → cierto
f(8/3) → falso
    
```



**dominios:** Los objetos matemáticos de wiris se pueden clasificar en conjuntos matemáticos. A estos conjuntos los denominamos dominios. Algunos ejemplos de dominios son [Entero](#), [Racional](#), [Irracional](#), [Real](#) y [Polinomio](#).

Con el comando `es?`, podemos saber si un objeto pertenece a un dominio.

Para trabajar con dominios, wiris dispone de los operadores (equivalentes a los lógicos) `&`, `|`, `no`, que actúan como lo hacen los operadores intersección, unión y complementario con los conjuntos. Así pues, disponemos de la siguiente relación entre operadores, que nos permit trabajar de manera similar en diferentes estructuras matemáticas.

Operador lógico	Operador de conjuntos	Símbolo
conjunción - y: $\wedge$	intersección : $\cap$	<code>&amp;</code>
disyunción - o: $\vee$	unión : $\cup$	<code> </code>
negación - no	complementario	<code>no</code>

Finalmente, debemos mencionar que la función `implicar?` permite conocer si un dominio está contenido en otro o no, y que `obtener_dominio` nos proporciona el dominio al cual pertenece un objeto.

Es especialmente interesante usar los dominios en las definiciones de funciones. Esto permite tanto definir funciones a trozos (según el dominio) como restringir los valores para los cuales una función está definida.

**Ejemplos**

```

f(n:Z) =  $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}^n \rightarrow n:Z \mapsto \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 2 \end{pmatrix}^n$ 
f(-3)  $\rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & \frac{1}{8} \end{pmatrix}$ 

doble(x:R) := 2·x  $\rightarrow x:R \mapsto 2·x$ 
doble(L:Lista) := {2·l con l en L}  $\rightarrow L:Lista \mapsto \{2·l \text{ con } l \text{ en } L\}$ 
doble(2.5)  $\rightarrow 5.$ 
doble( $\left\{\frac{1}{2}, -3.1\right\}$ )  $\rightarrow \{1, -6.2\}$ 

es?(3,R)  $\rightarrow$  cierto
es?(3,Irracional)  $\rightarrow$  falso
es?(3,C)  $\rightarrow$  cierto

es?(3,Z & C)  $\rightarrow$  cierto
es?(x+1, Polinomio | Lista)  $\rightarrow$  cierto
es?(x+1, Polinomio & Lista)  $\rightarrow$  falso



implicar?(Z,R)  $\rightarrow$  cierto
implicar?(Polinomio,R)  $\rightarrow$  falso

obtener_dominio(1+i)  $\rightarrow$  C

```

**reglas y sustituciones:** Desde el punto de vista sintáctico, una regla es una lista de objetos del tipo  $x \Rightarrow y$  o  $x := y$ . Llamamos variable o patrón a  $x$  según si es una variable o no, respectivamente; llamamos imagen a  $y$  y llamamos par

a  $x \Rightarrow y$  o  $x := y$ . Una sustitución es una regla definida exclusivamente por variables. Si escogemos  $\Rightarrow$ , usamos el valor de  $y$  para definir la regla y, en cambio, al escoger  $:=$ , consideramos  $y$  como variable al definir la regla.

Los símbolos  $\Rightarrow$  y  $:=$  se pueden crear con los iconos  y , respectivamente.

Al aplicar una regla a una expresión, todas las ocurrencias de cada patrón (o variable) en esta expresión son sustituidas por la imagen de su patrón (o variable). Los términos que no encajan con el patrón (o variable) no se modifican.

Más información en comando [Regla](#) o [Sustitución](#).

Ejemplos

```


{x⇒4,y⇒3}(x+2·y) → 10
4+2·3 → 10

x=z+3 → z+3
R={x⇒5,y⇒t} → {z+3⇒5,y⇒t}
S={x:=5,y⇒t} → {x⇒5,y⇒t}
limpiar x → OK
R(x+y), S(x+y) → t+x,t+5
R(z+3), S(z+3) → 5,z+3

R={x⇒y+1} → {x⇒y+1}
S={x-1⇒y} → {x-1⇒y}
R(x-1), S(x-1) → y,y
R(x+1), S(x+1) → y+2,x+1
R(x2-1), S(x2-1) → y2+2·y,x2-1

{a⇒2,b⇒5} | {c⇒3,a⇒3} → {a⇒3,b⇒5,c⇒3}
    
```

**divisores:** Desde el punto de vista sintáctico, un divisor es un vector de objetos del tipo  $x \rightarrow y$ . Decimos que  $x$  es un índice,  $y$  su valor asociado y  $x \rightarrow y$  un par del divisor. Para recuperar el valor asociado a un índice se aplica el objeto al divisor; si no tiene índice asociado el resultado de aplicarlo es 0.

El símbolo  $\rightarrow$  se puede crear con el icono .

Los divisores son especialmente relevantes en varios contextos. Por ejemplo, la estructura que devuelve la función [factorizar](#) es un [Divisor](#) que tiene por índices los divisores primeros del objeto factorizado (como por ejemplo un número entero o un polinomio) y por valores los exponentes de los divisores primeros citados.

Otro aspecto importante de los divisores es que se pueden sumar, y que esta suma está definida de manera que los valores de un mismo índice quedan sumados. Por ejemplo, la factorización de un producto es la suma de los divisores dados por la factorización de los factores.

Más información en [Divisor](#).

Ejemplos

$$R = [a \rightarrow 2, b \rightarrow 5] \rightarrow [a \rightarrow 2, b \rightarrow 5]$$

$$R(a) \rightarrow 2$$

$$R(c) \rightarrow 0$$

$$\text{factorizar}(240) \rightarrow 2^4 \cdot 3 \cdot 5$$

$$\text{factorizar}(x^3 + 4 \cdot x^2 - x - 4) \rightarrow (x - 1) \cdot (x + 1) \cdot (x + 4)$$

$$[a \rightarrow 2, b \rightarrow 5] + [2 \rightarrow 4, a \rightarrow 1, b \rightarrow -5, c \rightarrow 2] \rightarrow [2 \rightarrow 4, a \rightarrow 3, c \rightarrow 2]$$

$$[a \rightarrow 2, b \rightarrow 5] - [c \rightarrow 3, a \rightarrow 2] \rightarrow [b \rightarrow 5, c \rightarrow -3]$$

$$[a \rightarrow 2, b \rightarrow 5] \mid [c \rightarrow 3, a \rightarrow 2] \rightarrow [a \rightarrow 4, b \rightarrow 5, c \rightarrow 3]$$

**relaciones:** Desde el punto de vista sintáctico, la relación es una lista de objetos del tipo  $x \rightarrow y$ . Decimos que  $x$  es un índice,  $y$  su valor asociado y  $x \rightarrow y$  un par de la relación. El aspecto más importante de las relaciones es que nos permite recuperar el valor (o secuencia de valores) asociado a un índice; esto se hace aplicando el objeto a la relación. Si un objeto no tiene índice asociado en una relación, el resultado de aplicarlo a la relación es **nulo**.

El símbolo  $\rightarrow$  se puede crear con el icono .

Más información en [Relación](#).

Ejemplos

$$R = \{a \rightarrow 2, b \rightarrow 5\} \rightarrow \{a \rightarrow 2, b \rightarrow 5\}$$

$$R(a) \rightarrow 2$$

$$R(c) \rightarrow \text{nulo}$$

$$\{a \rightarrow 2, b \rightarrow 5\} \mid \{c \rightarrow 3, a \rightarrow 3\} \rightarrow \{a \rightarrow (2, 3), b \rightarrow 5, c \rightarrow 3\}$$

$$\{a \rightarrow 2, b \rightarrow 5\} \& \{c \rightarrow 3, a \rightarrow 3\} \rightarrow \{a \rightarrow 3, b \rightarrow 5, c \rightarrow 3\}$$

## Aritmética

Todas las operaciones aritméticas se expresan en wiris con los símbolos habituales. Estos símbolos se pueden aplicar a los diversos tipos de objetos matemáticos con los que puede trabajar wiris, desde números enteros hasta matrices.

>>rápido			
Símbolos	suma	resta	producto
	fracción	potencia	factorial
Paréntesis			
Divisibilidad	cociente y residuo	cociente	resto
	factorizar	máximo común divisor	mínimo común múltiplo
	primo?		

### Símbolos

Las operaciones aritméticas en wiris se representan mediante un símbolo asociado a una tecla, excepto la división entera, que puede introducirse un comando o con un icono.

Algunas operaciones, como puede ser la fracción, se pueden representar con notación matemática usando los iconos adecuados. Así, por ejemplo, el icono permite elevar a una potencia y representarla en pantalla como un superíndice.

Finalmente, para agilizar la escritura de fórmulas complejas algunos iconos tienen asociada una combinación de teclas que permite invocarlos sin necesidad del ratón. Siguiendo el ejemplo anterior, podemos también introducir un exponente mediante la combinación de teclas `ctrl + Flecha arriba`.

A continuación tenemos un cuadro que relaciona las operaciones aritméticas con símbolos y, según el caso, con un icono o combinación de teclas. Además, veremos un ejemplo de cada operación.


Operación	Símbolo	Icono	Teclado
suma:	+		
resta:	-		
producto:	* o ·		
fracción:	/		<code>ctrl + /</code>
potencia:	^		<code>ctrl + Flecha arriba</code> o <code>ctrl + Shift + ^</code>
factorial:	!		


El símbolo \* siempre aparece como un · de acuerdo con las convenciones tipográficas.

**Ejemplos**

$2+4$	$\rightarrow$	6
$1-3$	$\rightarrow$	-2
$3\cdot 5$	$\rightarrow$	15
$25/10.0$	$\rightarrow$	2.5
$\frac{25}{-2}$	$\rightarrow$	$-\frac{25}{2}$
$3^2$	$\rightarrow$	9
$(x+y)^2$	$\rightarrow$	$x^2+2\cdot x\cdot y+y^2$
$5!$	$\rightarrow$	120

## Paréntesis

Los paréntesis, que podemos crear con las teclas ( y ) o con el icono , actúan de la forma habitual en matemáticas. Permiten agrupar términos para, después, realizar operaciones con ellos. Si no hay paréntesis, la calculadora operará siguiendo la jerarquía de las operaciones: hará primero las multiplicaciones y divisiones y, después, las sumas y restas. Para mayor seguridad, se recomienda usar siempre paréntesis en caso de duda sobre la operación que queremos calcular.

Si creamos los paréntesis con el icono , éstos serán de tamaño variable según su contenido. Las combinaciones de teclas  $ctrl + ($  y  $ctrl + )$  también crean paréntesis de tamaño variable. Si introducimos los paréntesis escribiendo simplemente ( y ), no obtenemos paréntesis de tamaño variable; nótese que la funcionalidad de ambos tipos es exactamente la misma. Los ejemplos que siguen se han creado usando paréntesis de tamaño variable.

Veamos un ejemplo:  $((2-3/5)\cdot 5)^3$ ; primeramente, se calcula  $2-3/5$ ; luego se multiplica el resultado por 5 y finalmente se eleva todo ello a 3.

**Ejemplos**

$((2-\frac{3}{5})\cdot 5)^3$	$\rightarrow$	343
$2-\frac{3}{5}\cdot 5^3$	$\rightarrow$	-73

Las dos expresiones  $2/4+3\cdot 2$  y  $(2/4)+(3\cdot 2)$  son equivalentes. Veamos pues cómo usar los iconos de wiris para construir expresiones matemáticas evitando ambigüedades y, por lo tanto, sin la necesidad de usar paréntesis.

**Ejemplos**

$2/4+2\cdot 3$	$\rightarrow$	$\frac{13}{2}$
$(2/4)+(2\cdot 3)$	$\rightarrow$	$\frac{13}{2}$
$\frac{2}{4}+3\cdot 2$	$\rightarrow$	$\frac{13}{2}$

También usamos paréntesis para indicar los argumentos de las funciones, si bien en algunas ocasiones podemos prescindir de ellos. En el caso de funciones con varios argumentos, éstos estarán separados por comas.

**Ejemplos**

$\text{sen}(0)$	$\rightarrow$	0
$\text{máximo}(-2,13,0)$	$\rightarrow$	13
$\text{mcd}(6,15)$	$\rightarrow$	3

**Divisibilidad**



A continuación, exponemos algunas de las operaciones y funciones más importantes de la aritmética. Si no se indica lo contrario, se pueden aplicar indistintamente a números enteros y polinomios.

**cociente y residuo:** Icono , comando `cociente_y_residuo` o `coc_res`

Calcula el cociente y el residuo de la división entera del primer argumento por el segundo.

**Ejemplos**

$$\begin{array}{l}
 17 \overline{)6} \rightarrow 17 \overline{)6} \\
 \phantom{17} \underline{5} \phantom{0} \\
 \phantom{17} 1 \phantom{0} \\
 \phantom{17} \phantom{1} \underline{2} \\
 \phantom{17} \phantom{1} \phantom{2} 0
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 30 \overline{)3} \rightarrow 30 \overline{)3} \\
 \phantom{30} \underline{10} \\
 \phantom{30} 20 \\
 \phantom{30} \phantom{20} \underline{10} \\
 \phantom{30} \phantom{20} \phantom{10} 0
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 x^2+1 \overline{)x-2} \rightarrow x^2+1 \overline{)x-2} \\
 \phantom{x^2+1} \underline{5x+2} \\
 \phantom{x^2+1} \phantom{5x+2} 5x+2 \\
 \phantom{x^2+1} \phantom{5x+2} \phantom{5x+2} \underline{5x+2} \\
 \phantom{x^2+1} \phantom{5x+2} \phantom{5x+2} \phantom{5x+2} 0
 \end{array}$$

`cociente_y_residuo(17,6) → {2,5}`

**cociente:** comando `coc` o `cociente`

Calcula el cociente de la división (entera) del primer argumento por el segundo.

**Ejemplos**

$$\begin{array}{l}
 \text{coc}(37,5) \rightarrow 7 \\
 \text{coc}(-37,5) \rightarrow -7 \\
 \text{coc}(80,10) \rightarrow 8 \\
 \text{coc}(x^2-1,x-1) \rightarrow x+1 \\
 \text{coc}(x^5-7,x-3) \rightarrow x^4+3 \cdot x^3+9 \cdot x^2+27 \cdot x+81 \\
 \text{coc}(x^4-x-1,x^7) \rightarrow 0
 \end{array}$$

**resto:** comando `res` o `resto`

Calcula el residuo de la división (entera) del primer argumento por el segundo.

**Ejemplos**

$$\begin{array}{l}
 \text{resto}(37,5) \rightarrow 2 \\
 \text{resto}(-37,5) \rightarrow -2 \\
 \text{resto}(80,10) \rightarrow 0 \\
 \text{res}(x^2-1,x-1) \rightarrow 0 \\
 \text{res}(x^5-7,x-3) \rightarrow 236 \\
 \text{res}(x^4-x-1,x^7) \rightarrow x^4-x-1
 \end{array}$$

**factorizar:** comando `factorizar`

Devuelve la descomposición de un número entero como producto de números primos. También factoriza polinomios con coeficientes reales.

**Ejemplos**

- `factorizar(12)` →  $2^2 \cdot 3$
- `factorizar(221)` →  $13 \cdot 17$
- `factorizar( $x^4 - 4 \cdot x^3 + 4 \cdot x^2 - 4 \cdot x + 3$ )` →  $(x-3) \cdot (x-1) \cdot (x^2+1)$

**máximo común divisor:** comando `mcd` o `máximo_común_divisor`

Calcula el máximo común divisor de dos o más números enteros o polinomios.

**Ejemplos**

- `mcd(12,15)` → 3
- `mcd(132,654,42)` → 6
- `mcd( $x^4 - 4 \cdot x^3 + 4 \cdot x^2 - 4 \cdot x + 3, (x-3) \cdot (x-7)$ )` →  $x-3$

**mínimo común múltiplo:** comando `mcm` o `mínimo_común_múltiplo`

Calcula el mínimo común múltiplo de dos o más números enteros o polinomios.

**Ejemplos**

- `mcm(14,20)` → 140
- `mcm(2,5,3,4,-1)` → 60
- `mcm( $x^2-1, x^3-x^2+x-1$ )` →  $x^4-1$

**primo?:** comando `primo?`

Dado un número entero, responde `cierto` si éste es un número primo y `falso` si no lo es. Esta función no actúa sobre polinomios.

**Ejemplos**

- `primo?(3)` → `cierto`
- `primo?(8)` → `falso`
- `primo?(43051)` → `cierto`

## Álgebra lineal

Los elementos fundamentales de trabajo en álgebra lineal son los [vectores](#) y [matrices](#), tratados en el capítulo [Objetos matemáticos](#). En este capítulo se tratan las operaciones que podemos realizar con vectores y matrices, además de otras funciones que los reciben como argumentos.

>>rápido			
Operaciones	suma	resta	producto
	producto por escalares	producto escalar	producto vectorial
	inverso	potencia	
Funciones	longitud	dimensiones	transponer
	independencia lineal	rango	determinante
	menor		

### Operaciones

Las operaciones aritméticas con vectores y matrices (suma, resta y producto) se realizan con los [símbolos](#) habituales de wiris.

**suma:** comando +

Suma de vectores o matrices. Los operandos deben ser del mismo tipo y tener las mismas dimensiones.

**Ejemplos**

$$\begin{cases} [1, 2, 3] + [2, a, -4] \rightarrow [3, a+2, -1] \\ \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \text{sen}(x) & -x \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \text{sen}(x)+1 & -x \\ 0 & 3 \end{pmatrix} \end{cases}$$

**resta:** comando -

Resta de vectores o matrices.

Los operandos deben ser del mismo tipo y tener las mismas dimensiones.

**Ejemplos**

$$\begin{cases} [1, 2, 3] - [2, a, -4] \rightarrow [-1, -a+2, 7] \\ \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} \text{sen}(x) & -x \\ 0 & 2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} -\text{sen}(x)+1 & x \\ 0 & -1 \end{pmatrix} \end{cases}$$

**producto:** comando \* o ·

Producto de matrices o producto (escalar) de vectores.

El número de columnas del primer operando debe de ser igual al número de filas del segundo. En wiris, todos los vectores son vectores fila, pero esto no es restrictivo, ya que si queremos multiplicar una matriz por un vector fila, se considera el vector como un vector columna, siempre que esto permita realizar la multiplicación.



El símbolo \* siempre aparece como un · de acuerdo con las convenciones tipográficas.

Ejemplos

$$\left[ \begin{array}{l} [1,2] \cdot \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -5 & 6 \end{pmatrix} \rightarrow [-7,16] \\ \begin{pmatrix} a & b & 3 \\ c & 5 & d \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} a & b \\ c & 5 \end{pmatrix} \end{array} \right.$$


producto por escalares: comando \* o ·

Producto de un vector o matriz por un escalar.

El símbolo \* siempre aparece como un · de acuerdo con las convenciones tipográficas.

Ejemplos

$$\left[ \begin{array}{l} 5 \cdot [5, a, 3] \rightarrow [25, 5 \cdot a, 15] \\ \frac{1}{2} \cdot [-6, 5, x, \text{sen}(x)] \rightarrow \left[ -3, \frac{5}{2}, \frac{1}{2} \cdot x, \frac{\text{sen}(x)}{2} \right] \\ a \cdot \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} a & 0 \\ 0 & a \end{pmatrix} \\ \frac{1}{2} \cdot \begin{pmatrix} 4 & 3 & 2 \\ -6 & 2 & 5 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & \frac{3}{2} & 1 \\ -3 & 1 & \frac{5}{2} \end{pmatrix} \end{array} \right.$$


producto escalar: Icono , comando \* o ·

Producto escalar de dos vectores de la misma longitud.

El símbolo \* siempre aparece como un · de acuerdo con las convenciones tipográficas.

Ejemplos

$$\left[ \begin{array}{l} \langle [a,b,c,d], [x,y,z,v] \rangle \rightarrow a \cdot x + b \cdot y + c \cdot z + d \cdot v \\ [1,2,-1] \cdot [5,3,2] \rightarrow 9 \\ [1,x,7] \cdot [y,-5,7] \rightarrow -5 \cdot x + y + 49 \end{array} \right.$$

producto vectorial: Icono , comando `producto_vectorial`

Producto vectorial de dos vectores.

El producto vectorial está definido sólo para vectores de longitud 3.

Ejemplos

$$\left[ \begin{array}{l} [1,0,0] \times [0,1,0] \rightarrow [0,0,1] \\ [1,0,a] \times [b,0,0] \rightarrow [0,a \cdot b,0] \\ \text{producto\_vectorial}([1,2,-1],[4,0,1]) \rightarrow [2,-5,-8] \end{array} \right.$$

inverso: Icono , comando `inverso`

Matriz inversa.


Si la matriz es invertible, se obtiene su matriz inversa. Si la matriz no es invertible, se obtiene un error.

**Ejemplos**

$$\begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 1 & 5 & 6 \\ 1 & 8 & 9 \end{pmatrix}^{-1} \rightarrow \begin{pmatrix} -\frac{1}{4} & \frac{7}{2} & -\frac{9}{4} \\ -\frac{1}{4} & \frac{1}{2} & -\frac{1}{4} \\ \frac{1}{4} & -\frac{5}{6} & \frac{7}{12} \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & x \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & x \end{pmatrix}^{-1} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{inverso} \left( \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ 5 & -7 \end{pmatrix} \right) \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{7}{41} & \frac{4}{41} \\ \frac{5}{41} & -\frac{3}{41} \end{pmatrix}$$

potencia: Icono , comando `^`

Se puede elevar una matriz cuadrada a un número entero. Si el exponente es un número negativo y la matriz es invertible, se eleva la matriz inversa al valor absoluto del exponente. Si la matriz no es invertible, se obtiene un error.

**Ejemplos**

$$\begin{pmatrix} 1 & 3 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}^6 \rightarrow \begin{pmatrix} 2080 & 2016 \\ 2016 & 2080 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) & \text{sen}\left(\frac{\pi}{3}\right) & 0 \\ \text{sen}\left(\frac{\pi}{3}\right) & \cos\left(\frac{\pi}{3}\right) & 0 \\ 0 & 0 & -2 \end{pmatrix}^3 \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{5}{4} & \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{4} & 0 \\ \frac{3 \cdot \sqrt{3}}{4} & \frac{5}{4} & 0 \\ 0 & 0 & -8 \end{pmatrix}$$

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 0 \\ 0 & 3 \end{pmatrix}$$

$$A^3 \rightarrow \begin{pmatrix} 8 & 0 \\ 0 & 27 \end{pmatrix}$$

**Funciones** 

**longitud:** comando `longitud`

Si se aplica a un vector, se obtiene el número de componentes; si se aplica a una matriz, se obtiene el número de filas.

**Ejemplos**


$$\begin{cases} \text{longitud}([1,2,a,x]) \rightarrow 4 \\ \text{longitud}\left(\begin{pmatrix} 1 & -7 & x & 3 \\ 2 & \sqrt{2} & y & 3\cdot a \end{pmatrix}\right) \rightarrow 2 \end{cases}$$

**dimensiones:** comando `dimensiones`

wiris devuelve la secuencia formada por el número de filas y el número de columnas de un matriz, respectivamente.

**Ejemplos**

$$\begin{cases} \text{dimensiones}\left(\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & a & -4 \end{pmatrix}\right) \rightarrow 2,3 \\ \text{dimensiones}\left(\begin{pmatrix} 1 & \sqrt{2} \\ -2 & x\cdot y \end{pmatrix}\right) \rightarrow 2,2 \end{cases}$$

**transponer:** Icono , comando `transponer` o `'`

wiris devuelve la matriz transpuesta de la original.

**Ejemplos**

$$\begin{cases} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}^T, \begin{pmatrix} 1 & 2 & 4 \\ x & x^2 & x^4 \end{pmatrix}^T, [1,2,3,4]^T \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 4 & 7 \\ 2 & 5 & 8 \\ 3 & 6 & 9 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & x \\ 2 & x^2 \\ 4 & x^4 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \end{pmatrix} \\ \text{transponer}\left(\begin{pmatrix} 3 & 1 \\ a & 2 \end{pmatrix}\right), \begin{pmatrix} 3 & a \\ 1 & 2 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 3 & a \\ 1 & 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 3 & 1 \\ a & 2 \end{pmatrix} \end{cases}$$

**independencia lineal:** comando `linealmente_independientes?`

Dados dos a más vectores de la misma longitud, se obtiene `cierto` si son linealmente independientes y `falso` si no lo son.

**Ejemplos**

$$\begin{cases} \text{linealmente\_independientes?}([1,2,3],[2,4,6]) \rightarrow \text{falso} \\ u=[2,0,0] \rightarrow [2,0,0] \\ v=[-1,1,0] \rightarrow [-1,1,0] \\ w=[2,4,3] \rightarrow [2,4,3] \\ \text{linealmente\_independientes?}(u,v,w) \rightarrow \text{cierto} \end{cases}$$



rango: comando `rango`

Calcula el rango de una matriz.

**Ejemplos**

$$\text{rango} \left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 4 & 6 \end{pmatrix} \right) \rightarrow 1$$

$$\text{rango} \left( \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 2 & 4 & 3 \end{pmatrix} \right) \rightarrow 3$$

determinante: Icono  o , comando `determinante`

Dada una matriz cuadrada, calcula su determinante.

**Ejemplos**

$$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 4 & 6 \\ 3 & -5 & 2 \end{vmatrix} \rightarrow 0$$

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & a & b \\ 0 & c & d \end{vmatrix} \rightarrow a \cdot d - b \cdot c$$

$$\text{determinante} \left( \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 2 & 4 & 3 \end{pmatrix} \right) \rightarrow 6$$

menor: comando `menor`

Dada una matriz cuadrada  $A$  y dos enteros  $i$  y  $j$ , calcula el menor correspondiente a la posición  $A_{ij}$  de la matriz. Este menor es el determinante de la matriz resultante de eliminar de  $A$  la fila  $i$  y la columna  $j$ .

**Ejemplos**

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 2 & 4 & 3 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ -1 & 1 & 0 \\ 2 & 4 & 3 \end{pmatrix}$$

$$\text{menor}(A, 1, 2) \rightarrow -3$$

$$\text{menor}(A, 3, 1) \rightarrow 0$$

## Ecuaciones y sistemas

wiris incorpora las técnicas más adelantadas para resolver ecuaciones y sistemas de ecuaciones lineales y no lineales. También incluye usar algunos métodos de cálculo numérico para encontrar soluciones aproximadas de ecuaciones y sistemas. Además, wiris puede resolver inecuaciones y ecuaciones diferenciales ordinarias.

>>rápido	
Resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones	<a href="#">Ecuación</a>
	<a href="#">Sistema de ecuaciones</a>
Sistemas lineales en forma matricial	
Métodos numéricos	
Uso de las soluciones	
Ecuaciones diferenciales ordinarias	
Resolución de ecuaciones y de sistemas de inecuaciones	

### Resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones

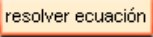
`resolver` es el comando que permite resolver ecuaciones y sistemas de ecuaciones. En la sección [Objetos matemáticos](#) vemos cómo construir ecuaciones.

wiris primero intenta encontrar todas las soluciones de la ecuación o del sistema de ecuaciones mediante procedimientos exactos. Si la resolución exacta no tiene éxito, siempre se puede intentar usar la resolución numérica con el comando `resolver_numéricamente`.

wiris devuelve las soluciones encontradas en una lista. Si no se encuentra ninguna solución, ni mediante métodos exactos ni usando procedimientos numéricos, wiris devuelve una lista vacía.

### Ecuación

Para resolver una [ecuación](#), debemos escribirla como primer argumento del comando `resolver`, seguida de la variable que queremos aislar. Si no especificamos esta variable, wiris interpreta que queremos usar todas las variables que aparecen

en la ecuación y aísla una de ellas en función del resto. Podemos usar el icono  para ayudarnos en esta construcción.

<b>Ejemplos</b>	<code>resolver(x<sup>2</sup>+5·x+6=0)</code> → $\{\{x=-3\}, \{x=-2\}\}$
	<code>resolver(x<sup>2</sup>+a·x+6=0, x)</code> → $\left\{ \left[ x = \frac{\sqrt{a^2-24}}{2} - \frac{a}{2} \right], \left[ x = -\frac{\sqrt{a^2-24}}{2} - \frac{a}{2} \right] \right\}$
	<code>resolver(x<sup>2</sup>+a·x+6=0, a)</code> → $\left[ \left[ a = \frac{-x^2-6}{x} \right] \right]$

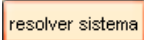
Tanto si especificamos la variable que queremos aislar como si no, podemos añadir el argumento  $\mathbb{C}$  en la última posición para buscar soluciones en el cuerpo de los números complejos. En este caso, las ecuaciones y sistemas de ecuaciones tienen que ser polinómicas.

**Ejemplos**

```

resolver(x^2=-1,C) → {{x=-i},{x=i}}
resolver(x^2-(i+1)·x+i,C) → {{x=1},{x=i}}
resolver({x^2+y^2+5=0},C)
           {x+y=1}
→ {{x=1/2+sqrt(11)·i/2,y=1/2-sqrt(11)·i/2},{x=1/2-sqrt(11)·i/2,y=1/2+sqrt(11)·i/2}}
    
```

## Sistema de ecuaciones

Un sistema de ecuaciones es una lista de ecuaciones. El modo más sencillo de construir un sistema de ecuaciones es usando *listas verticales*, que podemos crear con el icono .

De modo análogo a la resolución de ecuaciones, si no especificamos qué variables queremos aislar, wiris considera todas las variables del sistema y devuelve, si es necesario, una solución paramétrica. Si queremos especificar qué variables queremos aislar, podemos introducirlas como segundo argumento del comando `resolver` dentro de una lista.

**Ejemplos**

```

resolver({x+3=5}, {x-1=1}) → {{x=2}}
resolver({x+y=5}, {x-y=1}) → {{x=3,y=2}}
resolver({x-y=-5}, {2·x-2·y=-10}) → {{x=y-5,y=y}}
resolver({x-y=-5}, {2·x-2·y=-10}, {y}) → {{y=x+5}}
resolver({x-y=-5}, {2·x-2·y=-10}, {x}) → {{x=y-5}}
resolver({x+1=5}, {x-1=1}) → {}
resolver({x^2+1=y}, {y=x+1}) → {{x=0,y=1},{x=1,y=2}}
resolver({x^2+y^2=7}, {x^2-y=1}) → {{x=-sqrt(3),y=2},{x=sqrt(3),y=2}}
resolver({x^2+sen(y)=5}, {y^2+y=0})
→ {{x=-sqrt(5),y=0},{x=sqrt(5),y=0},{x=-2.4169,y=-1},{x=2.4169,y=-1}}
    
```

## Sistemas lineales en forma matricial

Dado un sistema lineal en forma matricial  $A \cdot x^T = b^T$ , donde  $A$  es la matriz del sistema,  $x$  el vector de las incógnitas y  $b$  el vector de términos independientes, podemos resolver el sistema invocando el comando `resolver(A,b)`. Los elementos de la matriz  $A$  y el vector  $b$  pueden ser expresiones matemáticas cualesquiera.

El resultado de este comando cambia según el tipo de sistema:

- Si el sistema es compatible determinado, el resultado es el vector solución.

- Si es compatible indeterminado, wiris devuelve una lista formada por una matriz y una solución particular. La matriz tiene la propiedad que sus columnas forman una base del espacio vectorial de soluciones del sistema homogéneo  $A \cdot x^T = 0$ .
- Si el sistema es incompatible, wiris devuelve `nulo`.

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} &\text{resolver}\left(\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}, [1, 2]\right) \rightarrow \left[0, \frac{1}{2}\right] \\ &\text{resolver}\left(\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}, [1, 2]\right) \rightarrow \left\{\begin{pmatrix} -2 \\ 1 \end{pmatrix}, [1, 0]\right\} \\ &\text{resolver}\left(\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}, [1, 3]\right) \rightarrow \text{nulo} \\ &A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ a & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ a & 1 \end{pmatrix} \\ &b = [-1, 2] \rightarrow [-1, 2] \\ &x = \text{resolver}(A, b) \rightarrow [-1, a+2] \\ &A \cdot x = b ? \rightarrow \text{cierto} \end{aligned}$$

## Métodos numéricos

wiris incorpora diversos métodos numéricos para la resolución de ecuaciones. En cada caso selecciona el más apropiado e intenta encontrar una solución a partir de un punto o un intervalo inicial.

El comando para resolver ecuaciones con estos métodos es `resolver_numéricamente`. wiris decide qué método es el más apropiado en cada caso, con lo que el usuario no debe preocuparse por saber qué métodos existen y qué ventajas tiene cada uno. Debemos observar que el hecho de buscar una única solución de la ecuación hace que los resultados obtenidos sean de una naturaleza distinta a los obtenidos con el comando `resolver`.

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} &\text{resolver\_numéricamente}(x = \text{sen}(x)) \rightarrow \{x=0.\} \\ &\text{resolver}(x = \text{sen}(x)) \rightarrow \{\} \\ &\text{eq} = x^2 - x - 1 = 0 \rightarrow x^2 - x - 1 = 0 \\ &\text{resolver}(\text{eq}) \rightarrow \left\{\left\{x = \frac{\sqrt{5}}{2} + \frac{1}{2}\right\}, \left\{x = -\frac{\sqrt{5}}{2} + \frac{1}{2}\right\}\right\} \\ &\text{resolver\_numéricamente}(\text{eq}) \rightarrow \{x=-0.61803\} \end{aligned}$$

El comando `resolver_numéricamente` también puede aplicarse a un sistema de ecuaciones, recordando, eso sí, que se obtiene una sola solución del sistema.

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} &\text{resolver\_numéricamente}\left(\begin{pmatrix} y = \text{sen}(x) \\ x^2 + y^2 = 1 \end{pmatrix}\right) \rightarrow \{x=0.73909, y=0.67361\} \\ &\text{resolver}\left(\begin{pmatrix} y = \text{sen}(x) \\ x^2 + y^2 = 1 \end{pmatrix}\right) \rightarrow \{\} \end{aligned}$$

## Uso de las soluciones

La solución de una ecuación o sistema de ecuaciones es una lista de listas. La lista más exterior es necesaria cuando la ecuación tiene más de una solución. La lista interior está formada por parejas  $x=a$  donde  $x$  es una variable de la ecuación o sistema y  $a$  su valor para aquella solución.

Para trabajar con las soluciones, podemos obtener los valores de estas soluciones de diferentes maneras:

- Usando las propiedades de una lista de parejas  $x=a$ .

Ejemplos

$$p(x) = x^2 + 5 \cdot x + 6 \rightarrow x \mapsto x^2 + 5 \cdot x + 6$$

$$S = \text{resolver}(p(x)=0) \rightarrow \{\{x=-3\}, \{x=-2\}\}$$

$$S_2 \rightarrow \{x=-2\}$$

$$S_2(x) \rightarrow -2$$

$$p(S_1(x)), p(S_2(x)) \rightarrow 0,0$$
  

$$S = \text{resolver}\left(\begin{cases} x^2 + 1 = y \\ y = x + 1 \end{cases}\right) \rightarrow \{\{x=0, y=1\}, \{x=1, y=2\}\}$$

**Valores solución de x**

$$S_1(x), S_2(x) \rightarrow 0,1$$

**Valores solución de y**

$$S_1(y), S_2(y) \rightarrow 1,2$$

- Vía la [extracción de elementos](#) de una lista.

Ejemplos

$$p(x) = x^2 + 5 \cdot x + 6 \rightarrow x \mapsto x^2 + 5 \cdot x + 6$$

$$X = \text{resolver}(p(x)=0) \rightarrow \{\{x=-3\}, \{x=-2\}\}$$

$$X_2 \rightarrow \{x=-2\}$$

$$X_{2,1} \rightarrow x=-2$$

$$X_{2,1,2} \rightarrow -2$$

$$p(X_{1,1,2}), p(X_{2,1,2}) \rightarrow 0,0$$
  

$$S = \text{resolver}\left(\begin{cases} x^2 + 1 = y \\ y = x + 1 \end{cases}\right) \rightarrow \{\{x=0, y=1\}, \{x=1, y=2\}\}$$

**Valores solución de x**

$$S_{1,1,2}, S_{2,1,2} \rightarrow 0,1$$

**Valores solución de y**

$$S_{1,2,2}, S_{2,2,2} \rightarrow 1,2$$

## Ecuaciones diferenciales ordinarias ▲

wiris incorpora un método para la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias. Observamos que cuando escribimos la función derivada podemos usar el icono . Debemos indicar cual es la variable independiente de la que depende la función o variable dependiente, escribiéndola entre paréntesis a continuación de la función:  $y'(x)$ ,  $y(x)$ .

Ejemplos

$$\text{resolver}(x^2 \cdot y'(x) + x \cdot y(x) = 0) \rightarrow \left\{ \left\{ y(x) = \frac{c}{x} \right\} \right\}$$

$$\text{resolver}(y''(x) + y'(x) + 3 = 0) \rightarrow \{\{y(x) = c1 \cdot e^{-x} + (c2 - 3 \cdot x) + 3\}\}$$

$$s = \text{resolver}(x^2 - y(x) + (y(x)^2 - x) \cdot y'(x), y(0) = 2) \rightarrow \{\{y(x)^3 - 3 \cdot x \cdot y(x) + (x^3 - 8) = 0\}\}$$

$$\text{dibujar}(s_{1,1}) \rightarrow \text{tablero1}$$



## Resolución de ecuaciones y de sistemas de inecuaciones

wiris también es capaz de resolver inecuaciones y sistema de inecuaciones de una sola variable mediante métodos exactos y mediante procedimientos numéricos aproximados.

Similarmente a los casos anteriores, podemos llamar al comando `resolver_inecuación` sin especificar el nombre de la variable que queremos aislar, o bien especificándolo como segundo parámetro, después de la ecuación o sistema.

Ejemplos

```
resolver_inecuación(x³>5) → x>∛5
resolver_inecuación(x²<5,x) → x>-√5&x<√5
resolver_inecuación(x²>5) → x>√5|x<-√5
resolver_inecuación(x²<-5,x) → falso
resolver_inecuación(x²>-5) → cierto
resolver_inecuación(x⁵-x³+x>5) → x>1.4611
```

Notemos que si la inecuación o sistema no tiene solución, o bien es cierto para todo valor de la variable, wiris devuelve `falso` o `cierto`, respectivamente. Esta peculiaridad se debe al uso de las inecuaciones como formas habituales de control de flujo en los lenguajes de programación (y en wiris en particular). Para profundizar en este tema, podemos consultar la sección [WIRIS ++](#).


## Análisis

El análisis es el área de las matemáticas que se ocupa del estudio de las funciones.

<b>&gt;&gt;rápido</b>		
<b>Derivación</b>		
<b>Integración</b>	<b>Cálculo de primitivas</b>	
	<b>Integración definida</b>	
<b>Cálculo de límites</b>	<b>Límite</b>	
	<b>Límite lateral</b>	
<b>Series de Taylor</b>		
<b>Series</b>		
<b>Ecuaciones diferenciales</b>	campos vectoriales	curvas integrales
		curva integral

### Derivación

Para derivar, podemos usar el icono , el comando `derivar` o bien el signo `'`, correspondiente al apóstrofe.

Al hacer clic en el icono , aparece la expresión habitual de la derivación respecto de una variable, conteniendo dos cajas vacías de color verde. En la caja superior escribiremos la expresión que queremos derivar y en la inferior la variable respecto a la cual derivamos.

El comando `derivar` recibe 2 argumentos, el primero corresponde a la expresión que queremos derivar y el segundo a la variable respecto a la cual queremos derivar. Si se trata de una función de una única variable, se puede omitir este segundo argumento.

<b>Ejemplos</b>	$\frac{dx^3+x^2+x+1}{dx} \rightarrow 3 \cdot x^2+2 \cdot x+1$
	$\frac{d\text{sen}(k \cdot x)}{dx} \rightarrow k \cdot \cos(k \cdot x)$
	$\frac{df(x)^2}{dx} \rightarrow 2 \cdot f(x) \cdot f'(x)$
	$\frac{dg(t)}{dy} \rightarrow 0$
	$\text{derivar}(x \cdot t + e^{\text{sen}(t)}, t) \rightarrow \cos(t) \cdot e^{\text{sen}(t)} + x$

Podemos utilizar el operador `'` detrás de la expresión que deseamos derivar, tal y como es habitual en matemáticas. Nótese que aquí no cabe expresar cuál es la variable respecto de la cual deseamos derivar, por lo que wiris detecta esta variable automáticamente. Si aplicamos este operador a una expresión con más de una variable, se obtiene un error.

<b>Ejemplos</b>	$f=x^3+x^2+x+1 \rightarrow x^3+x^2+x+1$
	$f' \rightarrow 3 \cdot x^2+2 \cdot x+1$
	$2' \rightarrow 0$
	$(x+y)'$

El operador ' también se puede usar para derivar funciones. De hecho, si  $f=f(t)$  es una función de una variable,  $f'$  es la función derivada (de  $f$  respecto de  $t$ ). Por tanto, la derivada de  $f$  en un punto  $a$  es el valor de  $f'(a)$ , como corresponde a las notaciones habituales del análisis. Veamos unos ejemplos.

Ejemplos	$f(x) := x^2 - x + 1 \rightarrow x \mapsto x^2 - x + 1$
	$f' \rightarrow x \mapsto 2 \cdot x - 1$
	$f'(3) \rightarrow 5$
	$\text{sen}' \rightarrow x \mapsto \cos(x)$
	$\ln' \rightarrow x \mapsto \frac{1}{x}$

## Integración

### Cálculo de primitivas

Para calcular la función primitiva de una función dada, usamos los iconos o , o bien el comando `integrar`.

Al hacer clic en el icono , aparece la expresión habitual de la función primitiva respecto de una variable, conteniendo dos cajas vacías de color verde. En la primera, debemos escribir la expresión que queremos integrar y en la segunda, la variable respecto a la cual deseamos integrar. Si llamamos  $f$  a la función que deseamos integrar,  $F$  al resultado de la integración y  $x$  a la variable respecto a la que integramos, decimos que  $F$  es una primitiva (o expresión primitiva) de  $f$  y se verifica que la derivada de  $F$  respecto de  $x$  es  $f$ .

Alternativamente podemos usar el comando `integrar` con dos argumentos que se corresponden el primero a la expresión y el segundo a la variable.

Ejemplos	$\int \frac{1}{x} dx \rightarrow \ln( x )$

Si no existen dudas sobre la variable respecto a la cual queremos integrar, también podemos calcular primitivas de funciones con el icono . Al hacer clic en el icono, aparece un símbolo con una caja vacía de color verde, donde escribimos la función que queremos integrar.

Si la expresión que queremos integrar no tiene variables, wiris integra respecto a una variable inventada; si tiene una única variable, integra respecto a ésta; y si tiene más de una, devuelve un error. El resultado es en todo caso una función o expresión primitiva del argumento.

Podemos usar el comando `integrar` con un único argumento de modo alternativo al icono ; todo lo descrito para el icono se aplica también al comando.

Ejemplos



$$\int \cos(x) \rightarrow \text{sen}(x)$$


$$f(x) := \frac{1}{x-1} \rightarrow x \mapsto \frac{1}{x-1}$$

$$\int f \rightarrow x \mapsto \ln(|x-1|)$$

$$\text{integrar}(\sqrt{y}) \rightarrow \frac{2 \cdot y \cdot \sqrt{y}}{3}$$

### Integración definida

Para calcular la integral definida entre dos valores, usaremos los iconos  o , o bien el comando `integrar`. wiris intenta calcular la primitiva de la función y aplicar la regla de Barrow, que requiere simplemente evaluar la primitiva obtenida en los valores especificados como límites de integración y realizar una resta; si esta primitiva no se encuentra, se calcula el valor de de la integral mediante métodos numéricos (y se emite además un mensaje de aviso).

Al hacer clic en el icono , aparece el símbolo estándar de la integral definida, conteniendo cuatro cajas vacías de color verde. Las que se encuentran en los extremos inferior y superior del símbolo de integral corresponden a los límites de integración inferior y superior, respectivamente. De las otras dos cajas, escribimos la expresión que queremos integrar en la primera y la variable respecto a la cual deseamos integrar en la segunda.

Alternativamente, podemos usar el comando `integrar` con cuatro argumentos, que se corresponden el primero a la expresión, el segundo a la variable y el tercero y cuarto a los extremos inferior y superior, respectivamente, entre los que deseamos integrar.


Ejemplos

$$\int_2^3 2 \cdot x \, dx \rightarrow 5$$

$$\int_0^3 \frac{1}{x} \, dx \rightarrow +\infty$$

$$\int_a^b \frac{df(x)}{dx} \, dx \rightarrow -\ln(|f(a)|) + \ln(|f(b)|)$$

$$\text{integrar}(\sqrt{y}, y, 2, 3) \rightarrow -\frac{4 \cdot \sqrt{2}}{3} + 2 \cdot \sqrt{3}$$

Si no existen dudas sobre la variable respecto a la cual queremos integrar también podemos calcular integrales definidas de funciones con el icono . Al hacer clic en el icono, aparece el símbolo estándar de la integral definida, conteniendo tres cajas vacías de color verde. Las que se encuentran en los extremos inferior y superior del símbolo integral se corresponden a los límites de integración inferior y superior, respectivamente. En la tercera caja, escribimos la función o expresión que queremos integrar. Si la expresión que queremos integrar no tiene variables, se integra respecto a una variable inventada; si tiene una única variable, se integra respecto a ésta; y si tiene más de una, se obtiene un error.

Alternativamente, podemos usar el comando `integrar` con tres argumentos, que se corresponden el primero a la función o expresión que deseamos integrar y el segundo y tercero a los extremos inferior y superior, respectivamente, entre los que queremos integrar.

Ejemplos

$\int_0^{\frac{\pi}{2}} \cos(x) \rightarrow 1$

$f(x) := \frac{1}{x-1} \rightarrow x \mapsto \frac{1}{x-1}$

$\int_{1-e}^0 f \rightarrow -1$

$\int_a^b 5 \cdot x^4 \rightarrow -a^5 + b^5$

## Cálculo de límites ▲

Para calcular límites de funciones, usamos los iconos , o , o bien el comando `límite`.

### Límite

Al hacer clic en el icono aparece el símbolo estándar de límite, conteniendo tres cajas vacías de color verde. En la caja superior, a la derecha de `lim`, debemos escribir la expresión de la cual queremos calcular el límite. En las cajas inferiores, escribimos la variable del límite en la primera y el valor al cual deseamos aproximarnos en la segunda. Si usamos el comando `límite` en lugar del icono, podemos escribir el límite de la función `f` cuando `x` tiende al valor `a` de las formas siguientes:

```
límite(f,x->a)
límite(f,x,a)
```

Notemos que el icono permite crear un símbolo equivalente a `->`.

El valor de `a` puede ser un número real o bien los valores más infinito (icono ), menos infinito (icono ) o infinito sin signo (icono ).

**Ejemplos**

$$\lim_{x \rightarrow 5} x^2 \rightarrow 25$$

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} (-x^3 - x^2 + 5) \rightarrow -\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow -\infty} \frac{2 \cdot x^5 + 1}{7 \cdot x^5 + 3 \cdot x - 45} \rightarrow \frac{2}{7}$$

$$\lim_{y \rightarrow -\infty} \frac{2 \cdot y + 1}{y^2 + 3 \cdot y} \rightarrow 0$$




$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x} \rightarrow \pm\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{x}{\text{sen}(x)} \rightarrow 1$$

$$\lim_{t \rightarrow -\infty} 0.9^t \rightarrow 0$$

$$\text{límite}(e^x, x \rightarrow -\infty) \rightarrow 0$$

### Límite lateral

Los iconos  y  permiten calcular los límites laterales por la derecha y la izquierda, respectivamente. Los parámetros de las cajas vacías son los mismos que para el icono .

Para los cálculos de límites laterales, también podemos usar el comando `límite`. Para calcular el límite de la función  $f$  cuando  $x$  tiende a  $a$  por la derecha (o por la izquierda), se puede usar indistintamente cualquiera de las dos expresiones siguientes:

$$\text{límite}(f, x \rightarrow a, 1) \text{ (por la izquierda, } \text{límite}(f, x \rightarrow a, -1) \text{)}$$

$$\text{límite}(f, x, a, 1) \text{ (por la izquierda, } \text{límite}(f, x, a, -1) \text{)}$$

**Ejemplos**

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x} \rightarrow +\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{1}{x} \rightarrow -\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x} \rightarrow \pm\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow 3^+} \frac{5}{x-2} \rightarrow 5$$

$$\lim_{x \rightarrow 3^-} \frac{5}{x-2} \rightarrow 5$$

$$\lim_{x \rightarrow 3} \frac{5}{x-2} \rightarrow 5$$

$$\text{límite}\left(\frac{-1}{(x-\pi)^3}, x \rightarrow \pi, 1\right) \rightarrow -\infty$$

$$\text{límite}\left(\frac{-1}{(x-\pi)^3}, x \rightarrow \pi, -1\right) \rightarrow +\infty$$

## Series de Taylor

wiris nos permite calcular el desarrollo en serie de Taylor de una función real en un punto.

Para calcular la serie de Taylor de una función en un punto, usamos el comando `serie_de_taylor` con tres argumentos, que se corresponden el primero a la función, el segundo a la variable y el tercero al valor en que deseamos encontrar la serie de Taylor (recordemos que la serie de Taylor nos permite aproximar una función cualquiera en un punto dado). Si deseamos visualizar una cantidad determinada de términos de la serie (que es infinita), podemos especificar esta cantidad en un cuarto argumento.

$$\text{serie\_de\_taylor}(f, x, a) = \sum_{k=0}^{+\infty} \frac{f^{(k)}(a)}{k!} (x-a)^k$$

Para obtener el polinomio de Taylor de un orden determinado de una función cualquiera, podemos utilizar el comando `taylor`, seguido de los cuatro argumentos que acabamos de describir. Debemos observar que el cuarto argumento es ahora imprescindible.

**Ejemplos**

```

taylor(cos(x), x, 0, 4) → 1/24 · x4 - 1/2 · x2 + 1
taylor(1/(x+1), x, 0, 3) → -x3 + x2 - x + 1
serie_de_taylor(cos(x), x, 0) → 1 - 1/2 · x2 + 1/24 · x4 - 1/720 · x6 + 1/40320 · x8 + ...
serie_de_taylor(1/(x+1), x, 0, 8) → 1 - x + x2 - x3 + x4 - x5 + x6 - x7 + ...
f(x)=sen(x) → x↦sen(x)
dibujar(f, {color=azul, anchura_linea=3}) → tablero1
s=serie_de_taylor(f(x), x, 0);
dibujar(términos(s, 2), {color=amarillo}) → tablero1
dibujar(términos(s, 3), {color=naranja}) → tablero1
dibujar(términos(s, 4), {color=rojo}) → tablero1

```

## Series

wiris permite determinar la convergencia de series, así como calcular la suma de las series convergentes.

Para escribir una serie, usamos la notación estándar en matemáticas, tal y como se muestra en los ejemplos que siguen. La respuesta que obtenemos es el valor de la suma de la serie si ésta es convergente (o si es divergente pero wiris sabe calcular el valor infinito correspondiente), y la propia serie en otro caso.

Para preguntar a wiris sobre la convergencia de una serie, utilizamos el comando `convergente?`, y escribimos como único argumento la propia serie.

**Ejemplos**

$$\sum_{k=1}^{+\infty} \frac{1}{2^k} \rightarrow 1$$

$$\sum_{k=1}^{+\infty} \frac{(-1)^k}{2k+1} \rightarrow \frac{\pi}{4} - 1$$

$$\sum_{k=1}^{+\infty} k \rightarrow +\infty$$

convergente?  $\left( \sum_{k=1}^{+\infty} \frac{1}{2^k} \right) \rightarrow$  cierto

convergente?  $\left( \sum_{k=1}^{+\infty} \frac{k}{k^2+1} \right) \rightarrow$  falso

**Ecuaciones diferenciales** ▲

Véase el comando [resolver](#) para encontrar las soluciones exactas de una ecuación diferencial.

**Ejemplos**

```
resolver(y'(x)=y(x)) → {{y(x)=c·ex}}
```

```
resolver(y''(x)=-y(x),y(0)=1,y'(0)=0) → {{y(x)=cos(x)}}
```

```
resolver(y''(x)=-y(x),y(0)=1,y(π/2)=1) → {{y(x)=sen(x)+cos(x)}}
```

**campos vectoriales:** comando [campo\\_vectorial](#)

Los campos vectoriales se pueden usar para estudiar las ecuaciones diferenciales ordinarias de primer grado en el plano. El comando [campo\\_vectorial](#) lo usaremos para dibujar dichos campos vectoriales.

**Ejemplos**

```
v=campo_vectorial({y,-x});
dibujar(v) → tablero1
```

```
v=campo_vectorial({y2/10-x,x},{divisiones_verticales=24,divisiones_horizontales=24});
dibujar(v) → tablero1
```



**curvas integrales:** comando `curvas_integrales`

Nos permitirá dibujar una muestra de curvas solución definidas por la ecuación diferencial asociada al campo vectorial.

Ejemplos

```
ic=curvas_integrales({y,-x});  
dibujar(ic) → tablero1  
ic=curvas_integrales({y,x^2},x,0..10);  
dibujar(ic) → tablero1  
ic=curvas_integrales({y,x^2},{numero_de_soluciones=20});  
dibujar(ic) → tablero1
```

**curva integral:** comando `curva_integral`

Calculará una solución particular de la ecuación diferencial.

Ejemplos

```
c=curva_integral({y,-x},{2,2});  
dibujar(c) → tablero1  
dibujar(punto(2,2)) → tablero1
```


## Funciones

Una de las capacidades más valiosas de wiris es que nos permite definir nuevas funciones, de manera que estas funciones tienen la misma consideración que las que wiris ya tiene incorporadas. Los argumentos de estas funciones pueden ser cualquier objeto matemático.

En este apartado aprendemos cómo se definen las funciones y cómo se usan. También estudiaremos varias funciones de variable real de uso fundamental en matemáticas y que wiris tiene incorporadas.

>>rápido			
Definición de funciones			
Funciones reales	raíz cuadrada	raíz	trigonómicas
	exponencial	logaritmo	valor absoluto
	signo	máximo	mínimo

### Definición de funciones

Para definir funciones, usamos el símbolo  $:=$ , creado con el teclado o con el icono . A la izquierda de este símbolo escribimos el nombre de la función seguido de la lista de argumentos de la función entre paréntesis, y a la derecha escribimos el cuerpo de la función, es decir, las operaciones que queremos realizar con los argumentos.

Una función puede tener tantos argumentos como queramos o incluso ninguno. En el cuerpo de la función, se pueden usar otras funciones ya definidas. Para aplicar la función a unos valores concretos, escribimos el nombre de la función seguido de los valores de los argumentos separados por comas y entre paréntesis (esta estructura se llama [Secuencia](#)).

Si intentamos aplicar una función que no está definida, no se realiza ningún cálculo.

Ejemplos	$f(x) := x^2 + 1 \rightarrow x \mapsto x^2 + 1$
	$f(2) \rightarrow 5$
	$f(3) \rightarrow 10$
	$f(y+1) \rightarrow y^2 + 2 \cdot y + 2$

La función  $f$  del ejemplo anterior tiene un único argumento, pero, tal y como ya hemos dicho, el número de argumentos puede ser cualquier número no negativo. Además, una misma función puede tener diferentes definiciones dependiendo del número de argumentos que reciba.

Ejemplos	$g(a) := a + 1 \rightarrow a \mapsto a + 1$
	$g(a,b) := \text{máximo}(a,b) \rightarrow (a,b) \mapsto \max(a,b)$
	$g(a,b,c) := \text{mínimo}(a,b,c) \rightarrow (a,b,c) \mapsto \min(a,b,c)$
	$g() := 2 \rightarrow \text{nulo} \mapsto 2$
	$g(3) \rightarrow 4$
	$g() \rightarrow 2$
	$g(3,-4) \rightarrow 3$
	$g(3,-4,1) \rightarrow -4$
$g(x,y,z,t) \rightarrow g(x,y,z,t)$	

Una función también puede tener más de una definición según el dominio de sus argumentos. Para especificar, en la definición de una función, el dominio de uno de sus argumentos, escribimos el argumento, seguido del carácter `:` y del nombre del dominio. También podemos definir una función para un objeto concreto. Los ejemplos siguientes ilustran todas estas posibilidades. Notemos que el comando `definición`, aplicado a una función, nos muestra las definiciones de esta función.

Ejemplos

$$f(a:\mathbb{Z}) := a+1 \rightarrow a:\mathbb{Z} \mapsto a+1$$

$$f(a:\mathbb{Q}) := \frac{1}{a} \rightarrow a:\mathbb{Q} \mapsto \frac{1}{a}$$

$$f(3) := 9 \rightarrow 3 \mapsto 9$$

$$f(a) := \{a, a, a\} \rightarrow a \mapsto \{a, a, a\}$$

$$\text{definición}(f) \rightarrow \left\{ 3 \mapsto 9, a:\mathbb{Z} \mapsto a+1, a:\mathbb{Q} \mapsto \frac{1}{a}, a \mapsto \{a, a, a\} \right\}$$
  

$$f(5) \rightarrow 6$$

$$f\left(\frac{1}{7}\right) \rightarrow 7$$

$$f(3) \rightarrow 9$$

$$f(x+1) \rightarrow \{x+1, x+1, x+1\}$$

Un comando útil para definir una función que se evaluará de una manera para determinados elementos de su dominio de aplicación y de otra manera en otro subconjunto del dominio es el comando `comprobar`. Debemos escribirlo entre los argumentos de la función y el símbolo `:=` en la forma `comprobar <condición>`, donde `<condición>` es una expresión booleana (es decir, una expresión que siempre podrá evaluarse como `cierto` o `falso`) construida a partir de los argumentos de la función. De esta manera, podemos con ellas definir funciones a trozos que, sin embargo, no se convierten en elementos analíticos (se pueden evaluar pero no calcular límites, derivarlas, ni integrarlas).

Ejemplos

$$\text{myabs}(x) \text{ comprobar } x \geq 0 := x \rightarrow x \text{ comprobar } x \geq 0 \mapsto x$$


$$\text{myabs}(x) \text{ comprobar } x \leq 0 := -x \rightarrow x \text{ comprobar } x \leq 0 \mapsto -x$$
  

$$\text{myabs}(5) \rightarrow 5$$

$$\text{myabs}(-12) \rightarrow 12$$

Los nombres que podemos dar a las funciones tienen la misma forma que los que podemos dar a las [variables](#).

Las funciones, como cualquier objeto en wiris, son entidades independientes del nombre que se les da. Por ejemplo, la función que, dado un número, lo eleva al cuadrado y le suma 1 puede ser considerada en sí misma, aun cuando a menudo nos convendrá darle un nombre para poder trabajar con comodidad. Una función a la cual no asignamos ningún

nombre, se llama una función anónima. Las funciones anónimas se definen con el icono , que es equivalente a `-->`, escribiendo sus argumentos, entre paréntesis, a la izquierda del símbolo `-->` y el cuerpo de la función a la derecha de este símbolo. Notemos que el comando `definición` devuelve, como se ha visto en ejemplos anteriores, una lista de funciones anónimas.

**Ejemplos**

- $x \mapsto x^2 + 1 \rightarrow x \mapsto x^2 + 1$
- $(x, y) \mapsto \text{sen}(x) + \text{cos}(y) \rightarrow (x, y) \mapsto \text{sen}(x) + \text{cos}(y)$
- $x : \mathbb{R} \mapsto e^x \rightarrow x : \mathbb{R} \mapsto e^x$
- $f = x \mapsto x^2 + 1 \rightarrow x \mapsto x^2 + 1$
- $f(6) \rightarrow 37$
- $f' \rightarrow x \mapsto 2 \cdot x$

Si hemos definido una función y queremos que vuelva a quedar libre, debemos aplicarle el comando `limpiar`.

## Funciones reales

Vamos a descubrir ahora algunas de las funciones reales predefinidas en wiris y que se corresponden con funciones matemáticas básicas.

**raíz cuadrada:** Icono , comando `raíz2` o `raíz_cuadrada`

Calcula una raíz cuadrada del argumento que recibe. Una forma alternativa de calcular la raíz cuadrada de un número es elevarlo a  $1/2$ . El comando `raíces2` o `raíces_cuadradas` calculan todas las raíces cuadradas de un número real.

**Ejemplos**

- $\sqrt{9} \rightarrow 3$
- $\sqrt{7} \rightarrow \sqrt{7}$
- $\sqrt{12} \rightarrow 2 \cdot \sqrt{3}$
- $\sqrt{\frac{12}{5}} \rightarrow \frac{2 \cdot \sqrt{15}}{5}$
- `raíz2(25) → 5`
- `raíces2(9) → {3, -3}`
- `raíces2(7) → {√7, -√7}`
- `raíces2(12) → {2·√3, -2·√3}`
- `raíces_cuadradas(25) → {5, -5}`

**raíz:** Icono , comando `raíz`

Calcula la raíz  $n$ -ésima de  $x$ , donde  $x$  es el primer argumento (el de la caja principal si hemos utilizado el icono) y  $n$  el segundo (el de la caja superior). Como en el caso anterior, el cálculo de la raíz  $n$ -ésima es equivalente a elevar  $x$  a  $1/n$ . El comando `raíces` calcula todas las raíces complejas (o reales) de un número real.

Ejemplos

$$\sqrt[3]{125} \rightarrow 5$$

$$\sqrt[4]{7} \rightarrow \sqrt[4]{7}$$

$$\sqrt[3]{-8} \rightarrow -2$$

$$\sqrt[3]{16} \rightarrow 2 \cdot \sqrt[3]{2}$$

$$\text{raiz}(1,3) \rightarrow 1$$

$$\text{raíces}(125,3) \rightarrow \left\{ 5, -\frac{5}{2} + \frac{5 \cdot \sqrt{3} \cdot i}{2}, -\frac{5}{2} - \frac{5 \cdot \sqrt{3} \cdot i}{2} \right\}$$

$$\text{raíces}(7,4) \rightarrow \{ \sqrt[4]{7}, \sqrt[4]{7} \cdot i, -\sqrt[4]{7}, -\sqrt[4]{7} \cdot i \}$$

$$\text{raíces}(16,3) \rightarrow \{ 2 \cdot \sqrt[3]{2}, -\sqrt[3]{2} + \sqrt[6]{108} \cdot i, -\sqrt[3]{2} - \sqrt[6]{108} \cdot i \}$$

$$\text{raíces}(1,3) \rightarrow \left\{ 1, -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3} \cdot i}{2}, -\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3} \cdot i}{2} \right\}$$

## trigonométricas:

Las funciones trigonométricas son las siguientes:

sen

cos

tan

cosec

sec

cotan

Corresponden, respectivamente, a seno, coseno, tangente, cosecante, secante y cotangente. El argumento de estas funciones se supone expresado en radianes. Si queremos usar grados, lo podemos hacer mediante el símbolo  $^\circ$ , que se encuentra a la pestaña de Unidades.

Las funciones trigonométricas inversas que incorpora wiris son:

asen

acos

atan

Corresponden, respectivamente, al arco seno, el arco coseno y el arco tangente. El argumento de estas funciones es un número real. El resultado de todas ellas es la determinación principal de la función, expresada en radianes (la misma que nos dan las teclas  $\text{sen}^{-1}$ ,  $\text{cos}^{-1}$  i  $\text{tan}^{-1}$  de las calculadoras de bolsillo). Si queremos la respuesta en grados, podemos usar la función `convertir`.

Ejemplos

$$\text{sen}(0) \rightarrow 0$$

$$\text{sen}(45^\circ) \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2}$$



$$\text{cos}\left(\frac{\pi}{3}\right) \rightarrow \frac{1}{2}$$



$$\text{tan}\left(\frac{\pi}{4}\right) \rightarrow 1$$

$$\text{tan}(90^\circ)$$

$$\text{atan}(1) \rightarrow \frac{\pi}{4}$$

$$\text{convertir}(\text{atan}(1),^\circ) \rightarrow 45.^\circ$$

**exponencial:** comando `exp`, Icono  o 


Calcula el resultado de aplicar la función exponencial a su único argumento (es decir, el número que resulta de elevar el número  $e$  al argumento). Con el icono , se obtienen valores exactos (esto es, sin evaluar) y con  se obtienen valores aproximados. wiris también incorpora la exponencial compleja.

**Ejemplos**

- `exp(2)` →  $e^2$
- `exp(2.0)` → 7.3891
- `$e^4 \cdot e^{-6}$`  →  $\frac{1}{e^2}$


**logaritmo:** comando `ln` o `log`

Si los comandos anteriores reciben un único argumento, calcularan el logaritmo neperiano y decimal, respectivamente. Si `log` recibe dos argumentos,  $a$  y  $b$ , calcula el logaritmo de  $a$  en base  $b$ .

$\log_b(a)$  calcula el logaritmo de  $a$  en base  $b$ . Es equivalente a `log(a,b)`. Recordemos que para crear un subíndice usaremos el icono 

**Ejemplos**

- `ln(e2)` → 2
- `log(1000)` → 3
- `log(12345)` → 4.0915
- `log(73,7)` → 3.
- `log(2,10)` → 0.30103
- `log10(1000)` → 3.
- `log7(73)` → 3.
- `log3(9)` → 2.

**valor absoluto:** Icono , comando `absoluto`

Calcula el valor absoluto del argumento.

**Ejemplos**

- `| -3 |` → 3
- `|  $\frac{5}{2}$  |` →  $\frac{5}{2}$
- `absoluto(-13)` → 13

**signo:** comando `signo`

Permite obtener el signo de un número real. Devuelve 1 si el número es positivo, -1 si es negativo y 0 si no es ninguno de ambos.

**Ejemplos**

- `signo(-3)` → -1
- `signo( $\frac{5}{2}$ )` → 1
- `signo(0)` → 0

**máximo:** comando `máximo` o `max`

Calcula el máximo de los argumentos que recibe la función. Si el argumento es una `Lista` o `Vector`, calcula el máximo de sus elementos.

**mínimo:** comando `mínimo` o `min`

Calcula el mínimo de los argumentos que recibe la función. Si el argumento es una `Lista` o `Vector`, calcula el mínimo de sus elementos.

**Ejemplos**

- `máximo(2,-5)` → 2
- `mínimo(2,-5)` → -5
- `máximo(2,-1,3,-4)` → 3
- `mínimo(2,-1,3,-4)` → -4
- `máximo([42,-61,37,-4])` → 42
- `mínimo([42,-61,37,-4])` → -61

## Progresiones

<b>&gt;&gt;rápido</b>			
<b>Funciones</b>	paso	razón	suma de términos de una progresión

wiris detecta si una sucesión de números que se le ha dado mediante sus primeros términos sigue una progresión constante, aritmética, geométrica o polinómica. Esto permite obtener el término general de una sucesión y sumar sus términos con las fórmulas conocidas. El comando `progresión` permite decidir qué tipo de progresión sigue una sucesión de números.

wiris clasifica las progresiones según el orden en que las acabamos de enumerar. Así, si una progresión es constante, la clasifica como constante, aun cuando también es aritmética y geométrica. De igual forma, una progresión aritmética, que corresponde a una polinómica de primero grado, se clasifica como aritmética.

Para toda sucesión finita de  $n$  números, existe un único polinomio de grado no superior a  $n-1$  tal que los  $n$  primeros términos de la sucesión polinómica correspondiente coinciden con los de la sucesión. wiris formará siempre la sucesión polinómica correspondiente al polinomio de menor grado que cumple esta condición.

Una vez definida una progresión, la podemos guardar en una variable. Si llamamos  $p$  a esta variable, entonces la expresión  $p(i)$  nos da su término  $i$ -ésimo, para cualquiera número  $i$  y, en el caso de que  $n$  sea una *variable*, la expresión  $p(n)$  devuelve la fórmula para el término general de la progresión.

<b>Ejemplos</b>	$p = \text{progresión}(2,4,6,8) \rightarrow 2,4,6,\dots,2 \cdot n,\dots \text{arithmetic}$ $p(2) \rightarrow 4$ $p(5) \rightarrow 10$ $p(n) \rightarrow 2 \cdot n$
-----------------	---

## Funciones ▲

Las funciones asociadas a progresiones son:

**paso:** comando `paso`

Dada una progresión aritmética, se obtiene su paso (que es la diferencia entre dos términos). Si tenemos una progresión constante, la función devuelve el valor 0.

<b>Ejemplos</b>	$c = \text{progresión}(2,2) \rightarrow 2,2,2,\dots,2,\dots \text{constant}$ $a1 = \text{progresión}(-1,3,7,11) \rightarrow -1,3,7,\dots,-5+4 \cdot n,\dots \text{arithmetic}$ $a2 = \text{progresión}(3,6,9) \rightarrow 3,6,9,\dots,3 \cdot n,\dots \text{arithmetic}$ $\text{paso}(c) \rightarrow 0$ $\text{paso}(a1) \rightarrow 4$ $\text{paso}(a2) \rightarrow 3$
-----------------	--



razón: comando [razón](#)

Dada una progresión geométrica, calcula su razón. Si tenemos una progresión constante, la función devuelve el valor 1.

Ejemplos

```

c=progresión(2,2) → 2,2,2,...,2,...constant
g1=progresión(-1,1,-1,1) → -1,1,-1,...,(-1)n,...geometric
g2=progresión(a·r,a·r2,a·r3) → a·r,a·r2,a·r3,...,a·rn,...geometric
razón(c) → 1
razón(g1) → -1
razón(g2) → r
    
```

suma de términos de una progresión: comando [sigma\\_progresión](#)

Dada una progresión, se obtiene la suma total de sus términos. Debemos notar que el resultado no siempre tiene el aspecto con el que se suele presentar esta suma, debido a la generalidad de los métodos empleados, aunque lógicamente el valor de la expresión obtenida será el mismo que el de las expresiones clásicas.

Este comando tiene tres argumentos: la progresión (el primero) y el límite inferior y superior del sumatorio (segundo y tercero, respectivamente). Los límites del sumatorio pueden ser números enteros (incluso negativos) o polinomios con coeficientes números enteros.

Ejemplos

```

p=progresión(3,5,7,9) → 3,5,7,...,1+2·n,...arithmetic
sigma_progresión(p,1,3) → 15
p=progresión(t,t) → t,t,t,...,t,...constant
sigma_progresión(p,1,7) → 7·t
G=progresión(1,r,r2,r3) → 1,r,r2,..., $\frac{1}{r}·r^n$ ,...geometric
sigma_progresión(G,1,n) →  $\frac{r^n}{r-1} - \frac{1}{r-1}$ 
    
```

Si deseamos realizar la suma infinita de términos, es decir, sumar desde un coeficiente  $n$  hasta el infinito, debemos utilizar otra funcionalidad de wiris: los límites, que se explican en el capítulo [Análisis](#). Podemos ver en el siguiente ejemplo cómo combinar estas funcionalidades.

Ejemplos

```

A=progresión( $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}$ ) →  $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \dots, \frac{1}{2}^n$ ,...geometric
sigma_progresión(A,1,n) →  $-\frac{1}{2} + 1$ 
limn→∞ (sigma_progresión(A,1,n)) → 1.
    
```

## Geometría

wiris permite trabajar con elementos geométricos en el plano y en el espacio (geometría euclídea en el plano y en el espacio) y, en particular, representarlos gráficamente.

Dedicaremos el primer apartado a los diferentes tipos de [objetos geométricos](#) de que disponemos. En el segundo apartado, nos fijaremos en las [funciones](#) que nos permiten actuar sobre estos objetos. La representación gráfica de los elementos geométricos se encuentra en el capítulo de [Gráficos](#) (para el caso de geometría en el plano) y [Gráficos 3D](#) (para la geometría en el espacio).

>>rápido				
Objetos geométricos	puntos	rectas	segmentos	planos
	circunferencias	cónicas	triángulos	polígonos (o poligonales)
	poliedros			
Funciones	<b>Estudio geométrico</b>			
	distancia	punto medio	mediatriz	bisectriz
	altura	mediana	área	perímetro
	ángulo	intersecar	paralelas	perpendiculares
	<b>Transformaciones</b>			
	simetría	traslación	rotación	

### Objetos geométricos

En este apartado, se explican las figuras geométricas que podemos construir.

**puntos:** comando [punto](#), Icono o

Construye el punto de coordenadas  $a$  y  $b$ , siendo los argumentos de la función números reales. Notemos que si escribimos la expresión  $(a,b)$  sin la palabra punto, tenemos meramente la secuencia de  $a$  y  $b$ , y no hemos definido ningún punto.


Algunas funciones relacionadas con los puntos son [punto\\_medio](#) o [alineados?](#).

<b>Ejemplos</b>	<code>punto(1,2) → (1,2)</code>
	<code>punto(-3,4) → (-3,4)</code>
	<code>P=punto(6,0) → (6,0)</code>
	<code>P<sub>1</sub> → 6</code>


En el caso de puntos en el espacio, el comando [punto\(a,b,c\)](#) construye el punto de coordenadas  $a$ ,  $b$  y  $c$ , del mismo modo que en el caso del plano.

**Ejemplos 3D**

```
punto(1,2,3) → (1,2,3)
punto(-1,0,3.2) → (-1,0,3.2)
P=punto(3,7,4) → (3,7,4)
P2 → 7
```

**rectas:** comando `recta`, Icono 

Permite construir una recta. Los diferentes argumentos que acepta son:


- dos puntos de la recta (podemos usar el icono ) ,
- un punto y un vector director,
- una ecuación (de una recta),
- un punto y un número real (la pendiente de la recta).

Si `r` es una recta, entonces `pendiente(r)`, `punto(r)` y `vector(r)` devuelven la pendiente de la recta, un punto de la recta y un vector director de la recta, respectivamente. Para estudiar otras funciones que también sirven para construir una recta, podemos consultar [paralelas](#), [perpendiculares](#) y [bisectriz](#).

**Ejemplos**


```
recta(y=2x+1) → y=2·x+1
recta(punto(0,1),punto(2,3)) → y=x+1
recta(punto(2,9),[2,1]) → y=1/2·x+8
r=recta(punto(0,1),punto(2,3)) → y=x+1
pendiente(r) → 1
r=recta(punto(0,1),1) → y=x+1
```

En el caso de rectas en el espacio, se aceptan los siguientes argumentos:


- dos puntos de la recta (podemos usar el icono ) ,
- un punto y un vector director,
- dos ecuaciones (de planos secantes).

**Ejemplos 3D**

```
recta(punto(0,0,0),punto(1,1,1)) → -x+z=0∩-x+y=0
recta(punto(0,0,0),[1,1,1]) → -x+z=0∩-x+y=0
recta(y=0,z=0) → z=0∩y=0
l=recta(punto(-1,-1,-1),punto(3,3,3)) → -x+z=0∩-x+y=0
vector(l) → [4,4,4]
```

**segmentos:** comando `segmento`, Icono 

Permite construir un segmento. Los diferentes argumentos que acepta son:

- los extremos del segmento (podemos usar el icono ) ,
- un punto y un vector.


Algunas funciones relacionadas con los segmentos son [longitud](#) o [punto\\_medio](#).

Ejemplos


```
segmento(punto(0,1),punto(2,3)) → (0,1) - (2,3)
segmento(punto(2,9),[2,1]) → (2,9) - (4,10)
s=segmento(punto(0,1),punto(2,3)) → (0,1) - (2,3)
s1 → (0,1)
```

Ejemplos 3D

```
segmento(punto(1,1,1),punto(2,1,4)) → (1,1,1) - (2,1,4)
segmento(punto(1,1,1),[2,1,4]) → (1,1,1) - (3,2,5)
s=segmento(punto(1,1,1),[2,1,4]) → (1,1,1) - (3,2,5)
s2 → (3,2,5)
```

planos: comando [plano](#), Icono 




Permite construir un plano. Los diferentes argumentos que acepta son:

- tres puntos (podemos usar el icono ),
- un punto y un vector director (perpendicular al plano),
- un punto y dos vectores,
- una ecuación lineal.




Algunas funciones relacionadas con los planos son [paralelas](#), [perpendiculares](#) o [bisectriz](#).

Ejemplos 3D

```
plano(punto(1,0,0),punto(2,1,-2),punto(1/3,1/3,1/3)) → x+y+z-1=0
plano(punto(1,0,0),[1,1,1]) → x+y+z-1=0
plano(punto(0,0,0),[1,0,0],[0,1,0]) → z=0
plano(x+y+z=1) → x+y+z-1=0
dibujar3d(plano(x+z=0)) → tablero1
```

circunferencias: comando [circunferencia](#) o [cfr](#), Icono ,  o 

Permite construir una circunferencia. Los diferentes argumentos que acepta son:

- un punto (centro de la circunferencia) y un número real (su radio); podemos usar el icono ,
- tres puntos no alineados (pertenecientes a la circunferencia); podemos usar el icono ,
- dos puntos (el centro y un punto de la circunferencia, en este orden); podemos usar el icono ,
- la ecuación de la circunferencia.

Si  $c$  es una circunferencia, entonces [centro\(c\)](#) y [radio\(c\)](#) devuelven el centro y el radio de la circunferencia, respectivamente.

Si  $P$  es un punto de la circunferencia  $c$ , entonces, [recta\\_tangente\(c,P\)](#) devuelve la recta tangente a  $c$  por el punto  $P$ .

Ejemplos

circunferencia (punto (0,0),3)  $\rightarrow x^2+y^2=9$

cfr (punto (2,0), punto (0,2), punto (-2,0))  $\rightarrow x^2+y^2=4$

cfr (punto (3,7), punto (3,9))  $\rightarrow (x-3)^2+(y-7)^2=4$


cfr ( $x^2+y^2-12x-4y+15=0$ )  $\rightarrow (x-6)^2+(y-2)^2=25$

c=cfr (punto (2,0), punto (0,2), punto (-2,0))  $\rightarrow x^2+y^2=4$

centro (c)  $\rightarrow (0,0)$

cónicas: comando [cónica](#), Icono 

Permite construir una cónica. Los diferentes argumentos que acepta son:

- cinco puntos (pertenecientes a la cónica); podemos usar el icono ,
- la ecuación de la cónica.

Los comandos [elipse](#), [hipérbola](#) y [parábola](#) permiten construir cónicas a partir de sus elementos característicos como son el foco, el vértice y la distancia focal. Para una descripción detallada de los muchos constructores de estos objetos, debemos consultar la sección *Referencia*.

Algunas funciones relacionadas con las cónicas son [centro](#), [vértice](#), [focos](#), [directriz](#), [semieje\\_mayor](#), [semieje\\_menor](#) o [semidistancia\\_focal](#).

Ejemplos

cónica (punto (1,0), punto (2, $\sqrt{3}$ ), punto (2,- $\sqrt{3}$ ), punto (-1,0), punto (-2, $\sqrt{3}$ ))

$\rightarrow x^2-y^2-1=0$


cónica  $\left( \left( \frac{x}{3} \right)^2 - \left( \frac{y}{2} \right)^2 = 1 \right) \rightarrow \frac{1}{9} \cdot x^2 - \frac{1}{4} \cdot y^2 - 1 = 0$


cónica ( $y^2=2 \cdot 7 \cdot x$ )  $\rightarrow 14 \cdot x - y^2 = 0$

p=cónica ( $(y-6)^2=14 \cdot (x-3)$ )  $\rightarrow 14 \cdot x - y^2 + 12 \cdot y - 78 = 0$

vértice (p)  $\rightarrow (3,6)$

semidistancia\_focal (p)  $\rightarrow 7$

triángulos: comando `triángulo`, Icono 



Esta función construye un triángulo tomando sus vértices como argumentos; podemos también usar el icono . El comando `triángulo_equilátero` permite crear, como su nombre indica, un triángulo equilátero.

**Ejemplos**

```
triángulo (punto (0,1), punto (2,3), punto (3,-4)) → (0,1) - (2,3) - (3,-4)
T=triángulo (punto (0,1), punto (2,3), punto (-1,-7)) → (0,1) - (2,3) - (-1,-7)
baricentro (T) → (1/3, -1)
```

**Ejemplos 3D**

```
triángulo (punto (0,1,1), punto (2,3,2), punto (3,-4,0)) → (0,1,1) - (2,3,2) - (3,-4,0)
T=triángulo (punto (0,0,1), punto (1,0,0), punto (0,1,0)) → (0,0,1) - (1,0,0) - (0,1,0)
baricentro (T) → (1/3, 1/3, 1/3)
```

polígonos (o poligonales): comando `polígono` o `poligonal`, Icono  o 



Genera el polígono (o la poligonal) resultado de unir puntos introducidos como argumentos. Cabe recordar que un polígono es una figura cerrada y plana, mientras que una poligonal son los segmentos que unen un conjunto de puntos y, en general, es una figura abierta y no plana.

**Ejemplos**

```
P=polígono (punto (0,1), punto (2,3), punto (3,-4), punto (-2,-3))
→ (0,1) - (2,3) - (3,-4) - (-2,-3)
p=poligonal (punto (0,1), punto (2,3), punto (3,-4), punto (-2,-3))
→ (0,1) - (2,3) - (3,-4) - (-2,-3)
dibujar (P, {color=rojo, anchura_linea=2}) → tablero1
dibujar (p, {color=azul}) → tablero1
P=polígono (punto (0,1), punto (2,3), punto (-1,-7)) → (0,1) - (2,3) - (-1,-7)
P2 → (2,3)
```

**Ejemplos 3D**

```
P=polígono ({punto (4,0,0), punto (0,4,0), punto (0,0,2)}) → (4,0,0) - (0,4,0) - (0,0,2)
p=poligonal ({punto (4,0,0), punto (0,4,0), punto (0,0,2), punto (0,2,4)})
→ (4,0,0) - (0,4,0) - (0,0,2) - (0,2,4)
dibujar3d (P, {color=rojo}) → tablero1
dibujar3d (p, {color=azul, anchura_linea=2}) → tablero1
```

poliedros: comando `poliedro`, Icono  o 

Genera el poliedro regular de n caras.

Algunas funciones relacionadas con los poliedros son `tetraedro`, `cubo`, `octaedro`, `dodecaedro`, `icosaedro`, `cilindro_tapado_poliédrico`, `cilindro_poliédrico`, `cono_tapado_poliédrico`, `cono_poliédrico`, `esfera_poliédrica` o `toro_poliédrico`.

**Ejemplos 3D**

```
dibujar3d(poliedro(4,5),{color=verde}) → tablero1
dibujar3d(poliedro(6,6),{color=azul}) → tablero1
dibujar3d(poliedro(8,4.5),{llenar=falso, anchura_linea=3, alambre=cierto, color=rojo})
→ tablero1
dibujar3d(poliedro(12,7.5),{color={210,0,67}, transparencia=0.1}) → tablero1
dibujar3d(poliedro(20,6),{color=gris}) → tablero1
```

## Funciones

Las funciones geométricas tienen como argumentos figuras geométricas, generalmente construidas mediante las funciones descritas en el apartado anterior, pero también admiten directamente la ecuación de la figura como argumento, característica que se utiliza reiteradamente en este apartado.

## Estudio geométrico

**distancia:** comando `distancia`

Calcula la distancia entre dos puntos, un punto y una recta o un punto y una circunferencia.

**Ejemplos**

```
distancia(punto(2,3), punto(5,6)) → 3·√2
distancia(punto(4,5), y=8) → 3
distancia(punto(-3,0), cfr(punto(5,0),7)) → 1
```

En el caso del espacio, también se puede calcular la distancia entre dos planos no secantes, una recta y un plano no secantes o entre un punto y un plano.

**Ejemplos 3D**

```
distancia(punto(2,3,0), punto(5,6,4)) → √34
distancia(punto(4,5,2), recta(punto(1,2,1), punto(3,2,3))) → √11
distancia(punto(4,5,2), segmento(punto(1,2,1), punto(1,2,2))) → 3·√2
distancia(punto(4,5,2), x=0) → 4
```

**punto medio:** comando `punto_medio`

Calcula el punto equidistante de dos puntos dados y que pertenece al segmento que éstos determinan. El comando `punto_medio` puede recibir como argumento o bien dos puntos o bien un segmento; en este último caso, se calcula el punto medio de sus extremos.

Ejemplos

```
punto_medio(punto(0,0),punto(4,8)) → (2,4)
punto_medio(segmento(punto(2,3),punto(5,6))) → (7/2, 9/2)
A=punto(3,4);B=punto(6,7);P:=punto_medio(A,B) → punto_medio(A,B)
dibujar({A,B},{mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
dibujar({P,segmento(A,B)},{color=azul}) → tablero1
```

Ejemplos 3D

```
punto_medio(punto(3,3,3),punto(2,2,2)) → (5/2, 5/2, 5/2)
punto_medio(segmento(punto(0,0,0),punto(-1,-1,-1))) → (-1/2, -1/2, -1/2)
A=punto(3,4,9);B=punto(-7,-5,-7);P:=punto_medio(A,B) → punto_medio(A,B)
dibujar3d(A,{mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
dibujar3d(B,{mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
dibujar3d({P,segmento(A,B)},{color=rojo}) → tablero1
```

**mediatriz:** comando [mediatriz](#)

Calcula la mediatriz de un segmento, es decir, la recta perpendicular al segmento que pasa por su punto medio. También se puede definir como el conjunto de puntos que equidistan de los extremos del segmento.

Este comando acepta como argumentos o bien un segmento o bien dos puntos, y, en este caso, calcula la mediatriz del segmento que definen estos puntos. También podemos pasar como argumentos un triángulo y el número del lado del cual queremos encontrar la mediatriz.

Más información en [circuncentro](#) o [circunradio](#).

Ejemplos

```
T=triángulo(punto(-7,1),punto(-3,2),punto(-6,7)) → (-7,1)-(-3,2)-(-6,7)
mediatriz(T,1),mediatriz(T,2),mediatriz(T,3)
→ y=-1/6·x+35/12,y=-4·x-37/2,y=3/5·x+36/5
dibujar(T) → tablero1
dibujar(mediatriz(T,1},{color=azul}) → tablero1
dibujar(mediatriz(T,2},{color=verde}) → tablero1
dibujar(mediatriz(T,3},{color=rojo}) → tablero1
dibujar(circuncentro(T)) → tablero1
```



Ejemplos 3D

```

T=triángulo (punto (-5,5,5), punto (-4,3,-1), punto (2,2,2))
→ (-5,5,5) - (-4,3,-1) - (2,2,2)
mediatriz(T,1),mediatriz(T,2),mediatriz(T,3)
→ 82·x-300·y+1173=0∩-1876·x-1977·y+1173·z=0,-122·x-512·y+1499=0∩-
748·x-1591·y+1499·z=0,-102·x-106·y+163=0∩564·x+193·y+163·z=0
dibujar3d(T) → tablero1
dibujar3d(mediatriz(T,1),{color=azul}) → tablero1
dibujar3d(mediatriz(T,2),{color=verde}) → tablero1
dibujar3d(mediatriz(T,3),{color=rojo}) → tablero1
dibujar3d(circuncentro(T),{color=blanco}) → tablero1

```

bisectriz: Icono  o , comando `bisectriz`

Podemos calcular la bisectriz de los siguientes objetos:

- dos rectas secantes,
- tres puntos no alineados (que, por lo tanto, definen un ángulo),
- un ángulo de un triángulo.

Más información en [incentro](#) o [inradio](#).

Ejemplos

```

bisectriz(y=x,y=0) → y=(√2-1)·x
bisectriz(punto(4,0),punto(2,-2),punto(4,-4)) → y=-2
r=recta((x-4)/2+(y-3)/-5=0) → y=5/2·x-7
s=recta((x-4)/1+(y-3)/9=0) → y=-9·x+39
dibujar({r,s}) → tablero1
dibujar(bisectriz(r,s),{color=rojo}) → tablero1
T=triángulo(punto(-7,1),punto(-3,2),punto(-6,7)) → (-7,1)-(-3,2)-(-6,7)
dibujar(T) → tablero1
dibujar({T1,bisectriz(T,1)},{color=azul}) → tablero1
dibujar({T2,bisectriz(T,2)},{color=verde}) → tablero1
dibujar({T3,bisectriz(T,3)},{color=rojo}) → tablero1
dibujar(incentro(T)) → tablero1

```

En el caso de geometría en el espacio, podemos calcular la bisectriz de dos planos que se corten.

Ejemplos 3D

```

estado_geometría("3d");
P=plano(x=0) → x=0
Q=plano(y+z=0) → y+z=0
dibujar3d({P,Q},{color=azul}) → tablero1
dibujar3d(bisectriz(P,Q),{color=rojo}) → tablero1

```

**altura:** comando [altura](#)

Calcula la altura correspondiente al vértice  $i$ -ésimo del triángulo, eso es, la recta que pasa por el vértice y es perpendicular al lado opuesto. Este comando recibe como argumentos un triángulo y el número de vértice del cual queremos calcular la altura.

Más información en [ortocentro](#).

Ejemplos

```
T=triángulo(punto(-7,1),punto(-3,2),punto(-6,7)) → (-7,1)-(-3,2)-(-6,7)
altura(T,1),altura(T,2),altura(T,3) →  $y = \frac{3}{5} \cdot x + \frac{26}{5}$ ,  $y = -\frac{1}{6} \cdot x + \frac{3}{2}$ ,  $y = -4 \cdot x - 17$ 
dibujar(T) → tablero1
dibujar(altura(T,1),{color=azul}) → tablero1
dibujar(altura(T,2),{color=verde}) → tablero1
dibujar(altura(T,3),{color=rojo}) → tablero1
dibujar(ortocentro(T)) → tablero1
```

Ejemplos 3D

```
T=triángulo(punto(-3,2,0),punto(3,-2,1),punto(-3,4,4))
→ (-3,2,0)-(3,-2,1)-(-3,4,4)
dibujar3d(T) → tablero1
dibujar3d(altura(T,1),{color=azul}) → tablero1
dibujar3d(altura(T,2),{color=verde}) → tablero1
dibujar3d(altura(T,3),{color=rojo}) → tablero1
dibujar3d(ortocentro(T)) → tablero1
```

**mediana:** comando [mediana](#)

Calcula la recta que une el vértice de un triángulo con el punto medio del lado opuesto. Este comando recibe como argumentos un triángulo y el número de vértice del cual queremos calcular la mediana.

Más información en [baricentro](#).

Ejemplos

```
T=triángulo(punto(-7,1),punto(-3,2),punto(-6,7)) → (-7,1)-(-3,2)-(-6,7)
mediana(T,1),mediana(T,2),mediana(T,3)
→  $y = \frac{7}{5} \cdot x + \frac{54}{5}$ ,  $y = -\frac{4}{7} \cdot x + \frac{2}{7}$ ,  $y = -\frac{11}{2} \cdot x - 26$ 
dibujar(T) → tablero1
dibujar({T1,mediana(T,1)},{color=azul}) → tablero1
dibujar({T2,mediana(T,2)},{color=verde}) → tablero1
dibujar({T3,mediana(T,3)},{color=rojo}) → tablero1
dibujar(baricentro(T)) → tablero1
```

## Ejemplos 3D

T=triángulo (punto (-3,2,0), punto (3,-2,1), punto (-3,4,4))

→ (-3,2,0) - (3,-2,1) - (-3,4,4)

mediana (T,1), mediana (T,2), mediana (T,3)

→  $-x-3\cdot y+3=0 \cap -10\cdot x-15\cdot y+6\cdot z=0$ ,  $-5\cdot x-6\cdot y+3=0 \cap -7\cdot x-9\cdot y+3\cdot z=0$ ,  $-7\cdot x-6\cdot z+3=0 \cap 4\cdot x+3\cdot y=0$

dibujar3d(T) → tablero1

mediana (T,1) →  $-x-3\cdot y+3=0 \cap -10\cdot x-15\cdot y+6\cdot z=0$

dibujar3d (mediana (T,1), {color=azul}) → tablero1

dibujar3d (mediana (T,2), {color=verde}) → tablero1

dibujar3d (mediana (T,3), {color=rojo}) → tablero1

dibujar3d (baricentro (T), {color=blanco}) → tablero1

área: comando [área](#)

Calcula el área de la figura que recibe como argumento suponiendo que ésta sea cerrada (triángulo, polígono, circunferencia o elipse).

Más información en [área\\_orientada](#).

## Ejemplos

área( $x^2+y^2=17$ ) →  $17\cdot\pi$

área( $\frac{x^2}{4} + \frac{y^2}{7} = 1$ ) →  $2\cdot\pi\cdot\sqrt{7}$

T=triángulo (punto (0,0), punto (5,0), punto (300,2)) → (0,0) - (5,0) - (300,2)

área(T) → 5

## Ejemplos 3D

T=triángulo (punto (0,0,0), punto (5,0,0), punto (300,2,0))

→ (0,0,0) - (5,0,0) - (300,2,0)

área(T) → 5

**perímetro:** comando `perímetro`

Calcula el perímetro de la figura cerrada (triángulo, polígono o circunferencia) que recibe como argumento.

**Ejemplos**

$$\text{perímetro}(x^2+y^2=17) \rightarrow 2 \cdot \pi \cdot \sqrt{17}$$

$$T=\text{triángulo}(\text{punto}(0,0),\text{punto}(5,0),\text{punto}(2,2)) \rightarrow (0,0)-(5,0)-(2,2)$$

$$\text{perímetro}(T) \rightarrow 2 \cdot \sqrt{2} + \sqrt{13} + 5$$

**Ejemplos 3D**

$$T=\text{triángulo}(\text{punto}(1,0,0),\text{punto}(0,1,0),\text{punto}(0,0,1)) \rightarrow (1,0,0)-(0,1,0)-(0,0,1)$$

$$\text{perímetro}(T) \rightarrow 3 \cdot \sqrt{2}$$

**ángulo:** comando `ángulo`

Calcula el menor ángulo definido por dos rectas o dos vectores (planos en el caso del espacio). En el primer caso devuelve un valor entre 0 y  $\pi/2$  y en el segundo caso, entre 0 y  $\pi$ .

Si  $F$  es un `Triángulo`, `Polígono` o `Poligonal` entonces el comando `ángulo(F,i)` calcula el ángulo correspondiente a su vértice  $i$ -ésimo.

Más información en `ángulo_orientado`.

**Ejemplos**

$$\text{ángulo}(y=x,y=0) \rightarrow \frac{\pi}{4}$$

$$\text{ángulo}([1,2],[3,7]) \rightarrow 0.058756$$

$$T=\text{triángulo}(\text{punto}(0,0),\text{punto}(7,0),\text{punto}(0,2)) \rightarrow (0,0)-(7,0)-(0,2)$$

$$\text{ángulo}(T,1) \rightarrow \frac{\pi}{2}$$

$$\text{ángulo}(T,2) \rightarrow 0.2783$$

$$\text{ángulo}(T,3) \rightarrow 1.2925$$

En el caso del espacio, la función se llama `ángulo3d` y también se puede aplicar a planos. Podemos consultar el comando `estado_geometría` para descubrir cómo simplificar este comando.


**Ejemplos 3D**

$$T=\text{triángulo}(\text{punto}(0,0,1),\text{punto}(1,0,1),\text{punto}(0,1,1)) \rightarrow (0,0,1)-(1,0,1)-(0,1,1)$$

$$\text{ángulo3d}(T,1) \rightarrow \frac{\pi}{2}$$

$$\text{estado\_geometría}("3D") \rightarrow 2$$

$$\text{ángulo}(x=0,y=0) \rightarrow \frac{\pi}{2}$$

**intersecar:** Icono , comando `intersecar`

Devuelve una lista con los elementos que forman la intersección de las dos figuras que debe recibir como argumentos.

Ejemplos

```
r=recta(y=2x-3) → y=2·x-3
s=recta(y=-2x-3) → y=-2·x-3
r∩s → {(0,-3)}
c=cfr(x2+y2=9) → x2+y2=9
r=recta(y=-2x-3) → y=-2·x-3
l=c∩r → {(-12/5, 9/5), (0,-3)}
dibujar({c,r}) → tablero1
dibujar(l,{color=azul}) → tablero1
```

Ejemplos 3D

```
r=plano(z=0) → z=0
s=plano(y+z=0) → y+z=0
l=r∩s → {z=0∩y=0}
t=plano(x=0) → x=0
l1∩t → {(0,0,0)}
dibujar3d({r,s},{color=azul},{color=amarillo}) → tablero1
dibujar3d(l,{color=rojo,anchura_línea=4}) → tablero1
```

**paralelas:** Icono  o , comando `paralelas`

Esta función recibe, como primer argumento, una recta (o segmento) y, como segundo argumento, un punto. Proporciona, así, la recta paralela al primer argumento que pasa por el punto. Más información en [paralelas?](#).

Ejemplos

```
paralelas(recta(y=3·x-7),punto(0,3)) → y=3·x+3
paralelas(y=x,punto(0,7)) → y=x+7
P=punto(2,-3) → (2,-3)
Q=punto(3,4) → (3,4)
r:=recta(P,[3,2]) → recta(P,[3,2])
dibujar({P,r},{mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
dibujar({Q,paralelas(r,Q)},{mostrar_etiqueta=cierto,color=azul}) → tablero1
```

En el caso del espacio, podemos aplicar la función a un plano de modo análogo a como se aplica a una recta o segmento en el caso bidimensional.

Ejemplos 3D

```

paralelas (plano (y=3·x-7), punto (0,3,1)) → -3·x+y-3=0
estado_geometria ("3D");
paralelas (y=3·x-7, punto (0,3,1)) → -3·x+y-3=0

P=punto (2,-3,0) → (2,-3,0)
Q=punto (3,4,1) → (3,4,1)
r:=recta (P, [3,2,1]) → recta (P, [3,2,1])
dibujar3d ({P,r}, {mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
dibujar3d ({Q,paralelas (r,Q)}, {mostrar_etiqueta=cierto,color=azul}) → tablero1

P=punto (2,-3,0) → (2,-3,0)
Q=punto (3,4,1) → (3,4,1)
p:=plano (P, [1,1,1]) → plano (P, [1,1,1])
dibujar3d ({P,p}, {mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
q :=paralelas (p,Q) → paralelas (p,Q)
dibujar3d ({Q,q}, {mostrar_etiqueta=cierto,color=azul}) → tablero1
    
```

perpendiculares: Icono  o , comando [perpendiculares](#)

Esta función recibe, como primer argumento, una recta (o segmento) y, como segundo argumento, un punto. Proporciona, así, la recta perpendicular al primer argumento que pasa por el punto. Más información en [perpendiculares?](#).

Ejemplos

```

perpendiculares (recta (y=3·x-7), punto (0,3)) → y=-1/3·x+3
perpendiculares (y=x, punto (0,0)) → y=-x

P=punto (2,3) → (2,3)
dibujar ({P,recta (P, [4,-2])}) → tablero1
dibujar (perpendiculares (x-2/4 = y-3/-2, P), {color=azul}) → tablero1
    
```

En el caso del espacio, podemos aplicar la función a un plano de modo análogo al caso bidimensional.

Ejemplos 3D

```

perpendiculares (plano (y=3·x-7), punto (0,3,1)) → -x-3·y+9=0 ∩ -x-3·y+9·z=0
estado_geometria ("3D");
P=x+2·z=0 → x+2·z=0
p=punto (1,1,1) → (1,1,1)
Q :=perpendiculares (P,p);
dibujar3d ({p,P,Q}, {{color=rojo},{color=verde},{color=azul}}) → tablero1
    
```

Transformaciones

wiris incorpora la posibilidad de calcular y dibujar la transformación de una [Figura](#) mediante un movimiento del plano. También podemos aplicar transformaciones a una lista de figuras; el resultado será la lista que corresponde a aplicar la transformación a cada una de las figuras de la lista.

**simetría:** comando `simetría`

Podemos calcular una simetría axial o central de una figura dada. En el caso de una simetría axial, el comando `simetría` recibe como argumentos la recta que actúa como eje de simetría y la figura. En el caso de la simetría central, los argumentos son el centro de simetría y la figura.

**Ejemplos**

```
simetría(y=7,punto(3,4)) → (3,10)
simetría(y=x,x=5) → y-5=0
simetría(punto(0,0),punto(3,4)) → (-3,-4)
simetría(punto(0,0),x=5) → x=-5
r=recta(y=x+1) → y=x+1
C=cfr(x2+(y-3)2=5) → x2+(y-3)2=5
dibujar({r,C,simetría(r,C)},{color=negro},{color=verde},{color=azul})
→ tablero1
```

**Ejemplos 3D**

```
pl=(x=1) → x=1
pl_s=simetría(punto(0,0,0),pl) → -x-1=0
dibujar3d({pl,pl_s},{color=azul},{color=naranja}) → tablero1
p=punto(1,0,0) → (1,0,0)
pl=(x=0) → x=0
pl_s=simetría(pl,p) → (-1,0,0)
dibujar3d({pl,pl_s,p},{color=azul},{color=naranja},{color=verde}) → tablero1
```

traslación: comando `traslación`

Dados un vector y una figura, podemos calcular la traslación de la figura respecto el vector.


Ejemplos

```
traslación([1,2],punto(5,-3)) → (6,-1)
traslación([3,7],x²+y²=9) → (x-3)²+(y-7)²=9
dibujar(x²+y²=9) → tablero1
dibujar(traslación([4,6],x²+y²=9),{color=azul}) → tablero1
```

Ejemplos 3D

```
traslación([1,2,3],punto(5,-3,9)) → (6,-1,12)
pgn=poligonal({punto(-1,-1,0),punto(-1,1,0),punto(1,1,0),punto(2,-1,1)})
→ (-1,-1,0)-(-1,1,0)-(1,1,0)-(2,-1,1)
t_pgn1=traslación([1,2,3],pgn) → (0,1,3)-(0,3,3)-(2,3,3)-(3,1,4)
t_pgn2=traslación([-1,-2,-3],pgn)
→ (-2,-3,-3)-(-2,-1,-3)-(0,-1,-3)-(1,-3,-2)
dibujar3d
({pgn,t_pgn1,t_pgn2},{anchura_línea=4,color=naranja},{anchura_línea=4,color=rojo})
→ tablero1
```

rotación: comando `rotación`

Dados un punto  $P$ , un número real  $a$  y una figura  $F$ , calcula la rotación de centro  $P$  y ángulo  $a$  de la figura  $F$ . El número real se interpreta como un ángulo en radianes. Para usar grados, debemos utilizar el icono .

Ejemplos

```
rotación(punto(0,0),π/3,punto(1,0)) → (1/2,√3/2)
rotación(punto(0,0),-π/2,parábola(y²=2·x)) → -x²+2·y=0
rotación(punto(0,0),-90°,parábola(y²=2·x)) → -x²+2·y=0
dibujar(y²=6·x) → tablero1
dibujar(rotación(punto(0,0),π/3,parábola(y²=6·x)),{color=azul}) → tablero1
```

Ejemplos 3D

```
p=punto(1,0,0) → (1,0,0)
p_r=rotación(punto(0,0,0),[0,1,0],π,p) → (-1,0,0)
dibujar3d({p,p_r},{color=rojo},{color=verde}) → tablero1
pl=plano(x=0) → x=0
pl_r=rotación(punto(0,0,0),[1,1,1],π/3,pl) → 2·x-y+2·z=0
dibujar3d({pl,pl_r},{color=rojo},{color=verde}) → tablero1
```



## Gráficos 2D

wiris dispone de procedimientos para la representación gráfica en dos dimensiones. Las principales aplicaciones de estos procedimientos son la representación de las figuras de la [geometría](#) plana y la representación de las [funciones](#).

La representación se hace en un [Tablero de dibujo](#) mediante los comandos [dibujar](#), si sólo queremos dibujar un objeto, o [representar](#), si queremos que el sistema dibuje ciertos elementos característicos del objeto, como por ejemplo las asíntotas y los puntos críticos en el caso de una función. Para escribir texto en el dibujo usaremos el comando [escribir](#).

Podemos consultar el comando [estado\\_geometría](#) para descubrir cómo simplificar este comando.

>>rápido		
Comando dibujar	dibujar un objeto	dibujar una función
	dibujar una ecuación	dibujar vectores
	opciones dibujar	
Dibujo de regiones	dibujar regiones	región
Comando representar	representar	opciones representar
Comandos para escribir texto	escribir	opciones escribir
Tablero de dibujo	opciones tablero	
Geometría interactiva	desplazador	punto más cercano

### Comando dibujar

dibujar un objeto: `dibujar(d:Dibujable2d)`

Por lo general, esta función dibuja `d` en un tablero de dibujo. Algunos de los objetos dibujables son [Punto](#), [Recta](#), [Circunferencia](#), [Segmento](#), [Triángulo](#), [Poligonal](#), [Función](#), [Curva](#) o [Caja\\_de\\_texto](#). Si el argumento es una [Lista](#), entonces se dibujan todos sus elementos.

**Ejemplos**

```
dibujar(punto(7,2)) → tablero1
dibujar(punto(-3,3)) → tablero1
dibujar(recta(punto(3,5),punto(-2,1))) → tablero1
```

Mención aparte merece el caso de que el parámetro `d` sea un identificador (variable). Si tiene como valor un objeto dibujable, entonces se dibuja; de lo contrario, no se hace nada y obtenemos un aviso. Si más adelante el valor de `d` cambia, entonces el dibujo se actualiza para mostrar el nuevo objeto. Se podría decir que el tablero de dibujo recuerda qué elementos hay dibujados en él y, si cambian de valor, los redibuja.

En el siguiente ejemplo podemos constatar este comportamiento. Si definimos `P` como el punto (3,5) y lo dibujamos (primer bloque), aparece el punto (3,5) en el tablero de dibujo. Si, a continuación, `P` toma como valor el punto (2,-1), éste será el punto que aparece dibujado. Notemos que esto pasa sin tener que volver a usar el comando [dibujar](#) con el punto `P`.

Ejemplos

P=punto(3,5) → (3,5)  
 dibujar(P) → tablero1  
 P=punto(3,5) → (3,5)  
 dibujar(P) → tablero1  
 P=punto(2,-1) → (2,-1)

Ejemplos

A=punto(3,2) → (3,2)  
 B=punto(6,-1) → (6,-1)  
 r=recta(A,B) →  $y=-x+5$   
 dibujar({r,A,B}) → tablero1  
 A=punto(3,2) → (3,2)  
 B=punto(6,-1) → (6,-1)  
 r:=recta(A,B) → recta(A,B)  
 dibujar({r,A,B}) → tablero1

dibujar una función: comando `dibujar`

Es posible indicar cómo dibujar una función de muchas formas. En la mayoría de casos será suficiente indicar la expresión de la función que queremos dibujar y el sistema se encargará de escoger el recorrido y qué variables hacen el papel de abscisa y ordenada.

Ejemplos

dibujar( $x^2+1$ ) → tablero1  
 dibujar( $\text{sen}(x)$ ) → tablero1  
 $f(x) := x^3+x-1$  →  $x \mapsto x^3+x-1$   
 dibujar(f) → tablero1  
 dibujar( $y = \frac{1}{x^3}$ ) → tablero1  
 dibujar( $f(x) = \sqrt{x}$ ) → tablero1

Los siguientes ejemplos ilustran cómo indicar, además, la variable y el recorrido.

Ejemplos

dibujar( $x^2+1, x, -5..5$ ) → tablero1  
 dibujar( $\text{sen}(x), -\pi..pi$ ) → tablero1  
 $f(x) := \text{atan}(x)$  →  $x \mapsto \text{atan}(x)$   
 dibujar(f, -2..2) → tablero1  
 dibujar( $y = \frac{1}{x^3}, x$ ) → tablero1  
 dibujar( $f(x) = \sqrt{x}, x, 0..10$ ) → tablero1

## Curvas paramétricas

Para dibujar curvas paramétricas, siempre será necesario indicar la variable que actúa como parámetro y su recorrido.

**Ejemplos**

- `dibujar({t+1,2t},t,-10..10) → tablero1`
- `dibujar({x=t·cos(t),y=t·sen(t)},t,0..4π) → tablero1`

## Curvas implícitas

Para dibujar curvas implícitas será suficiente indicar la ecuación de dicha curva. Opcionalmente, se puede indicar las variables que intervienen y su recorrido.

**Ejemplos**

- `dibujar((x2+y2)2=100·(x2-y2)) → tablero1`

dibujar una ecuación: `dibujar(eq:Ecuación)`

El comando `dibujar` admite también una *ecuación* como argumento. Este comando proporciona una representación gráfica del objeto matemático asociado a esta ecuación.

Las ecuaciones que admite el comando son las que corresponden a objetos de tipo *Recta*, *Circunferencia* y *Cónica*.

**Ejemplos**

- `dibujar(y=2·x-1) → tablero1`
- `dibujar((x-3)2+(y-5)2=9) → tablero1`
- `dibujar(y=x2+1) → tablero1`

dibujar vectores: `dibujar(v:Vector,P:Punto)`

Dibujamos un vector indicando dicho vector y un punto. Las opciones servirán para indicar la forma de la flecha.

**Ejemplos**

- `dibujar([3,5],punto(1,1)) → tablero1`
- `P=punto(1,1) → (1,1)`
- `dibujar(P) → tablero1`
- `dibujar([3,5],P,{color=rojo}) → tablero1`
- `dibujar([3,5],punto(0,0),{tamaño=5}) → tablero1`
- `dibujar([3,-5],punto(0,0),{tamaño=20}) → tablero1`

**opciones dibujar:** De forma opcional, el último argumento del comando `dibujar` puede ser una [Lista](#) de opciones.

Las opciones permiten controlar el aspecto (color, grueso, etc.) de las figuras. El funcionamiento de algunas opciones, o su calidad, depende de la versión de Java™ (JVM) que esté instalada en el ordenador. Con Java™ versión 1.3 (Java 2) o una versión posterior, en el segundo ejemplo podemos ver rectas de diferente anchura. [Descargar la última versión de Java.](#)

Ejemplos

```

dibujar (punto (-2,-2),{color=azul}) → tablero1
dibujar (punto (0,0),{color=verde,tamaño_punto=5}) → tablero1
dibujar (punto (2,2),{color=rojo,tamaño_punto=10}) → tablero1
dibujar (punto (4,4),{color=naranja,tamaño_punto=20}) → tablero1

P=punto (-2,-2) → (-2,-2)
r:=recta (P,7) → recta (P,7)
dibujar (r,{color=azul,anchura_línea=2}) → tablero1
dibujar (perpendiculares (r,P),{color=rojo,anchura_línea=8}) → tablero1

```

Introducimos cada uno de los valores de las opciones separados por comas y siguiendo el formato 'nombre\_opción=valor\_opción'; por ejemplo, `color=verde`.

Las principales opciones del comando `dibujar` son:

#### color

Indica el color con el que se dibujan las figuras en el tablero.

*Valores posibles:* listas de tres enteros entre 0 y 255 con la forma '{r,g,b}', donde r, g, b corresponden a la cantidad de rojo (red), verde (green) y azul (blue) que definen el color. Para facilitar el trabajo, se han definido algunos colores: [negro](#), [blanco](#), [rojo](#), [verde](#), [azul](#), [cian](#), [magenta](#), [amarillo](#), [marrón](#), [naranja](#), [rosa](#), [gris](#), [gris oscuro](#), [gris claro](#) y la lista completa de colores html.

*Valor por defecto:* negro

#### contorno

Indica si se tiene que pintar o no el contorno de las figuras cerradas.

*Valores posibles:* [cierto](#) y [falso](#).

*Valor por defecto:* [cierto](#)

#### llenar

En el caso de tener una figura cerrada, indica si se pinta el interior.

*Valores posibles:* [cierto](#) y [falso](#).

*Valor por defecto:* [falso](#)

#### color\_relleno

En el caso de tener una figura cerrada y el valor de `llenar` sea cierto, indica el color con el que se pinta el interior de las figuras.

*Valores posibles:* un [Color](#) y ["automático"](#); si escogemos este segundo valor de la opción, el interior de la figura se pinta con el color especificado en la opción `color`.

*Valor por defecto:* ["automático"](#)

#### visible

Indica si el elemento es visible o no.

*Valores posibles:* [cierto](#) y [falso](#).

*Valor por defecto:* [cierto](#)

#### móvil

Si el objeto a dibujar no se ha definido de manera estática, permite que éste se pueda o no mover en el plano.

Valores posibles: `cierto` y `falso`.

Valor por defecto: `cierto`

### `evaluar`

Indica si el elemento se evalúa en el momento de hacer el dibujo o no.

Valores posibles: `cierto` y `falso`.

Valor por defecto: `falso`

### `dimensiones_fijas`

Indica si, en cambiar las medidas del tablero de dibujo, los objetos se tienen o no que reposicionar en el plano.

Por defecto, se reposicionan.

Valores posibles: `cierto` y `falso`.

Valor por defecto: `falso`

### `tamaño_punto`

Indica el tamaño de los puntos que se dibujan en el tablero.

Valores posibles: cualquier número `Real` positivo.

Valor por defecto: 5

### `anchura_línea`

Indica el grosor de las rectas, segmentos o gráficas de funciones que se dibujan en el tablero.

Valores posibles: cualquier número `Real` positivo.

Valor por defecto: 1

### `mostrar_etiqueta`

Indica si se tiene que mostrar, en el gráfico, la etiqueta de la figura.

Valores posibles: `cierto` y `falso`.

Valor por defecto: `falso`

### `etiqueta`

Indica cuál es la etiqueta que se muestra junto a la figura.

Valores posibles: cualquier objeto y `"automático"`; si escogemos este segundo valor de la opción, la etiqueta indica el nombre de la figura.

Valor por defecto: `"automático"`

### `etiqueta_fuente`

Indica el tipo de fuente que se usa para escribir las etiquetas al tablero.

Valores posibles: cualquier objeto de tipo `Fuente`.

Valor por defecto: `{negrita=falso,cursiva=falso,nombre="SansSerif",tamaño=12}`

### `nombre`

Si el comando `dibujar` no conoce el nombre del objeto que tiene que dibujar, indica su nombre. Solamente tiene efecto cuando se trata de un único elemento y no una lista.

Valores posibles: cualquier objeto de tipo `Cadena`.

Valor por defecto: `nulo`

### `nombre_semilla`

Si el comando `dibujar` no conoce el nombre del objeto que tiene que dibujar, el nombre de dicha figura es el valor de esta opción concatenado con un número.

Valores posibles: cualquier objeto de tipo `Cadena`.

Valor por defecto: `nulo`

Ejemplos

```

P:=punto(-4,3) → punto(-4,3)
dibujar(P,{color=azul,tamaño_punto=10,mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
r:=recta(P,-3) → recta(P,-3)
dibujar(r,{anchura_línea=3,color=rosa,mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
C=circunferencia(x2+y2=7) → x2+y2=7
dibujar(C,{color=verde,llenar=cierto,color_relleno=blanco}) → tablero1

para i en 1..10 hacer → tablero1
  dibujar(punto(i,1/i),{color=naranja})
fin

evaluar=cierto
i=2 → 2
dibujar(punto(-i,i),{tamaño_punto=14,color=rojo,mostrar_etiqueta=cierto,evaluar=cierto})
  → tablero1
i=4 → 4
evaluar=falso
j=2 → 2
dibujar(punto(-j,j),{tamaño_punto=10,color=azul,mostrar_etiqueta=cierto,evaluar=falso})
  → tablero1
j=4 → 4
    
```

## Dibujo de regiones



dibujar regiones: `dibujar(e:Inecuación)`

Podemos dibujar la región definida por desigualdades directamente con el comando `dibujar` y usar opcionalmente el operador `∧` para intersecar distintas regiones. Véase también [región](#).

Ejemplos

```

dibujar(x2+y2<4) → tablero1
dibujar(x2+y2<4 ∧ x-y>-2,{color=rojo,anchura_línea=4}) → tablero1
dibujar(x2+y2<4 ∧ x-y>-2,{contorno=falso,color_relleno=rojo}) → tablero1
dibujar({x+y=5,y-3·x=-3,x+y=-6,x=-3},{color=rojo}) → tablero1
dibujar(x+y<5 ∧ y-3·x>-3 ∧ x+y>-6 ∧ x>-3,{color=naranja}) → tablero1
    
```

región: `región(...)`

El comando `región` puede usarse para dibujar un conjunto más amplio de superficies que las que podríamos obtener con `dibujar`. Por ejemplo, será posible definir y dibujar el área delimitada por una función explícita o entre dos curvas cualesquiera.

Ejemplos

```
r=región(x2-3);
dibujar(r) → tablero1

r=región(sen);
dibujar(r) → tablero1

r=región(x2-4,x-1);
dibujar(r) → tablero1

r=región(x2+y2>9,(x-3)2+y2<10);
dibujar(r) → tablero1

r=región(x2-3,-3..5);
dibujar(r) → tablero1
```

Las igualdades usadas con `región` delimitaran zonas acotadas:

Ejemplos

```
dibujar(región(x=y2-6,x=2)) → tablero1
```

Para dibujar la región definida por una función explícita haremos:

Ejemplos

```
r=región(√x);
dibujar(r) → tablero1

r=región(√x,0..5);
dibujar(r) → tablero1

dibujar(√x) → tablero1
```

Para dibujar la región definida por dos funciones explícitas haremos:

Ejemplos

```
r=región(x3/50,x+1/2);
dibujar(r,{anchura_línea=3}) → tablero1
```

## Comando representar

`representar`: `representar(...)`

La finalidad de esta función es dibujar los objetos y mostrar, a su vez, su información relevante. Por ejemplo, la representación de funciones consiste en dibujar la gráfica y los elementos notables de las funciones, como pueden ser puntos singulares, asíntotas y máximos locales. Admite los mismos argumentos que la función `dibujar`.

Está definida para objetos de tipo:

[Función](#), [Circunferencia](#) y [Cónica](#) ([Hipérbola](#), [Elipse](#) y [Parábola](#))

Si se aplica el comando a un objeto para el que `wiris` no considera o no sabe cómo calcular ningún elemento especial, el comando es equivalente a `dibujar`.

Ejemplos

```

representar(x2-1,x) → tablero1
representar( $\frac{x^2-1}{x-4}$ ,x) → tablero1
representar(cfr(punto(2,3),5)) → tablero1
representar(x·y=1) → tablero1
    
```

opciones representar:

Las opciones de [representar](#) son las mismas que las de [dibujar](#).

## Comandos para escribir texto

**escribir:** [escribir\(d,P:Punto\)](#)

Esta función permite escribir [d](#) en el punto [P](#). Normalmente [d](#) será de tipo [Cadena](#) aun cuando puede ser cualquier objeto. Por lo general, podemos considerar que el comando [escribir](#) es una manera rápida de dibujar objetos de tipo [Caja\\_de\\_texto](#).

Ejemplos

```

P=punto(2,3) → (2,3)
r:=recta(punto(0,0),P) → recta(punto(0,0),P)
dibujar({P,r}) → tablero1
escribir("Mueve el punto!!",P+[1,1]) → tablero1
escribir("pendiente="|pendiente(r),P+[2,0]) → tablero1
escribir(" $\frac{1}{2} + \frac{1}{2}$ ",punto( $\frac{1}{2}, \frac{1}{2}$ )) → tablero1
    
```

**opciones escribir:** De forma opcional, el último argumento del comando [escribir](#) puede ser una [Lista](#) de opciones.

Las opciones que podemos pasar al comando [escribir](#) son tanto las del comando [caja\\_de\\_texto](#) como las de [dibujar](#) (podemos verlos [aquí](#)), ya que [escribir\(t,d,P,O\)](#) es equivalente a [dibujar\(t,caja\\_de\\_texto\(d,P,O\),O\)](#), donde [t](#) es un [Tablero](#), [O](#) es una [Lista](#) de opciones, y [d](#) y [P](#) son como descritas en el párrafo anterior.

Las principales opciones del comando [caja\\_de\\_texto](#) son:

[fondo](#)

Indica si se tiene que pintar o no el fondo correspondiente al objeto que se representa.

Valores posibles: [cierto](#) y [falso](#).

Valor por defecto: [falso](#)

[color\\_de\\_fondo](#)

En el caso de que el valor de [fondo](#) sea cierto, indica el color con el que se pinta el fondo del objeto que se representa.

Valores posibles: cualquier [Color](#), en formato numérico {r,g,b} o bien, si está definido, por su nombre.



*Valor por defecto:* {255,255,255} (color blanco).

### contorno

Indica si se tiene que añadir o no un borde alrededor del objeto que se representa; y, en el primer caso, determina el grosor que tendrá.

*Valores posibles:* cualquier número **Entero** no negativo.

*Valor por defecto:* 0

### color\_de\_contorno

En el caso de que el valor de **contorno** sea un número **Entero** positivo, indica el color con el que se pinta el borde.

*Valores posibles:* cualquier **Color**, en formato numérico {r,g,b} o bien, si está definido, por su nombre.

*Valor por defecto:* {0,0,0} (color negro).

### posición\_horizontal

Indica la posición horizontal de la **Caja\_de\_texto** tomando como referencia el punto especificado.

*Valores posibles:* "izquierda", "centro" y "derecha".

*Valor por defecto:* "derecha"

### posición\_vertical

Indica la posición vertical de la **Caja\_de\_texto** tomando como referencia el punto especificado.

*Valores posibles:* "arriba", "centro", "línea\_base" y "abajo".

*Valor por defecto:* "línea\_base"

### anchura\_máxima

Indica la anchura máxima de la **Caja\_de\_texto**. Cuando el texto la excede, éste salta de línea.

*Valores posibles:* cualquier número **Real** positivo.

*Valor por defecto:* # (infinito).

### fuentes

Indica la fuente que se usa para escribir el texto en el tablero.

*Valores posibles:* cualquier objeto de tipo **Fuente**.

*Valor por defecto:* {**negrita=falso**,**cursiva=falso**,**nombre="SansSerif"**,**tamaño=12**}

### fuentes\_negrita

Indica si el texto del tablero usa letra en negrita.

*Valores posibles:* **cierto** y **falso**.

*Valor por defecto:* **falso**

### fuentes\_itálica

Indica si el texto usa letra cursiva.

*Valores posibles:* **cierto** y **falso**.

*Valor por defecto:* **falso**

### nombre\_fuente

Indica el nombre de la fuente usada.

*Valores posibles:* "Serif", "SansSerif" y "Monospaced".

*Valor por defecto:* "SansSerif"

### tamaño\_fuente

Indica el tamaño de la fuente del texto.

*Valores posibles:* cualquier número **Entero** positivo.



*Valor por defecto:* 12

Los comandos [dibujar](#), [representar](#) o [escribir](#) pueden recibir como primer argumento, y de manera opcional, el tablero de dibujo donde queremos que se haga la representación. Si el primer argumento no es uno tablero, wiris proporciona uno de características predefinidas.

Cada bloque de cálculos tiene su tablero por defecto y, de hecho, puede tener tantos como queramos. Los comandos para crear un tablero de dibujo son `tablero()` o `tablero(P,x,y)`; este último permite crear un tablero con centro en el punto  $P$ , anchura  $x$  y altura  $y$ .

**Ejemplos**



```
T1=tablero(punto(0,0),2000,2000) → tablero1
T2=tablero(punto(5,5),10,10) → tablero2
dibujar(T1,punto(35,50)) → tablero1
dibujar(T2,cfr(punto(5,5),3)) → tablero2
```

Por defecto, cuando se crea un tablero, en éste aparecen los ejes coordenados y una malla de color naranja. Si queremos que estos elementos no aparezcan, debemos ejecutar `mostrar_ejes(falso)` y `mostrar_malla(falso)`, respectivamente, antes de crear el tablero y de dibujar nada. Si un tablero de dibujo tiene la malla visible los puntos sólo se pueden mover sobre los vértice de la malla. Una vez generado un tablero de dibujo, podemos controlar los ejes y la malla con los iconos  o , respectivamente.

En el siguiente ejemplo se crea un tablero de dibujo donde, a diferencia de lo habitual, no aparecen ni los ejes ni la malla:

**Ejemplos**

```
tablero(punto(0,0),20,7) → tablero1
mostrar_ejes(falso);
mostrar_malla(falso);
```

La descripción de los iconos del tablero de dibujo ( , , , , etc ) se encuentra en el apartado [Menús, iconos...](#)

**opciones tablero:** Las principales opciones del comando `tablero` son:

**centro**

Indica el punto en el centro del tablero.

Valores posibles: cualquier [Punto](#).

Valor por defecto: `punto(0,0)`

**altura**

Indica la altura del tablero.

Valores posibles: cualquier número [Real](#) positivo.

Valor por defecto: 21

**anchura**

Indica la anchura del tablero.

Valores posibles: cualquier número [Real](#) positivo.

Valor por defecto: 21

**visible**

Indica si el tablero es visible o no.

Valores posibles: [cierto](#) y [falso](#).

Valor por defecto: [cierto](#)

**color\_de\_fondo**

Indica el color de fondo del tablero.

*Valores posibles:* cualquier **Color**, en formato numérico {r,g,b} o bien, si está definido, por su nombre.

*Valor por defecto:* {255,255,240} (color crema).




### proporción

Indica la proporción deseada entre altura y anchura del tablero.

*Valores posibles:* cualquier número **Real** positivo.

*Valor por defecto:* 1

### información

Indica qué información debe mostrarse cuando pasamos el ratón por encima de una figura. Esta información puede cambiarse una vez el dibujo está en pantalla mediante los iconos ,  y  de la barra de herramientas del tablero de dibujo.

Más información en [etiqueta](#) o [mostrar\\_etiqueta](#).

*Valores posibles:* "nada", "nombre", "definición" y "valor".

*Valor por defecto:* "nombre"

· Atributos de la ventana

### altura\_ventana

Indica la altura de la ventana de dibujo, en píxeles.

*Valores posibles:* cualquier número **Entero** positivo.

*Valor por defecto:* 450

### anchura\_ventana

Indica la anchura de la ventana de dibujo, en píxeles.

*Valores posibles:* cualquier número **Entero** positivo.

*Valor por defecto:* 450

### proporción\_ventana

Indica la proporción deseada entre altura y anchura de la ventana de dibujo.

*Valores posibles:* cualquier número **Real** positivo.

*Valor por defecto:* 1

· Atributos de los ejes coordenados

### mostrar\_ejes

Indica si los ejes coordenados aparecen o no en el dibujo.

*Valores posibles:* **cierto** y **falso**.

*Valor por defecto:* **cierto**

### color\_ejes

En el caso de que el valor de [mostrar\\_ejes](#) sea cierto, indica el color con el que se pintan los ejes.

*Valores posibles:* cualquier **Color**, en formato numérico {r,g,b} o bien, si está definido, por su nombre.

*Valor por defecto:* {150,150,255} (azul claro).

### estilo\_de\_ejes

Indica como se representan los ejes de coordenadas, si bien como dos rectas perpendiculares, o bien como un par de flechas perpendiculares entre si. Además, en este segundo caso, el eje de abscisas se puede identificar por x o por X y el eje de ordenadas por y o por Y.

*Valores posibles:* "nada", "flecha", "flecha\_xy" y "flecha\_XY".

*Valor por defecto:* "nada"

### fuentes\_ejes

Indica la fuente que se usa para escribir el texto y los valores que acompañan los ejes.

*Valores posibles:* cualquier objeto de tipo **Fuente**.

Valor por defecto: {negrita=falso,cursiva=falso,nombre="SansSerif",tamaño=10}

### etiqueta\_de\_ejes

Da nombre a los ejes de coordenadas. La primera componente de la lista da nombre al eje de las abscisas, mientras que la segunda lo da al eje de las ordenadas.

Valores posibles: cualquier Lista de dos componentes.

Valor por defecto: {}, (una Lista\_vacía de dos elementos).

· Atributos de la malla

### mostrar\_malla

Indica si en la ventana aparece o no una malla. Si la malla aparece, el movimiento de los puntos dibujados se limita a los puntos de corte de la malla; si no aparece, los puntos se pueden mover libremente por el tablero de dibujo.

Valores posibles: cierto y falso.

Valor por defecto: cierto

### color\_malla

Indica el color de la malla.

Valores posibles: cualquier Color en formato numérico {r,g,b} o bien, si está definido, por su nombre.

Valor por defecto: {255,200,100} (naranja claro).

## Geometría interactiva

Es posible dibujar una serie de objetos usando relaciones geométricas y ver como moviendo algunos de ellos se mantienen dichas relaciones. Para ello, los objetos que dependen de otros deben declararse con el símbolo :=.

Después de calcular el siguiente ejemplo, pruébese de mover el punto P.

Ejemplos

```
P=punto(3,5) → (3,5)
l:=recta(2x+y=3) → recta(2·x+y=3)
r:=paralelas(l,P) → paralelas(l,P)
dibujar({P,l},{mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
dibujar(r,{color=azul}) → tablero1
```

desplazador: comando desplazador

Usaremos el comando desplazador y declararemos una variable con := para poder escoger números reales de forma interactiva.

Este comando recibe como argumentos un recorrido y, opcionalmente, un valor inicial.

Ejemplos

```
a:=desplazador(-5..5) → desplazador(-5..5)
dibujar(a) → tablero1
dibujar(y=x+a) → tablero1

a:=desplazador(-5..5,0) → desplazador(-5..5,0)
dibujar(a) → tablero1
dibujar(y=x+a) → tablero1
```

**punto más cercano:** comando `punto_más_cercano`

En geometría interactiva a veces es necesario restringir un punto a estar sobre otra figura. Este comando recibe como primer argumento un objeto geométrico y como segundo argumento el valor del punto inicial.

**Ejemplos**

```
l :=recta(x+2y=0) → recta(x+2·y=0)  
P :=punto_más_cercano(l,punto(0,0)) → punto_más_cercano(l,punto(0,0))  
r :=perpendiculares(l,P) → perpendiculares(l,P)  
dibujar({l,P}) → tablero1  
dibujar(r,{color=azul}) → tablero1
```

## Gráficos 3D

wiris dispone de procedimientos para la representación gráfica en tres dimensiones. Las principales aplicaciones de estos procedimientos son la representación de las figuras de la [geometría](#) y la representación de las [funciones](#).

La representación se hace en un [Tablero de dibujo](#) mediante el comando `dibujar3d`. Para escribir texto en el dibujo, usamos el comando `escribir3d`.

Podemos consultar el comando [estado\\_geometría](#) para descubrir cómo simplificar este comando.

>>rápido		
Comando dibujar	dibujar un objeto	dibujar una función
	dibujar una ecuación	curvas de nivel
	dibujar vectores	opciones dibujar3d
Comandos para escribir texto	escribir3d	opciones escribir3d
Tablero de dibujo	opciones tablero3d	
Geometría interactiva		

### Comando dibujar

dibujar un objeto: `dibujar3d(d:Dibujable3d)`

Por lo general, esta función dibuja un objeto `d` en un tablero de dibujo. Algunos de los objetos dibujables son [Punto](#), [Recta](#), [Plano3d](#), [Segmento](#), [Triángulo](#), [Poligonal](#), [Poliedro3d](#), [Superficie](#), [Curva3d](#) y [Caja\\_de\\_texto](#). Si el argumento es una [Lista](#), entonces se dibujan todos sus elementos.

#### Ejemplos 3D

```
dibujar3d(punto(7,2,0)) → tablero1
dibujar3d(punto(-3,3,1)) → tablero1
dibujar3d(recta(punto(3,5,6),punto(-2,1,-4))) → tablero1
```

Mención aparte merece el caso de que el parámetro `d` sea un identificador (variable). Si tiene como valor un objeto dibujable, entonces se dibuja; de lo contrario no se hace nada y obtenemos un aviso. Si más adelante el valor de `d` cambia, entonces el dibujo se actualiza para mostrar el nuevo objeto. Se podría decir que el tablero de dibujo recuerda qué elementos hay dibujados en él y, si cambian de valor, los redibuja.

En el siguiente ejemplo podemos constatar este comportamiento. Si definimos `P` como el punto (3,5,0) y lo dibujamos (primer bloque), aparece el punto (3,5,0) en el tablero de dibujo. Si, a continuación, `P` toma como valor el punto (2,-1,0), éste será el punto que aparece dibujado. Notemos que esto pasa sin tener que volver a usar el comando `dibujar3d` con el punto `P`.

#### Ejemplos 3D

```
P=punto(3,5,0) → (3,5,0)
dibujar3d(P) → tablero1

P=punto(3,5,0) → (3,5,0)
dibujar3d(P) → tablero1

P=punto(2,-1,0) → (2,-1,0)
```

Ejemplos 3D

```

A=punto(3,2,1) → (3,2,1)
B=punto(6,-1,0) → (6,-1,0)
r=recta(A,B) → -x-y+5=0 ∩ -x-6·y+15·z=0
dibujar3d({r,A,B}) → tablero1

A=punto(3,2,1) → (3,2,1)
B=punto(6,-1,0) → (6,-1,0)
r:=recta(A,B) → recta(A,B)
dibujar3d({r,A,B}) → tablero1

```

dibujar una función: comando `dibujar3d`

Para dibujar tanto curvas como superficies, se usa el comando `dibujar3d`. En la mayoría de casos, será suficiente indicar la expresión de la función que queremos dibujar y el sistema se encarga de escoger si se trata de una curva o superficie, el recorrido y qué variables hacen el papel de  $x$ ,  $y$  o  $z$ .

Veamos unos ejemplos de superficies.

Ejemplos 3D

```

dibujar3d(x·y) → tablero1
dibujar3d(z=sen(x)+y) → tablero1
dibujar3d(f(x,y)=2x+y) → tablero1
f(x,y) := sen(x)·cos(y) → (x,y) ↦ sen(x)·cos(y)
dibujar3d(f) → tablero1

```

También se puede especificar las variables y el recorrido.

Ejemplos 3D

```

dibujar3d(-5e-√(s2+t2),s,-7..7,t,-7..7) → tablero1

```

## Curvas paramétricas

Para dibujar curvas paramétricas, siempre será necesario indicar la variable que actúa como parámetro y su recorrido.

Ejemplos 3D

```

dibujar3d({cos(t),sen(t),t},t,-10..10) → tablero1
dibujar3d({x=t,y=2t,z=1-t},t,-10..10) → tablero1
dibujar3d({x=y·sen(y),y=y,z=y·cos(y)},z,-10..10..0.2,{color=rojo,anchura_línea=5})
→ tablero1

```

## Superficies paramétricas

Indicando las dos variables de las que depende la superficie y sus respectivos recorridos, es posible dibujar superficies paramétricas.

**Ejemplos 3D**

```
dibujar3d({5sen(t)·cos(s),5sen(t)·sen(s),5cos(t)},s,0..π,t,0..2π) → tablero1
dibujar3d({x=s·cos(t),y=s·sen(t),z=s},t,0..2π,s,0..10) → tablero1
```

dibujar una ecuación: `dibujar3d(eq:Ecuación)`

El comando `dibujar3d` admite también una *ecuación* como argumento. Este comando nos proporciona una representación gráfica del objeto matemático asociado a esta ecuación.

Las ecuaciones que admite el comando son las que corresponden a objetos de tipo `Plano3d`.

**Ejemplos 3D**

```
dibujar3d(x+y-z=0) → tablero1
```

curvas de nivel: comando `curvas_de_nivel`

El comando `curvas_de_nivel` nos permitirá crear y dibujar las curvas de nivel asociadas a una superficie. El resultado de `curvas_de_nivel` lo podemos dibujar tanto en el plano como en el espacio.

**Ejemplos 3D**

```
l=curvas_de_nivel(x2+y2);
dibujar(l) → tablero1

l=curvas_de_nivel(x2+y2,0..3..0.5);
dibujar(l) → tablero1

f(x,y)=x2+y → (x,y)↦x2+y
dibujar(curvas_de_nivel(f)) → tablero1

lc=curvas_de_nivel(sen(x/5)+cos(y/5));
dibujar3d(lc,{anchura_linea=4,color=rojo}) → tablero1

dibujar3d(sen(x/5)+cos(y/5)) → tablero1
```



**dibujar vectores:** `dibujar(v:Vector,P:Punto)`

Dibujamos un vector indicando dicho vector y un punto. Las opciones servirán para indicar la forma de la flecha.

Ejemplos

```
dibujar3d([3,2,6],punto(1,1,1)) → tablero1
dibujar3d(-3x-3y+6z=0,{color=naranja}) → tablero1
dibujar3d([-3,-3,6],punto(0,0,0)) → tablero1
dibujar3d([3,5,6],punto(0,0,0},{tamaño=5}) → tablero1
dibujar3d([3,-5,6],punto(0,0,0},{tamaño=20,anchura_línea=8}) → tablero1
```

**opciones dibujar3d:** De forma opcional, el último argumento del comando `dibujar3d` puede ser una [Lista](#) de opciones.

Las opciones permiten controlar el aspecto (color, grueso, etc.) de las figuras. El funcionamiento de algunas opciones, o su calidad, depende de la versión de Java™ (JVM) que esté instalada en el ordenador. Con Java™ versión 1.3 (Java 2) o una versión posterior, en el segundo ejemplo, podemos ver rectas de diferente anchura. [Descargar la última versión de Java](#).

Ejemplos 3D

```
dibujar3d(punto(-2,-2,5),{color=azul}) → tablero1
dibujar3d(punto(0,0,0),{color=verde,tamaño_punto=5}) → tablero1
dibujar3d(punto(2,2,1),{color=rojo,tamaño_punto=10}) → tablero1
dibujar3d(punto(4,4,4),{color=naranja,tamaño_punto=20}) → tablero1
P=punto(-2,-2,-2) → (-2,-2,-2)
Q=punto(2,2,2) → (2,2,2)
r=recta(P,Q) → -x+z=0 ∩ -x+y=0
dibujar3d(r,{color=azul,anchura_línea=2}) → tablero1
dibujar3d(perpendiculares(r,P),{color=rojo,anchura_línea=8}) → tablero1
dibujar3d(x·y,{alambre=cierto,llenar=falso}) → tablero1
```

Introducimos cada uno de los valores de las opciones separados por comas y siguiendo el formato 'nombre\_opción=valor\_opción'; por ejemplo `color=verde`.

Las principales opciones del comando `dibujar3d` son:

#### color

Indica el color con el que se dibuja en el tablero.

*Valores posibles:* lista de tres enteros entre 0 y 255 con la forma '{r,g,b}', donde r,g,b corresponden a la cantidad de rojo (red), verde (green) y azul (blue) que definen el color. Para facilitar el trabajo, se han definido algunos colores: [negro](#), [blanco](#), [rojo](#), [verde](#), [azul](#), [cian](#), [magenta](#), [amarillo](#), [marrón](#), [naranja](#), [rosa](#), [gris](#), [gris oscuro](#), [gris claro](#) y la lista completa de colores [html](#).

*Valor por defecto:* [negro](#)

#### contorno

Indica si se tiene que pintar el contorno de las figuras cerradas.

*Valores posibles:* [cierto](#) y [falso](#).

*Valor por defecto:* [cierto](#)

#### llenar

En el caso de tener una figura cerrada, el comando indica si se pinta su interior.

Valores posibles: `cierto`, `falso` y `"automático"`.

Valor por defecto: `"automático"`

### `color_relleno`

En el caso de tener una figura cerrada y el valor de `llenar` sea `cierto`, indica el color con el que se pinta el interior de las figuras.

Valores posibles: Un `Color` y `"automático"`; si escogemos este segundo valor de la opción, el interior de la figura se pintará con el mismo color que la opción `color`.

Valor por defecto: `"automático"`

### `visible`

Indica si el elemento es visible o no.

Valores posibles: `cierto` y `falso`.

Valor por defecto: `cierto`

### `transparencia`

Indica el grado de transparencia del elemento. El valor 0 indica que el elemento es totalmente opaco. El valor 1 indica que es totalmente transparente.

Valores posibles: cualquier número `Real` entre 0 y 1.

Valor por defecto: 0.3

### `móvil`

Si el objeto a dibujar no se ha definido de manera estática, permite que éste se pueda o no mover en el espacio.

Valores posibles: `cierto` y `falso`.

Valor por defecto: `cierto`

### `alambre`

Indica si las aristas del elemento se destacan o no.

Valores posibles: `cierto`, `falso` y `"automático"`.

Valor por defecto: `"automático"`

### `tamaño_punto`

Indica el tamaño de los puntos que se dibujan en el tablero.

Valores posibles: cualquier número `Real` positivo.

Valor por defecto: 5

### `anchura_línea`

Indica el grosor de las rectas, segmentos o gráficas de funciones que dibujamos en el tablero.

Valores posibles: cualquier número `Real` positivo.

Valor por defecto: 1

### `evaluar`

Indica si el elemento se evalúa en el momento de hacer el dibujo o no.

Valores posibles: `cierto` y `falso`.

Valor por defecto: `falso`

### `mostrar_etiqueta`

Indica si se tiene que mostrar, en el gráfico, la etiqueta de la figura.

Valores posibles: `cierto` y `falso`.

Valor por defecto: `falso`

### `etiqueta`

Indica cuál es la etiqueta que se muestra junto a la figura.

Valores posibles: cualquier objeto y `"automático"`; si escogemos este segundo valor de la opción, la etiqueta indica el nombre de la figura.

Valor por defecto: `"automático"`

### `etiqueta_fuente`

Indica el tipo de fuente que se usa para escribir las etiquetas del tablero.

Valores posibles: cualquier objeto de tipo **Fuente**.

Valor por defecto: {**negrita=falso,cursiva=falso,nombre="SansSerif",tamaño=12**}

### nombre

Si el comando **dibujar3d** no conoce el nombre del objeto que tiene que dibujar, indica su nombre. Solamente tiene efecto cuando se trata de un único elemento y no una lista.

Valores posibles: cualquier objeto de tipo **Cadena**.

Valor por defecto: **nulo**

### nombre\_semilla

Si el comando **dibujar3d** no conoce el nombre del objeto que tiene que dibujar, el nombre de dicha figura es el valor de esta opción concatenado con un número.

Valores posibles: cualquier objeto de tipo **Cadena**.

Valor por defecto: **nulo**

## Ejemplos 3D

```

para i en -10..10..4 hacer                                → tablero1
  para j en -10..10..4 hacer
    dibujar3d(punto({i,j,4·cos( $\frac{i}{2}$ )·sen( $\frac{j}{2}$ )}),{color=rojo})
  fin
fin
dibujar3d({x,y,4·cos( $\frac{x}{2}$ )·sen( $\frac{y}{2}$ )},x,y,{color=naranja,transparencia=0})
→ tablero1

tablero3d({información="valor"}) → tablero1
evaluar=falso
i=2;j=0;k=4;
dibujar3d(punto(i,j,k),{color=rojo,mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
i=0;j=0;k=0;
evaluar=cierto
a=2;b=0;c=4;
dibujar3d(punto(a,b,c),{color=azul,mostrar_etiqueta=cierto,evaluar=cierto})
→ tablero1
a=0;b=0;c=0;

```

## Comandos para escribir texto

**escribir3d**: **escribir3d**(*d,P:Punto*)

Esta función permite escribir *d* en el punto *P*. Normalmente *d* será de tipo **Cadena** aun cuando puede ser cualquier objeto. Por lo general, podemos considerar que el comando **escribir3d** es una manera rápida de dibujar objetos de tipo **Caja\_de\_texto**.

**Ejemplos 3D**

```

P=punto(2,3,-2) → (2,3,-2)
r:=recta(punto(0,0,0),P) → recta(punto(0,0,0),P)
dibujar3d({P,r}) → tablero1
escribir3d("Mueve el punto!!",P) → tablero1
escribir3d("vector director="|vector(r),P+vector(r)) → tablero1
escribir3d("1/2 + 1/2 + 1/2",punto(1/2,1/2,1/2)) → tablero1
    
```

opciones `escribir3d`: De forma opcional, el último argumento del comando `escribir3d` puede ser una [Lista](#) de opciones.

Las opciones que podemos pasar al comando `escribir3d` son tanto las del comando `caja_de_texto` como las de `dibujar` (podemos verlas [aquí](#)) ya que `escribir3d(t,d,P,O)` es equivalente a `dibujar(t,caja_de_texto(d,P,O),O)`, donde `t` es un `Tablero3d`, `O` es una [Lista](#) de opciones, y `d` y `P` son como descritas en el párrafo anterior. Para conocer las opciones de este comando, podemos consultar su homónimo en el capítulo [Gráficos 2D](#).

**Tablero de dibujo**

Los comandos `dibujar3d` o `escribir3d` pueden recibir como primer argumento, y de manera opcional, el tablero de dibujo donde queremos que se haga la representación. Si el primer argumento no es uno tablero, wiris proporciona uno de características predefinidas.

Cada bloque de cálculos tiene su tablero por defecto y, de hecho, puede tener tantos como queramos. El comando para crear un tablero de dibujo es `tablero3d()` o `tablero3d(P,x,y,z)`; este último permite crear un tablero con centro en el punto `P`, anchura `x`, altura `y` y profundidad `z`.

**Ejemplos 3D**

```





T1=tablero3d(punto(0,0,0),2000,2000,2000) → tablero1
T2=tablero3d(punto(5,5,5),10,10,10) → plotter2
dibujar3d(T1,punto(200,200,200)) → tablero1
dibujar3d(T2,x=0) → plotter2
    
```

Una vez creado el tablero, se pueden modificar sus atributos utilizando la función `atributos3d`. En el siguiente ejemplo, se crea un tablero de dibujo donde, a diferencia de lo habitual, no aparecen ni los ejes ni el cubo:

**Ejemplos 3D**

```

p=tablero3d(punto(0,0,0),20,7,5) → tablero1
dibujar3d(sen(x)·cos(y),x,y) → tablero1
atributos3d(p,{mostrar_ejes=falso, mostrar_cubo=falso}) → tablero1
    
```

La descripción de los iconos del tablero de dibujo ( , , , , etc ), se encuentra en el apartado [Menús, iconos...](#)

**opciones tablero3d:** Las principales opciones del comando `tablero3d` son:

#### `centro`

Indica el punto en el centro del tablero.

Valores posibles: cualquier **Punto**.

Valor por defecto: `punto(0,0,0)`

#### `altura`

Indica la altura del tablero.

Valores posibles: cualquier número **Real** positivo.

Valor por defecto: 21

#### `anchura`

Indica la anchura del tablero.

Valores posibles: cualquier número **Real** positivo.

Valor por defecto: 21

#### `profundidad`

Indica la profundidad del tablero.

Valores posibles: cualquier número **Real** positivo.

Valor por defecto: 21

#### `color_de_fondo`




Indica el color de fondo del tablero.

Valores posibles: cualquier **Color**, en formato numérico  $\{r,g,b\}$  o bien, si está definido, por su nombre.

Valor por defecto:  $\{255,255,240\}$  (color crema).

#### `información`

Indica qué información debe mostrarse cuando pasamos el ratón por encima de una figura. Esta información

puede cambiarse una vez el dibujo está en pantalla mediante los iconos ,  o  de la barra de herramientas del tablero de dibujo.

Más información en `etiqueta` o `mostrar_etiqueta`.

Valores posibles: "`nada`", "`nombre`", "`definición`" y "`valor`".

Valor por defecto: "`nombre`"

#### `visible`

Indica si el tablero es visible o no.

Valores posibles: `cierto` y `falso`.

Valor por defecto: `cierto`

#### `transforma_matriz`

Indica la posición del cubo de representación dentro de la ventana de dibujo. Cada vez que movemos el cubo,

podemos conocer la nueva posición mediante el icono  de la barra de herramientas del tablero de dibujo.

Valores posibles: cualquier **Matriz** de números **Real** 3x3.

Valor por defecto: -

- Atributos de la ventana

#### `altura_ventana`

Indica la altura de la ventana de dibujo, en píxeles.

Valores posibles: cualquier número **Entero** positivo.

Valor por defecto: 450

#### `anchura_ventana`

Indica la anchura de la ventana de dibujo, en píxeles.

Valores posibles: cualquier número **Entero** positivo.

Valor por defecto: 450

· Atributos de los ejes coordenados

**mostrar\_ejes**

Indica si los ejes coordenados aparecen o no en el dibujo.

Valores posibles: **cierto** y **falso**.

Valor por defecto: **cierto**

**color\_ejes**

En el caso de que el valor de **mostrar\_ejes** sea cierto, indica el color con el que se pintan los ejes.

Valores posibles: cualquier **Color**, en formato numérico {r,g,b} o bien, si está definido, por su nombre.

Valor por defecto: {150,150,255} (azul claro).

· Atributos del cubo

**mostrar\_cubo**

Indica si en la ventana aparece o no un cubo. Los puntos se pueden mover libremente por el tablero de dibujo.

Valores posibles: **cierto** y **falso**.

Valor por defecto: **cierto**

**color\_del\_cubo**

Indica el color del cubo.

Valores posibles: cualquier **Color**, en formato numérico {r,g,b} o bien, si está definido, por su nombre.

Valor por defecto: {150,150,255} (azul claro).

## Geometría interactiva

La geometría interactiva en el espacio actúa de la misma forma que lo hace en el plano. Véase [Geometría interactiva en el plano](#).

Ejemplos 3D

**a := desplazador(-10..10,0) → desplazador(-10..10,0)**

**s:=plano( $z = \frac{x}{10} - 5$ ) →  $-x + 10 \cdot z + 50 = 0$**

**p := punto(0,0,a) → punto(0,0,a)**

**t := paralelas(s,p) → paralelas(s,p)**

**dibujar3d(s,{color=rojo}) → tablero1**

**dibujar3d(t,{color=naranja}) → tablero1**

**dibujar3d({a,p}) → tablero1**

## Estadística

<b>&gt;&gt;rápido</b>				
<b>Funciones</b>	media	media geométrica	media armónica	variancia
	desviación estándar	mediana	cuartil	moda
<b>Funciones dos variables</b>	covariancia	correlación	recta de regresión	

La Estadística Descriptiva es la rama de la estadística que recoge datos, los analiza y presenta los resultados con gráficos o mediante el cálculo de parámetros estadísticos, unos pocos números que tienden a describir el conjunto de datos. Además, en muchas ocasiones no es posible llegar a observar el valor de la variable para todos los elementos de una población y en este caso se recogen los datos sobre una muestra, porción de una población que es utilizada para inferir información sobre algunas características de la población total. Esta es la situación a la que más se ajustan a los procedimientos que se explican en este capítulo.

En otras ocasiones las observaciones de la Estadística Descriptiva corresponden a valores observados en la realización de un experimento aleatorio. En este caso la muestra de los resultados tiene como finalidad intentar establecer el modelo teórico que regula el experimento.

En el área de la Estadística, wiris trabaja siempre con números decimales a diferencia del resto de áreas de conocimiento, por seguir la práctica habitual.

Vemos cómo se puede representar una muestra con 3 ceros y 4 unos.

**Ejemplos**

```
{0,1,0,0,1,1,1} → {0,1,0,0,1,1,1}
[0→3,1→4] → [0→3,1→4]
lista([0→3,1→4]) → {0,0,0,1,1,1,1}
```

En el primer caso hemos considerado una **Lista** que contiene los elementos de la muestra; en el segundo caso, usamos un **Divisor** dónde se indica cuántas veces aparece cada valor. Vemos ahora algunas operaciones que podemos realizar con muestras.

**Ejemplos**

```
media({0,1,0,0,1,1,1}) → 0.57143
media([0→3,1→4]) → 0.57143
mediana({-3,-2,1,1,1,2}) → 1.
variancia({-3,5,0,1,2}) → 8.5
X={1,2,-1,4} → {1,2,-1,4}
Y={-1,-2,1,-4} → {-1,-2,1,-4}
correlación(X,Y) → -1.
```

Para acabar con la introducción, comentamos que podemos agrupar diferentes muestras de variables aleatorias mediante un **Divisor**. La explicación detallada de esta capacidad se encuentra en la descripción de **Multimuestra** en el índice alfabético.

Veamos antes de proseguir algunos ejemplos aclaratorios:

**Ejemplos**

```

M=[amplitud→{100,79,97},longitud→{0.1,0.07,0.9}]
  → [amplitud→{100,79,97},longitud→{0.1,0.07,0.9}]
media(M) → {amplitud→92.,longitud→0.35667}

D=[nombre→{"A","B","C"},altura→{50,30,150},anchura→{5,2.9,14}]
  → [altura→{50,30,150},nombre→{A,B,C},anchura→{5,2.9,14}]
correlación(D,altura,anchura) → 0.99974
    
```

## Funciones ▲

En este apartado se explican las funciones que wiris puede aplicar a un conjunto de datos (observados de una variable estadística),  $x=\{x_1,x_2,\dots,x_n\}$ .

**media:** comando `media`

$$\frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

donde  $n=\text{longitud}(x)$ .

**Ejemplos**

```

X={1,2,1,-3,1,-5,2} → {1,2,1,-3,1,-5,2}
media(X) → -0.14286

X=[2→1,3→3,-1→2] → [-1→2,2→1,3→3]
media(X) → 1.5
    
```

**media geométrica:** comando `media_geométrica`

$$\sqrt[n]{\prod_{i=1}^n x_i}$$

donde  $n=\text{longitud}(x)$ .

**Ejemplos**

```

X={1,2,1,-3,1,-5,2} → {1,2,1,-3,1,-5,2}
media_geométrica(X) → 1.7948

X=[2→1,3→3,-1→2] → [-1→2,2→1,3→3]
media_geométrica(X) → 1.9442
    
```



**media harmónica:** comando `media_harmónica`

$$\frac{n}{\sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i}}$$

donde  $n = \text{longitud}(x)$ .

**Ejemplos**

- `X = {1,2,1,-3,1,-5,2}` → `{1,2,1,-3,1,-5,2}`
- `media_harmónica(X)` → 2.0192
- `X = [2→1,3→3,-1→2]` → `[-1→2,2→1,3→3]`
- `media_harmónica(X)` → -12.

**variancia:** comando `variancia`

Calcula la variancia según la definición inferencial. Eso es,

$$\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - m_x)^2}{n-1}$$

donde  $n = \text{longitud}(x)$ ,  $m_x = \text{media}(x)$ .

**Ejemplos**

- `X = {1,2,1,-3,1,-5,2}` → `{1,2,1,-3,1,-5,2}`
- `variancia(X)` → 7.4762
- `X = [2→1,3→3,-1→2]` → `[-1→2,2→1,3→3]`
- `variancia(X)` → 3.9

**desviación estándar:** comando `desviación_estándar`

$$\sqrt{\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - m_x)^2}{n-1}}$$

donde  $n = \text{longitud}(x)$ ,  $m_x = \text{media}(x)$ .

**Ejemplos**

- `X = {1,2,1,-3,1,-5,2}` → `{1,2,1,-3,1,-5,2}`
- `desviación_estándar(X)` → 2.7343
- `X = [2→1,3→3,-1→2]` → `[-1→2,2→1,3→3]`
- `desviación_estándar(X)` → 1.9748

**mediana:** comando `mediana`

Si  $x_1, x_2, \dots, x_n$  es una muestra ordenada, se define como

$$\begin{array}{lll}
 x_k & \text{si} & n=2k-1 \\
 (x_k+x_{k+1})/2 & \text{si} & n=2k
 \end{array}$$

donde  $k$  es un número entero. Si la muestra no está ordenada, basta con ordenarla y aplicar la definición anterior.

**Ejemplos**

- $X = \{1, 2, 1, -3, 1, -5, 2\} \rightarrow \{1, 2, 1, -3, 1, -5, 2\}$   
`mediana(X)`  $\rightarrow$  1.
- $X = [2 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 3, -1 \rightarrow 2] \rightarrow [-1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 3]$   
`mediana(X)`  $\rightarrow$  2.5

**cuartil:** comando `cuartil`

Calcula los diferentes cuartiles de una muestra. Véase la definición completa del comando `cuartil` en el índice alfabético.

**Ejemplos**

- $X = \{1, 2, 1, -3, 1, -5, 2\} \rightarrow \{1, 2, 1, -3, 1, -5, 2\}$   
`cuartil(1, X)`  $\rightarrow$  -1.  
`cuartil(3, X)`  $\rightarrow$  1.5
- $X = [2 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 3, -1 \rightarrow 2] \rightarrow [-1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 3]$   
`cuartil(1, X)`  $\rightarrow$  -1.  
`cuartil(3, X)`  $\rightarrow$  3.

**moda:** comando `moda`

Calcula el valor que más veces aparece en la muestra. Si hay más de un valor que aparece el número máximo de veces, obtenemos una lista con los diversos valores moda.

**Ejemplos**

- $X = \{1, 2, 1, -3, 1, -5, 2\} \rightarrow \{1, 2, 1, -3, 1, -5, 2\}$   
`moda(X)`  $\rightarrow$  1.
- $X = [2 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 3, -1 \rightarrow 2] \rightarrow [-1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 3]$   
`moda(X)`  $\rightarrow$  3.

## Funciones dos variables

wiris dispone de diversas funciones que toman como argumento una muestra de datos bivariantes, es decir, una muestra que tiene la forma  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ . Debemos notar en los ejemplos que, aunque la entrada de datos se puede hacer independientemente para los valores de una y otra variable, tenemos que suponer que son datos bivariantes.

Todos los comandos sobre datos bivariantes pueden recibir como argumento una lista de puntos en lugar de dos listas de números. De forma bastante natural, wiris considera que las abcisas de los puntos son los valores de la primera variable y que las ordenadas son los valores de la segunda variable observados en los elementos de la muestra.

**covariancia:** comando `covariancia`

$$\sum_{i=1}^n \frac{(x_i - m_x) \cdot (y_i - m_y)}{n-1}$$

donde  $m_x = \text{media}(x)$ ,  $m_y = \text{media}(y)$ .

Ejemplos

```
X={1,2,1,-3,1,-5,2} → {1,2,1,-3,1,-5,2}
Y={-1,-2,-1,3,-1,5,-2} → {-1,-2,-1,3,-1,5,-2}
covariancia(X,Y) → -7.4762

X={1,0,1,1,0} → {1,0,1,1,0}
Y=X → {1,0,1,1,0}
covariancia(X,Y) → 0.3

L=
{punto(1,3),punto(2,2),punto(1,-1),punto(-3,5),punto(1,3),punto(-5,-1),punto(2,4)
;
covariancia(L) → 1.5238
```

**correlación:** comando `correlación`

Calcula el coeficiente de correlación de Pearson entre un conjunto de datos bivariantes tomados sobre una muestra. Este parámetro indica el grado de 'relación lineal' que existe entre una y otra muestra.

$$\rho = \frac{\text{covariancia}(x,y)}{\text{desviación\_estándar}(x) \cdot \text{desviación\_estándar}(y)}$$

Ejemplos

```
X={1,2,1,-3,1,-5,2} → {1,2,1,-3,1,-5,2}
Y={-1,-2,-1,3,-1,5,-2} → {-1,-2,-1,3,-1,5,-2}
correlación(X,Y) → -1.

X={1,0,1,1,0} → {1,0,1,1,0}
Y=X → {1,0,1,1,0}
correlación(X,Y) → 1.

L=
{punto(1,3),punto(2,2),punto(1,-1),punto(-3,5),punto(1,3),punto(-5,-1),punto(2,4)
;
correlación(L) → 0.23815
```

**recta de regresión:** comando `recta_de_regresión`

Dada una muestra de datos  $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ , calcula la recta de regresión deducida a partir del método de los mínimos cuadrados, tomando  $x$  como variable predictora e  $y$  como variable de respuesta.

Ejemplos

```
X={1,2,1,-3,1,-5,2} → {1,2,1,-3,1,-5,2}
Y={-1,-2,-1,3,-1,5,-2} → {-1,-2,-1,3,-1,5,-2}
recta_de_regresión(X,Y) → y=-x

X={1,0,1,1,0} → {1,0,1,1,0}
Y=X → {1,0,1,1,0}
recta_de_regresión(X,Y) → y=x

L=
{punto(1,3), punto(2,2), punto(1,-1), punto(-3,5), punto(1,3), punto(-5,-1), punto(2,4)
;
r=recta_de_regresión(L) → y=0.20382·x+2.172
dibujar(L) → tablero1
dibujar(r, {color=rojo}) → tablero1
```

## Combinatoria

>>rápido		
Funciones	combinaciones	combinaciones con repetición
	variaciones	variaciones con repetición
	permutaciones	permutaciones con repetición

Todos los comandos de combinatoria (permutaciones, combinaciones y variaciones, con repetición o sin) tienen un icono asociado, además de ser un comando textual.

Estos comandos se usan habitualmente para calcular la cantidad de elementos de una lista de selecciones combinatorias, pero también pueden devolver las propias selecciones.



Excepto el caso especial de las permutaciones con repetición, que se explica más abajo, cuando el primer argumento de estos comandos es una lista (expresado con llaves) o un vector (expresado con corchetes), el comando devuelve la correspondiente lista de selecciones combinatorias del conjunto.

Ejemplos	<code>combinaciones({a,b,c,d},2)</code> → <code>{{a,b},{a,c},{a,d},{b,c},{b,d},{c,d}}</code>
	<code>C<sub>4,2</sub></code> → 6
	<code>P<sub>20</sub></code> → 2432902008176640000


Para wiris, los elementos de una lista o vector son diferentes, aunque estén repetidos, de manera que cuando calcula combinaciones, variaciones o permutaciones los trata como diferentes, y no como indistinguibles, excepto en el caso de las permutaciones con repetición.


Ejemplos	<code>combinaciones({a,A,α},2)</code> → <code>{{a,A},{a,α},{A,α}}</code>
	<code>combinaciones({a,a,a},2)</code> → <code>{{a,a},{a,a},{a,a}}</code>

### Funciones

**combinaciones:** Icono  o , comando `combinaciones`

El comando `combinaciones` recibe dos argumentos,  $m$  y  $n$ . Si  $m$  y  $n$  son números enteros no negativos, calcula el número de combinaciones de  $m$  elementos tomados de  $n$  en  $n$ . Si  $m$  es una **Lista** o **Vector** y  $n$  un entero no negativo, devuelve la lista con las combinaciones de sus elementos tomados de  $n$  en  $n$ .


Al hacer clic en el icono  aparece el símbolo de combinaciones estándar, conteniendo dos cajas vacías de color verde. Escribimos el argumento  $m$  en la primera y el argumento  $n$  en la segunda.

Al hacer clic en el icono , también aparecen dos cajas. Escribimos el argumento  $m$  en la superior y el argumento  $n$  en la inferior.


Ejemplos

$C_{3,2} \rightarrow 3$   
 $C_{\{4,x,y\},2} \rightarrow \{\{4,x\}, \{4,y\}, \{x,y\}\}$   
**combinaciones** (49,6)  $\rightarrow$  13983816


$$\left( \begin{array}{cccccccc}
 - & - & - & - & \binom{0}{0} & - & - & - \\
 - & - & - & \binom{1}{0} & - & \binom{1}{1} & - & - \\
 - & - & \binom{2}{0} & - & \binom{2}{1} & - & \binom{2}{2} & - \\
 - & \binom{3}{0} & - & \binom{3}{1} & - & \binom{3}{2} & - & \binom{3}{3} \\
 \binom{4}{0} & - & \binom{4}{1} & - & \binom{4}{2} & - & \binom{4}{3} & - \\
 \binom{4}{0} & - & \binom{4}{1} & - & \binom{4}{2} & - & \binom{4}{3} & - \\
 \end{array} \right) \rightarrow \left( \begin{array}{cccccccc}
 - & - & - & - & 1 & - & - & - \\
 - & - & 1 & - & 1 & - & - & - \\
 - & 1 & 2 & 1 & - & - & - & - \\
 1 & 3 & 3 & 1 & - & - & - & - \\
 1 & 4 & 6 & 4 & 1 & - & - & - \\
 \end{array} \right)$$

combinaciones con repetición: Icono , comando `combinaciones_con_repetición`


El comando `combinaciones_con_repetición` recibe dos argumentos, *m* y *n*. Si *m* y *n* son números enteros no negativos, calcula el número de combinaciones con repetición de *m* elementos tomados de *n* en *n*. Si *m* es una Lista o Vector y *n* un entero no negativo, devuelve la lista con las combinaciones con repetición de sus elementos tomados de *n* en *n*.

Al hacer clic en el icono  aparece el símbolo de combinaciones con repetición estándar, contenido en dos cajas vacías de color verde. Escribimos el argumento *m* en la primera y el argumento *n* en la segunda.


**Ejemplos**  
 $CR_{3,2} \rightarrow 6$   
 $CR_{\{4,x,y\},2} \rightarrow \{\{4,4\}, \{4,x\}, \{4,y\}, \{x,x\}, \{x,y\}, \{y,y\}\}$   
**combinaciones\_con\_repetición** (49,6)  $\rightarrow$  25827165

variaciones: Icono , comando `variaciones`


El comando `variaciones` recibe dos argumentos, *m* y *n*. Si *m* y *n* son números enteros no negativos, calcula el número de variaciones de *m* elementos tomados de *n* en *n*. Si *m* es una Lista o Vector y *n* un entero no negativo, devuelve la lista con las variaciones de sus elementos tomados de *n* en *n*.

Al hacer clic en el icono  aparece el símbolo de variaciones estándar, conteniendo dos cajas vacías de color verde. Escribimos el argumento *m* en la primera y el argumento *n* en la segunda.

**Ejemplos**  
 $V_{3,2} \rightarrow 6$   
 $V_{\{4,x,y\},2} \rightarrow \{\{4,x\}, \{x,4\}, \{4,y\}, \{y,4\}, \{x,y\}, \{y,x\}\}$   
**variaciones** (49,6)  $\rightarrow$  10068347520

**variaciones con repetición:** Icono , comando `variaciones_con_repetición`

El comando `variaciones_con_repetición` recibe dos argumentos,  $m$  y  $n$ . Si  $m$  y  $n$  son números enteros no negativos, calcula el número de variaciones con repetición de  $m$  elementos tomados de  $n$  en  $n$ . Si  $m$  es una *Lista* o *Vector* y  $n$  un entero no negativo, devuelve la lista con las variaciones con repetición de sus elementos tomados de  $n$  en  $n$ .


Al hacer clic en el icono  aparece el símbolo de variaciones con repetición estándar, conteniendo dos cajas vacías de color verde. Escribimos el argumento  $m$  en la primera y el argumento  $n$  en la segunda.

**Ejemplos**


```

VR3,2 → 9
VR{4,x,y},2 → {{4,4},{4,x},{4,y},{x,4},{x,x},{x,y},{y,4},{y,x},{y,y}}
variaciones_con_repetición(49,6) → 13841287201

```

**permutaciones:** Icono , comando `permutaciones`

El comando `permutaciones` recibe un argumento,  $n$ . Si  $n$  es un número entero no negativo, devuelve el número de permutaciones de  $n$  elementos, eso es,  $n!$ . Si  $n$  es una *Lista* o *Vector* entonces proporciona la lista de todas las permutaciones de sus elementos.


Al hacer clic en el icono  aparece el símbolo de permutaciones estándar, conteniendo una caja vacía de color verde, correspondiente al argumento  $n$ .

**Ejemplos**

```

P3 → 6
P{4,x,y} → {{4,x,y},{4,y,x},{x,4,y},{x,y,4},{y,4,x},{y,x,4}}
permutaciones({0,1}) → {{0,1},{1,0}}


```

**permutaciones con repetición:** Icono , comando `permutaciones_con_repetición`

El comando `permutaciones_con_repetición` tiene un primer argumento,  $n$ , que tiene que ser un número entero no negativo (de lo contrario el comando no hace nada) y una secuencia de uno o más argumentos adicionales  $n_1, n_2, \dots, n_r$ .

Si los argumentos adicionales son números enteros no negativos tales que  $n = n_1 + n_2 + \dots + n_r$ , el comando obtiene el número de permutaciones de  $n$  elementos formados por  $r$  elementos distintos y de forma que el  $i$ -ésimo se repite  $n_i$  veces. Si no se cumplen estas condiciones, el comando no hace nada.

En lugar de la secuencia de argumentos adicionales podemos introducir una *Lista* (o un *Vector*)  $L$  de  $n$  elementos, formada por  $r$  elementos distintos y de forma que el  $i$ -ésimo se repita  $n_i$  veces. Si  $n = n_1 + n_2 + \dots + n_r$ , el comando proporciona la lista de todas las permutaciones distintas de  $L$ , de lo contrario, no hace nada. Sí queremos calcular el conjunto, introducimos como segundo argumento la lista con los elementos que queremos combinar.

Al hacer clic en el icono  aparece el símbolo de permutaciones con repetición estándar, conteniendo dos cajas vacías de color verde. Escribimos los argumentos adicionales (esto es, la secuencia de  $n_i$ , o bien la *Lista* o *Vector*) y el argumento  $n$  en la segunda.

Ejemplos

$$P_5^{3,2} \rightarrow 10$$

$$P_4^{\{x,x,x,y\}} \rightarrow \{\{x,x,x,y\}, \{x,x,y,x\}, \{x,y,x,x\}, \{y,x,x,x\}\}$$

$$\text{permutaciones\_con\_repetici3n}(a+b+c, a, b, c) \rightarrow \frac{(a+b+c)!}{a! \cdot b! \cdot c!}$$





## Unidades de medida

>>rápido		
Tablas	Notación	
	Aritmética	
	Funciones	
	convertir	factor de conversión
	coeficiente	unidad
Tablas	Unidades básicas del SI	
	Unidades derivadas del SI	
	Unidades de otros sistemas de unidades	
	Prefijos del Sistema Internacional de Unidades	

Las unidades de medida son una herramienta básica en la física, y también en algunos aspectos de las matemáticas.

Las unidades de medida que wiris permite representar incluyen todas las del Sistema Internacional de Unidades (SI) y algunas otras, como el litro o el bar (presión atmosférica), que tienen un interés práctico. También permite al usuario definir sus propias unidades con el comando `unidad`.

En el SI hay, además de las unidades principales, sus múltiplos y submúltiplos decimales, que se denotan usando los prefijos `deca`, `hecto`, `kilo`, `deci`, `centi`, `mili`... La relación completa de unidades del SI, así como de los prefijos, sus nombres, sus abreviaturas y los correspondientes factores de conversión respecto de la unidad básica, se encuentran en las `tablas` del final del capítulo. Podemos usar los iconos de la pestaña Unidades de Medida para crear unidades y

medidas. Por ejemplo, para expresar el metro usaremos el icono  y para expresar decímetro seleccionaremos deci del menú desplegable que se encuentra a la izquierda, y entonces haremos clic sobre el icono .

Alguna de las unidades más comunes que podemos usar, tanto del SI como no, son:

`metro`, `gramo`, `amper`, `kelvin`, `mol`, `litro`, `hora`, `minuto`, `segundo`, `coulomb`, `henry`, `newton`, `joule`, `volt`, `ohm`, `hertz`, `pascal`, `bar`, `radián`, `siemens`, `farad`, `tesla`, `watt`, `weber`

Podemos encontrar la relación completa de unidades incluidas en wiris en las `tablas` del final del capítulo.

Las unidades se pueden multiplicar y dividir entre ellas para definir nuevas unidades. Si multiplicamos una unidad de medida por un número, obtenemos una cantidad (que puede representar el valor de una medida). Las cantidades correspondientes a medidas de la misma magnitud se pueden sumar, aunque no estén expresadas con las mismas unidades, multiplicar o dividir entre ellas, así como cambiar las unidades con que se representan.

Para expresar una cantidad compleja en una única unidad usemos el comando `convertir` con la cantidad como primer argumento y la unidad en que queremos expresar el resultado como segundo argumento. Veamos unos ejemplos:

Ejemplos

5 m	→	5 m
5 m + 6 cm	→	5 m 6 cm
convertir(5 g, dg)	→	50. dg
convertir(120 km/h, $\frac{m}{s}$ )	→	33.333 ms <sup>-1</sup>
convertir(5 J)	→	5. m <sup>2</sup> kg s <sup>-2</sup>
convertir(15.123 m <sup>3</sup> , l)	→	15123. l

## Notación

Las cantidades físicas se pueden sumar, restar, multiplicar y dividir. Por lo general, para sumar y restar cantidades usamos la llamada notación compleja, eso es, separamos las cantidades (recordemos que una cantidad es un número seguido de una unidad) por un espacio. wiris entiende la notación compleja, pero en caso de duda es recomendable usar los símbolos habituales de suma y resta.

Ejemplos	$1 \text{ h } 35 \text{ min} \rightarrow 1 \text{ h } 35 \text{ min}$
	$A=1 \text{ kg } 5 \text{ g}+3 \text{ kg } 2 \text{ g} \rightarrow 4 \text{ kg } 7 \text{ g}$
	$\text{convertir}(A, \text{g}) \rightarrow 4007. \text{ g}$
	$\text{convertir}(35^\circ 45' 12'', \text{rad}) \rightarrow 0.62401 \text{ rad}$

## Aritmética

Al sumar y restar cantidades físicas, pueden aparecer cantidades negativas. Cuando es posible, wiris transforma estas cantidades negativas en una equivalente positiva. Veamos algunos ejemplos.

Ejemplos	$2 \text{ h } 15 \text{ min}-25 \text{ min} \rightarrow 1 \text{ h } 50 \text{ min}$
	$1025 \text{ m}-2 \text{ dm} \rightarrow 1024 \text{ m } 8 \text{ dm}$

## Funciones

Las funciones para la conversión de cantidades a diferentes unidades son:

**convertir:** comando `convertir`

El comando `convertir` puede recibir uno o dos argumentos. En el primer caso, obtenemos la cantidad que le hemos introducido expresada en las **unidades básicas** del SI. En el segundo caso, el segundo argumento es la unidad de medida en la que queremos expresar la cantidad especificada.

Ejemplos	$\text{convertir}(3 \text{ g}, \text{mg}) \rightarrow 3000. \text{ mg}$
	$\text{convertir}(1.0 \text{ m}^2+15 \text{ cm}^2) \rightarrow 1.0015 \text{ m}^2$
	$\text{convertir}\left(120 \text{ km/h}, \frac{\text{m}}{\text{s}}\right) \rightarrow 33.333 \text{ ms}^{-1}$
	$\text{convertir}(1 \text{ N}) \rightarrow 1. \text{ mkg s}^{-2}$

**factor de conversión:** comando `factor_de_conversión`

Este comando puede recibir una o dos unidades de medida como argumentos. Si recibe dos argumentos, devuelve el factor por el cual debemos multiplicar cantidades expresadas con la primera unidad para obtener su equivalente en la segunda unidad. Si sólo recibe un argumento, que suponemos es una unidad de medida, calcula el factor para convertir cantidades expresadas en esta unidad en [unidades básicas del SI](#).

**Ejemplos**

- factor\_de\_conversión(kJ,J) → 1000 kJ<sup>-1</sup>J
- factor\_de\_conversión(dg) →  $\frac{1}{10000}$  kg dg<sup>-1</sup>
- factor\_de\_conversión(min) → 60 s min<sup>-1</sup>

**coeficiente:** comando [coeficiente](#)

Dada una cantidad, devuelve su coeficiente si sólo tiene un sumando; si tiene más de un sumando, devuelve el coeficiente de la cantidad transformada al SI.

**Ejemplos**

- coeficiente(3 m) → 3
- coeficiente(120 kJ) → 120
- coeficiente(1.0 m<sup>2</sup>+15 cm<sup>2</sup>) → 1.0015

**unidad:** comando [unidad](#)

Dada una cantidad, devuelve su unidad de medida si sólo tiene un sumando; si tiene más de un sumando, devuelve la unidad equivalente del SI.

**Ejemplos**

- unidad(3 m) → m
- unidad(120 kJ) → kJ
- unidad(1.0 m<sup>2</sup>+15 cm<sup>2</sup>) → m<sup>2</sup>

**Tablas** ▲

**Unidades básicas del SI**

A partir de ellas, se definen las otras unidades:

Magnitud	Unidad del SI	
	Nombre	Símbolo
longitud	metro	m
masa	kilogramo	kg

tiempo	segundo	s
intensidad eléctrica	amper	A
temperatura termodinámica	kelvin	K
cantidad de sustancia	mol	mol
intensidad luminosa	candela	cd

### Unidades derivadas del SI

Definidas a partir de las básicas:

Magnitud	Unidad del SI		Expresión en otras unidades	Expresión en unidades básicas
	Nombre	Símbolo		
ángulo plano	radián	rad		$m \cdot m^{-1} = 1$
ángulo sólido	estereoradián	sr		$m^2 \cdot m^{-2} = 1$
frecuencia	hertz	Hz		$s^{-1}$
fuerza	newton	N		$kg \cdot m \cdot s^{-2}$
presión, tensión	pascal	Pa	$N/m^2$	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
energía, trabajo, cantidad de calor	joule	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
potencia, flujo radiante	watt	W	$J/s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
diferencia de potencial eléctrico, fuerza electromotriz	volt	V	$W/A$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
capacitancia	farad	F	$C/V$	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
resistencia eléctrica	ohm	$\Omega$	$V/A$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
carga eléctrica	coulomb	C	$F \cdot V$	$A \cdot s$
conductancia eléctrica	siemens	S	$A/V$	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
flujo magnético	weber	Wb	$V \cdot s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
densidad del flujo magnético	tesla	T	$Wb/m^2$	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$

<b>inductancia</b>	henry	H	Wb/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
<b>flujo luminoso</b>	lumen	lm	cd·sr	$m^2 \cdot m^{-2} \cdot cd = cd$
<b>iluminancia</b>	lux	lx	lm/m <sup>2</sup>	$m^2 \cdot m^{-4} \cdot cd = m^{-2} \cdot cd$
<b>actividad de un radionucleido</b>	becquerel	Bq		s <sup>-1</sup>
<b>dosis absorbida</b>	gray	Gy	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
<b>dosis equivalente</b>	sievert	Sv	J/kg	$m^2 \cdot s^{-2}$
<b>actividad catalítica</b>	katal	Kat		s <sup>-1</sup> ·mol

**Unidades de otros sistemas de unidades**

Magnitud	Unidad	
	Nombre	Símbolo
tiempo	hora	h
tiempo	minuto	min
tiempo	segundo	s
volumen	litro	l
presión, tensión	bar	b

**Prefijos del Sistema Internacional de Unidades**

Factor	Prefijo	Símbolo
10 <sup>1</sup>	deca	da
10 <sup>2</sup>	hecto	h
10 <sup>3</sup>	kilo	k
10 <sup>6</sup>	mega	M

$10^9$	giga	G
$10^{12}$	tera	T
$10^{15}$	peta	P
$10^{18}$	exa	E
$10^{21}$	zetta	Z
$10^{24}$	yotta	Y

Factor	Prefijo	Símbolo
$10^{-1}$	deci	d
$10^{-2}$	centi	c
$10^{-3}$	mili	m
$10^{-6}$	micro	$\mu$
$10^{-9}$	nano	n
$10^{-12}$	pico	p
$10^{-15}$	femto	f
$10^{-18}$	atto	a
$10^{-21}$	zepto	z
$10^{-24}$	yocto	y

La nomenclatura de este capítulo está basada en la [normativa](#) del Comité Europeo de Normalización.

## Menús, iconos...

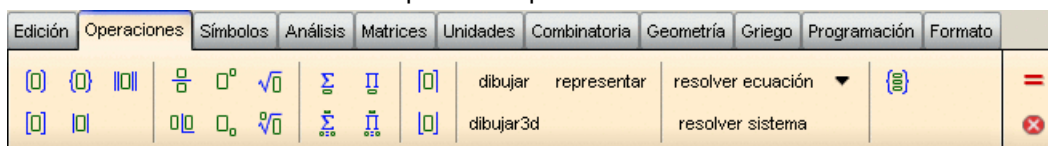
>>rápido				
Pestañas de la barra de herramientas	General	Edición	Operaciones	Símbolos
	Análisis	Matrices	Unidades	Combinatoria
	Geometría	Griego	Programación	Formato
Tablero de dibujo				

En este capítulo descubrimos cómo utilizar los distintos menús e iconos de wiris.

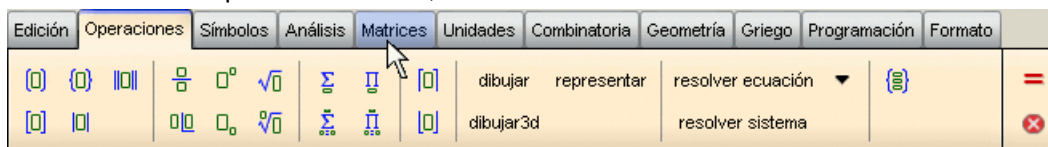
Al acceder a la página de wiris, aparece una colección de pestañas, como por ejemplo Edición, Operaciones o Análisis. En cada momento sólo es visible el contenido de una de las pestañas. Para mostrar el contenido de una pestaña, debemos hacer un clic en su nombre.

Cada pestaña tiene un conjunto de iconos y menús que facilitan la construcción de expresiones matemáticas.

Al empezar, tenemos a la vista el contenido de la pestaña Operaciones.



Si queremos usar los iconos de la pestaña Matrices, debemos hacer clic en Matrices.



Y aparecen los iconos correspondientes a Matrices:



### Pestañas de la barra de herramientas

Encontramos a continuación, para cada una de las pestañas de la barra de herramientas, una tabla descriptiva de sus iconos y de la función que realizan y, en su caso, un enlace a una explicación más detallada. Las columnas de estas tablas nos muestran:

**Acción**

Breve explicación de las utilidades del icono.

**Teclado**

Combinación de teclas que sustituyen a los iconos y que se utilizan para acelerar el proceso de construcción de expresiones. En el caso de que esta combinación exista, se incluirá su explicación en la del icono.

**Más Info**

En esta columna, aparecen los enlaces que nos llevan al subapartado de la guía rápida donde se explica con detalle la funcionalidad del icono, así como ejemplos de los usos del icono.

**Código**

Este código es el texto que debemos introducir cuando construimos nuestra propia Barra de herramientas. Para más información, debemos consultar el capítulo [Barra de herramientas](#).






**General:** a la derecha de la barra de herramientas siempre aparecen los siguientes iconos:

	Acción	Teclado	Más Info	Código
	Realiza todos los cálculos del bloque activo (conjunto de cálculos donde se encuentra el cursor). Cerca del bloque activo aparece una flecha flotante que permite calcular y que desaparece si usamos el teclado ( <i>Ctrl + Enter</i> ) para calcular. Para volver a hacer aparecer la flecha flotante, usamos el icono que está a la derecha de la barra de herramientas.	<i>Ctrl + Enter</i>	1 minuto	compute
	Detiene los cálculos.			stop

**Edición:** tareas relativas al documento y al proceso de cálculo.

	Acción	Teclado	Más Info	Código
	Inicia una nueva sesión de cálculos.			newsession
	Crea un nuevo bloque.			newblock
	Prepara la sesión para guardarla en un archivo HTML.			save
	Prepara la sesión para imprimirla.			print
	Prepara una vista previa de la sesión para imprimirla.			printPreview
	Copia la expresión seleccionada para pegarla posteriormente.	<i>Ctrl + C</i>		copy
	Corta y almacena la expresión seleccionada.	<i>Ctrl + X</i>		cut
	Pega la expresión almacenada en otro sitio de la pantalla de wiris.	<i>Ctrl + V</i>		paste
	Deshace el último cambio.	<i>Ctrl + Z</i>		undo
	Rehace el último cambio.	<i>Ctrl + Y</i>		redo



	Convierte la línea de cálculos donde se encuentra el cursor en un comentario.	<i>ctrl</i> + T	comment
	Crea una caja argumento, es decir una caja verde que desaparece cuando se escribe algo en ella y que no tiene valor. Estas cajas se utilizan para preparar enunciados de problemas. Por defecto contiene la 'a'.		argument
	Elimina los resultados de todos los cálculos.		removeresults
	Accede al portal <a href="http://www.wiris.com">www.wiris.com</a>		logoicon
	Accede a la Ayuda.		help

**Operaciones:** operaciones y acciones más habituales.

	Acción	Teclado	Más Info	Código
	Crea unos paréntesis de tamaño variable.	<i>ctrl</i> + ( <i>ctrl</i> + )	paréntesis	pparenthesis
	Crea unos corchetes de tamaño variable.	<i>ctrl</i> + [ <i>ctrl</i> + ]	vector	bparenthesis
	Crea unas llaves de tamaño variable.	<i>ctrl</i> + { <i>ctrl</i> + }	lista	BBparenthesis
	Crea las barras del valor absoluto de un número real o bien del determinante de una matriz.		valor absoluto determinante	vparenthesis
	Crea las barras, de tamaño variable, de la norma de un vector.		norma	VVparenthesis
	Crea una fracción.	<i>ctrl</i> + /	división	frac
	Crea el icono asociado a la división entera.		cociente y residuo	eucdiv
	Crea un exponente.	<i>ctrl</i> + Flecha arriba <i>ctrl</i> + <i>Shift</i> + ^	potencia	power
	Crea un subíndice.	<i>ctrl</i> + Flecha abajo <i>ctrl</i> + .	extracción logaritmo	-

	Crea la raíz cuadrada.	<i>ctrl</i> + Q	raíz cuadrada	sqrt
	Crea la raíz enésima.	<i>ctrl</i> + A	raíz	root
	Crea un sumatorio.		sigma	sum
	Crea un sumatorio en un recorrido.			sumx
	Crea un productorio.		productorio	prod
	Crea un productorio en un recorrido.			prodx
	Crea el icono asociado a la parte entera por exceso.		techo	ceil
	Crea el icono asociado a la parte entera por defecto.		suelo	floor
	Crea el comando <b>dibujar</b>		dibujar gráficos	plot
	Crea el comando <b>dibujar3d</b>		dibujar gráficos 3d	plot3d
	Crea el comando <b>representar</b>		Representar gráficos	represent
	Crea el comando <b>resolver</b> , con espacio para introducir una ecuación.		Resolución de ecuaciones	solveequation
	Crea el comando <b>resolver</b> , con espacio para introducir un sistema de ecuaciones.		Resolución de sistemas	solvesystem
	Da acceso a un menú que permite añadir o borrar elementos de una lista vertical.			menu
	Crea una lista vertical de <b>n</b> elementos para escribir, por ejemplo, un sistema de <b>n</b> ecuaciones. Por defecto, <b>n=3</b> .	<i>Shift</i> + <i>Enter</i> (añade una línea)	lista vertical	vertlist

**Símbolos:** crea los símbolos asociados a algunas operaciones, constantes y conceptos matemáticos.

	Acción	Teclado	Más Info	Código
	Crea una inecuación 'mayor que'. Comprobamos si es cierta escribiendo ? detrás de ella.		<a href="#">ecuaciones e inecuaciones</a>	gt
	Crea una inecuación 'mayor o igual que'. Comprobamos si es cierta escribiendo ? detrás de ella.	<i>Ctrl</i> + >		geq
	Crea una inecuación 'menor que'. Comprobamos si es cierta poniendo ? detrás.			lt
	Crea una inecuación 'menor o igual que'. Comprobamos si es cierta poniendo ? detrás.	<i>Ctrl</i> + <		leq
	Crea el operador lógico "o".			or
	Crea el operador lógico "y".			and
	Crea una ecuación. Comprobamos si es cierta escribiendo ? detrás de ella.	<i>Ctrl</i> + =		eq
	Comprueba si dos expresiones son diferentes.	<i>Ctrl</i> + !		neq
	Asigna un valor a una variable.		<a href="#">asignar definir función</a>	define
	Define el valor de una variable.		<a href="#">definir</a>	assign
	Constructor de reglas y sustituciones.		<a href="#">reglas y sustituciones.</a>	RRightarrow
	Constructor de divisores y relaciones.		<a href="#">divisores relaciones</a>	rightarrow
	Constructor de reglas y sustituciones.			delayedruletuple
	Constructor de funciones anónimas.		<a href="#">funciones anónimas</a>	longmapsto
	Crea el símbolo de unión.		<a href="#">unión</a>	cup
	Crea el símbolo de intersección.		<a href="#">intersecar</a>	cap
	Sirve para construir una expresión booleana equivalente al comando <a href="#">pertenece?</a>			in
	Sirve para construir una expresión booleana equivalente al comando <a href="#">no_pertenece?</a>			notin

	Crea el número irracional pi.	<i>ctrl</i> + P	irracionales	Opi
	Da un redondeo decimal del número irracional pi según la precisión con que trabajamos.		decimales	pifloat
	Crea el número irracional e.	<i>ctrl</i> + E	irracionales	Oe
	Da un redondeo decimal del número irracional e según la precisión con que trabajamos.		decimales	efloat
	Crea el número complejo i, la raíz cuadrada de -1.	<i>ctrl</i> + I	complejos	Oi
	Crea el símbolo de más infinito.		límites	pinfty
	Crea el símbolo de menos infinito.			minfty
	Crea el símbolo de infinito sin signo.			pminfty
	Crea el símbolo que representa el conjunto de los números naturales.			NN
	Crea el símbolo que representa el conjunto de los números enteros.		enteros	ZZ
	Crea el símbolo que representa el conjunto de los números racionales.		racionales	QQ
	Crea el símbolo que representa el conjunto de los números reales.		reales	RR
	Crea el símbolo que representa el conjunto de los números complejos.		complejos	CC



**Análisis:** integrales, derivadas y límites.

	Acción	Teclado	Más Info	Código
	Crea el símbolo de integral indefinida de una función.		primitiva	iintegralf
	Crea el símbolo de integral indefinida de una función respecto una variable.	<i>ctrl</i> + <i>Shift</i> + P		iintegral
	Crea el símbolo de integral definida de una función.		integral	integralf
	Crea el símbolo de integral definida de una función respecto una variable.	<i>ctrl</i> + I		integral
	Crea el símbolo de derivada de una función respecto una variable.	<i>ctrl</i> + D	derivar	differentiate

	Crea el símbolo de derivada de una función de una sola variable.		derivar	derivate
	Crea el símbolo del límite de una función respecto una variable.	<code>ctrl + L</code>	límite	limit
	Crea el símbolo del límite por la derecha de una función respecto una variable.		límite lateral	rightlimit
	Crea el símbolo del límite por la izquierda de una función respecto una variable.		límite lateral	leftlimit

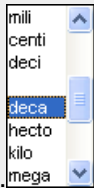
**Matrices:** iconos para construir y manipular vectores y matrices.

	Acción	Teclado	Más Info	Código
	Crea una matriz de $n$ filas y $m$ columnas. Por defecto, $n=3$ y $m=3$ .		matriz	pmatrix
	Crea el símbolo de determinante de una matriz cuadrada con $n$ filas. Por defecto, $n=3$ .		determinante	vmatrix
	Crea la matriz identidad.		matriz_identidad	identitymatrix
	Da acceso a un menú que permite modificar vectores y matrices.			menu
	Crea un vector de $n$ elementos. Por defecto, $n=3$ .		vector	bvector
	Crea unos corchetes de tamaño variable	<code>ctrl + [</code> <code>ctrl + ]</code>	vector	bparenthesis
	Crea el símbolo de transposición de una matriz o un vector.		transponer	transpose
	Crea el símbolo de inversión de una matriz.		inverso	inverse
	Crea un exponente.	<code>ctrl + Arriba</code> <code>ctrl +</code> <code>Shift + ^</code>	potencia	power
	Crea un subíndice.	<code>ctrl + Abajo</code> <code>ctrl + .</code>	extracción	-
	Crea el determinante de una matriz.		determinante	vparenthesis
	Crea las barras, de tamaño variable, de la norma de un vector.		norma	VVparenthesis

	Crea el símbolo de producto escalar de dos vectores.		producto escalar	scalarprod
	Crea el símbolo de producto vectorial de dos vectores.		producto vectorial	times

**Unidades:** unidades de medida del SI y otras unidades de uso habitual.

Una unidad de medida se crea con los iconos que vemos si hacemos clic en la pestaña de Unidades. En el capítulo de [Unidades de Medida](#) se exponen las [tablas](#) que relacionan símbolos con unidades de medida. Si en el menú de la izquierda está seleccionado algún prefijo, se crea el múltiplo correspondiente de la unidad de medida que




seleccionamos.



En esta carpeta, hay cuatro grupos de unidades. El primer grupo está formado por la unidades más comunes (metro, gramo, segundo ...); en el segundo podemos encontrar las unidades angulares y de tiempo, como por ejemplo:






	Acción	Teclado	Más Info	Código
	grado (angular)		Unidades de medida	degree
	minuto angular			angleminute
	segundo angular			anglesecond

En el tercer grupo, tenemos unidades que también pertenecen al S.I. pero que no se utilizan tanto (volt, watt, newton) y, finalmente, en el cuarto, hay iconos para crear potencias de 2 y de 3 que facilitan la construcción de expresiones.

	Acción	Teclado	Más Info	Código
	Crea la potencia de grado 2 de una expresión.			^2
	Crea la potencia de grado 3 de una expresión.			^3

**Combinatoria:** iconos para hacer recuentos en problemas de combinatoria y escribir con detalle todas las posibilidades.

	Acción	Teclado	Más Info	Código
	Crea el símbolo de combinaciones.		combinaciones	combinations
	Crea el símbolo de combinaciones con repetición.		combinaciones con repetición	combinationsr

	Crea el símbolo de variaciones.		<a href="#">variaciones</a>	variations
	Crea el símbolo de variaciones con repetición.		<a href="#">variaciones con repetición</a>	variationsr
	Crea el símbolo de permutaciones.		<a href="#">permutaciones</a>	permutations
	Crea el símbolo de permutaciones con repetición.		<a href="#">permutaciones con repetición</a>	permutationsr
	Crea el símbolo de un número combinatorio.		<a href="#">combinaciones</a>	combinationsfrac

**Geometría:** algunas de las construcciones y comandos de geometría plana.

	Acción	Teclado	Más Info	Código
	Cambia al modo 2D.			mode2d
	Cambia a modo 3D.			mode3d
	Crea un punto en el plano.		<a href="#">punto</a>	point
	Crea un punto en el espacio.		<a href="#">punto</a>	point3d
	Crea una recta a partir de dos puntos.		<a href="#">recta</a>	line
	Crea un segmento a partir de dos puntos.		<a href="#">segmento</a>	segment
	Crea una triángulo a partir de tres puntos.		<a href="#">triángulo</a>	triangle
	Crea un plano a partir de tres puntos.		<a href="#">plano</a>	plane
	Crea una poligonal a partir de varios puntos.		<a href="#">poligonal</a>	polygonal
	Crea un polígono a partir de varios puntos.		<a href="#">polígono</a>	polygon
	Crea una circunferencia a partir del centro y el radio.		<a href="#">circunferencia</a>	circumference
	Crea una circunferencia a partir del centro y un punto de la circunferencia.			circumference2
	Crea una circunferencia a partir de tres puntos.			circumference3

	Crea una cónica a partir de cinco puntos.		cónica	conic
	Crea un poliedro regular.		poliedro	polyhedra
	Da acceso a un menú que permite crear los poliedros: tetraedro, cubo, octaedro, icosaedro, dodecaedro, prisma, pirámide, cilindro_poliédrico, cono_poliédrico, esfera_poliédrica y toro_poliédrico.		poliedro	polyhedra_menu
	Crea una recta paralela a una dada que pase por el punto dado.		paralelas	parallel
	Crea un plano paralelo a uno dado que pase por el punto dado.		paralelas	parallel3d
	Crea una recta perpendicular a una dada que pase por el punto dado.		perpendiculares	perpendicular
	Crea un plano perpendicular a uno dado que pase por la recta dada.		perpendiculares	perpendicular3d
	Crea la bisectriz de dos rectas.		bisectriz	bisector
	Crea la bisectriz de dos planos.		bisectriz	bisector3d
	Crea la intersección de dos figuras geométricas.		intersecar	intersection

### Griego: alfabeto griego

Los iconos de esta carpeta permiten usar letras griegas para construir expresiones. En particular podemos crear la letra griega pi, que es diferente del número irracional, puesto que es de color negro mientras el irracional es de color azul.

NOTA: Si no se muestra ninguna letra en esta pestaña, significa que el ordenador no tiene el sistema de fuentes UNICODE instalado. Este problema no afecta al funcionamiento del resto del sistema.

### Programación: sentencias de control.

	Acción	Teclado	Más Info	Código
	Realiza una instrucción según si se cumple una condición o no.		si...	pr_if
	Realiza una instrucción según si se cumple una condición o no; en caso contrario realiza otra instrucción.			pr_ifelse
















	Da acceso a un menú que permite añadir o borrar <code>sino</code> y <code>sino_si</code> en sentencias de control <code>si...</code>			menu
	Crea una agrupación de expresiones que podemos usar para definir una función, por ejemplo.	<code>programación</code>		pr_begin
	Define variables locales.			pr_local
	Repite una instrucción según un recorrido definido.	<code>para...</code>		pr_for
	Repite una instrucción mientras se cumple una condición.	<code>mientras...</code>		pr_while
	Repite una instrucción hasta que se cumple una condición.	<code>repetir...</code>		pr_repeat
	Crea una librería. Una librería es un bloque de expresiones que se evalúan antes de cada bloque posterior a la librería y antes de cualquier otra librería.	<code>librería</code>		library

**Formato:** cambios en algunos aspectos de la presentación de wiris.

	Acción	Teclado	Más Info	Código
	Selecciona la fuente de los caracteres.			font
	Selecciona la escala que define el tamaño de los iconos de la barra de herramientas.			iconszoom
	Selecciona el tamaño de los caracteres.			fontsize
	Activa y desactiva el estilo <i>negrita</i> .			boldstyle
	Activa y desactiva el estilo <i>cursiva</i> .			italicstyle
	Selecciona los colores de los distintos tipos de objetos.			colors

### Tablero de dibujo

Acción	Teclado	Más Info	Código
Accede al portal <a href="http://www.wiris.com">www.wiris.com</a>			logoicon

	Prepara el dibujo para guardarlo en un archivo.		save
<hr/>			
	Añade o elimina los ejes coordenados	<a href="#">mostrar_ejes</a>	axis
	Añade o elimina la malla y, en el caso del espacio, añade o elimina el cubo.		grid
	Aumenta el 'zoom' de la vista (zona visualizada) en el tablero manteniendo el centro fijo. Es decir, vemos menos espacio pero con más detalle y centrado en la zona que nos interesa.		zoomin
	Disminuye el 'zoom' de la vista (zona visualizada) en el tablero manteniendo el centro fijo. Es decir, vemos más espacio pero con menos detalle y centrado en la zona que nos interesa.		zoomout
	Fuerza que los ejes del tablero tengan la misma proporción.	<a href="#">proporción</a>	aspectratio1
	Dibujo en blanco y negro o en color.		blackwhite
<hr/>			
	ratón LUPA: si está seleccionado, al hacer clic sobre un punto aumenta el 'zoom' de la vista (zona visualizada) y convierte el punto en el centro de la vista. Es decir, vemos menos espacio pero con más detalle.		actionzoom
	ratón COGER: si está seleccionado, permite coger puntos del dibujo y moverlos. En el momento que soltamos el punto, la vista se redibujará en función del punto nuevo. Está activado por defecto.		actionmove
<hr/>			
	Añade el código actual a la sesión. Esto permite mantener los cambios realizados como consecuencia de mover los puntos cuando calculemos de nuevo o guardemos la sesión.		resetplotcode
	Devuelve el gráfico a la situación inicial (antes de mover puntos con el ratón COGER).		recompute
	Refresca la vista del dibujo, de tal forma que si hemos disminuido el 'zoom' de la vista y algún elemento no quedado completamente dibujado, intenta redibujarlo.		refresh
<hr/>			
	Si está seleccionado, cuando se pasa sobre una figura con el ratón, aparece una etiqueta que muestra su nombre.	<a href="#">información</a>	actionshowname



Si está seleccionado, cuando se pasa sobre una figura con el ratón, aparece una etiqueta que muestra su valor. Por ejemplo, el valor de un punto son sus coordenadas.

actionshowvalue



Si está seleccionado, cuando se pasa sobre una figura con el ratón, aparece una etiqueta que muestra la expresión con la que hemos definido la figura.

actionshowdef

## Barra de herramientas

>>rápido

¿Quién puede configurar la barra de herramientas?

¿Por qué configurar la barra de herramientas?

¿Cómo se puede configurar la barra de herramientas?

Ejemplo

### ¿Quién puede configurar la barra de herramientas?

Cualquiera puede configurar la barra de herramientas.

### ¿Por qué configurar la barra de herramientas?

Con la configuración de la barra de herramientas, podemos obtener versiones personalizadas de wiris y producir, por lo tanto, materiales de más calidad. Cambiar la barra de herramientas no modifica el comportamiento matemático de la calculadora.

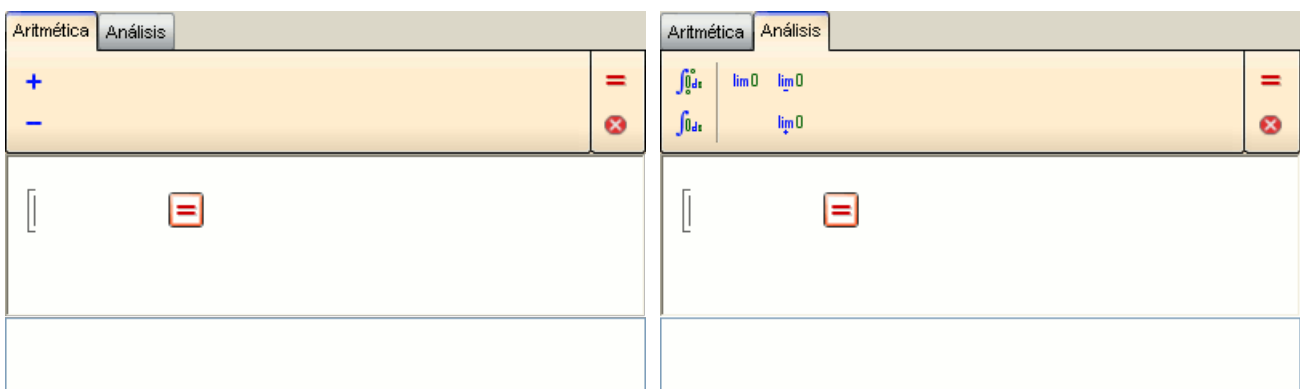
Por ejemplo, es posible tener una calculadora donde solamente aparezcan los iconos correspondientes a las unidades de medida (metro, segundo, ...) que se quieran aprender en una lección.

### ¿Cómo se puede configurar la barra de herramientas?

Una vez guardada la página html con el material wiris que se quiere mostrar, editamos dicha página y añadimos un parámetro con nombre *ToolbarDef*. El valor de este parámetro es el que determina la configuración de la barra de herramientas de este documento html.

### Ejemplo

Supongamos que queremos añadir las pestañas que se muestran en la imagen:



Para generar estas pestañas, en el fichero html, hemos añadido el siguiente código (en negrita):

```
<applet code="..." codebase="..." width=... height=...>
<PARAM NAME='...' VALUE='...' />
<PARAM NAME='...' VALUE='...' />
<param name='ToolbarDef'
```

```
value='{Aritmética}plus minus@{Análisis}integral iintegral | limit *
leftlimit rightlimit@' />
</applet>
```

Veamos más detenidamente de que se compone cada parte del código:

Primera pestaña: {Aritmética}plus minus@

Segunda pestaña: {Análisis}integral iintegral | limit \* leftlimit rightlimit@

Observamos que:

- podemos poner separadores entre símbolos usando "|",
- podemos reservar el espacio de un icono usando "\*",
- podemos alinear a la izquierda el contenido de una pestaña escribiendo "@" al final de la línea de esa pestaña.

Los códigos de los símbolos ([plus](#), [minus](#), [integral](#), [iintegral](#), [limit](#), [leftlimit](#), [rightlimit](#),...) se encuentran en el apartado [Menús, iconos,....](#)

## Apéndice

### SÍMBOLOS

`transponer (A:Matriz )`

$A'$



**Ejemplos**

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 7 & 8 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 7 & 8 \end{pmatrix}$$

$$\text{transponer}(A) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 7 \\ 2 & 8 \end{pmatrix}$$

$$A^T \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 7 \\ 2 & 8 \end{pmatrix}$$

$$A \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 7 & 8 \end{pmatrix}$$

Más información en [transponer](#)

-p

**Ejemplos 3D**

$$r = \text{plano}(x=0) \rightarrow x=0$$

$$-r \rightarrow x=0$$

$$\text{vector\_normal}(r) \rightarrow [1, 0, 0]$$

$$\text{vector\_normal}(-r) \rightarrow [-1, 0, 0]$$

a-b

**Ejemplos**

$$10-1 \rightarrow 9$$

$$(x^2+x+1)-(x^2-1) \rightarrow x+2$$

P-Q

Ejemplos

$$\text{punto}(3,4) - \text{punto}(1,-1) \rightarrow (2,5)$$

$$\text{punto}(1,0) - \text{punto}(0,1) \rightarrow (1,-1)$$

Ejemplos 3D

$$\text{punto}(3,4,7) - \text{punto}(1,-1,8) \rightarrow (2,5,-1)$$

$$\text{punto}(1,0,5^3) - \text{punto}(0,1,2) \rightarrow (1,-1,123)$$

P-v

Ejemplos

$$\text{punto}(3,4) - [1,-1] \rightarrow (2,5)$$

$$[1,-1] - \text{punto}(3,4) \rightarrow (-2,-5)$$

Ejemplos 3D

$$\text{punto}(3,4,6) - [1,-1,6] \rightarrow (2,5,0)$$

$$[1,-1,1] - \text{punto}(3,4,-7) \rightarrow (-2,-5,8)$$

-P

Ejemplos

$$-\text{punto}(3,4) \rightarrow (-3,-4)$$

$$-\text{punto}(4) \rightarrow (-4,0)$$

Ejemplos 3D

$$-\text{punto}(3,4,6) \rightarrow (-3,-4,-6)$$

$$-\text{punto}(4,-4,5) \rightarrow (-4,4,-5)$$

-r

si  $r=\text{recta}(P,v)$  entonces  $-r=\text{recta}(P,-v)$ .

**Ejemplos**

- $r=\text{recta}(\text{punto}(2,2),1) \rightarrow y=x$
- $\text{vector}(r) \rightarrow [1,1]$
- $\text{vector}(-r) \rightarrow [-1,-1]$

**Ejemplos 3D**

- $r=\text{recta}(\text{punto}(2,3,1),\text{punto}(2,1,3)) \rightarrow -x+2=0 \cap -2 \cdot x+y+z=0$
- $\text{vector}(r) \rightarrow [0,-2,2]$
- $\text{vector}(-r) \rightarrow [0,2,-2]$

-s

si  $s=\text{segmento}(A,B)$  entonces  $-s=\text{segmento}(B,A)$ .

**Ejemplos**

- $s=\text{segmento}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0));$
- $s \rightarrow (1,2) - (0,0)$
- $-s \rightarrow (0,0) - (1,2)$
- $-(-s) \rightarrow (1,2) - (0,0)$

**Ejemplos 3D**

- $s=\text{segmento}(\text{punto}(1,2,5),\text{punto}(0,0,2));$
- $s \rightarrow (1,2,5) - (0,0,2)$
- $-s \rightarrow (0,0,2) - (1,2,5)$
- $-(-s) \rightarrow (1,2,5) - (0,0,2)$

Más información en

!

n!  
factorial (n:ZZ )

**Ejemplos**

- $5! \rightarrow 120$
- $0! \rightarrow 1$
- $1! \rightarrow 1$



!!

 $n!!$  $n, 0 \leq n < 65536$ ,

$$n!! = \begin{cases} n \cdot (n-2) \cdot (n-4) \cdot \dots \cdot 2 & \text{si } n=2 \cdot k \\ n \cdot (n-2) \cdot (n-4) \cdot \dots \cdot 1 & \text{si } n=2 \cdot k+1 \end{cases} \text{ donde } k \in \mathbb{N}$$

 $0!!=1!!=1$ .

Ejemplos	5!!	→	15
	6!!	→	48
	0!!	→	1
	1!!	→	1

**"abajo"**

"abajo"

Ejemplos	dibujar (recta (y=2), {color=azul, anchura_linea=2})	→	tablero1
	escribir ("TOP", punto (-8,2), {posición_vertical="arriba"})	→	tablero1
	escribir ("BASE_LINE", punto (-4,2), {posición_vertical="línea_base"})	→	tablero1
	escribir ("CENTER", punto (2,2), {posición_vertical="centro"})	→	tablero1
	escribir ("BOTTOM", punto (6,2), {posición_vertical="abajo"})	→	tablero1

"abajo"

Ejemplos	M := punto (0,2);
	P1 := punto (-4,2);
	P2 := punto (4,2);
	s = segmento (P1,P2);
	Text = {caja_de_texto ("vertical : BOTTOM", M, {posición_vertical="abajo"})};
	dibujar ({P1,P2,s}, {color=verde, anchura_linea=2.5, tamaño_punto=7.5});
	dibujar (M, {color=cian, tamaño_punto=7.5});
dibujar (Text, {color=rojo});	

Más información en [posición\\_vertical](#)**"arriba"**

"arriba"

**Ejemplos**

```
dibujar(recta(y=2),{color=azul,anchura_linea=2}) → tablero1
escribir("TOP",punto(-8,2),{posición_vertical="arriba"}) → tablero1
escribir("BASE_LINE",punto(-4,2),{posición_vertical="línea_base"}) → tablero1
escribir("CENTER",punto(2,2),{posición_vertical="centro"}) → tablero1
escribir("BOTTOM",punto(6,2),{posición_vertical="abajo"}) → tablero1
```

"arriba"

**Ejemplos**

```
M:=punto(0,2);
P1:=punto(-4,2);
P2:=punto(4,2);
s=segmento(P1,P2);
Text={caja_de_texto("vertical: TOP", M,{posición_vertical="arriba"})}
→ {vertical: TOP en (0,2)}

dibujar({P1,P2,s},{color=verde,anchura_linea=2.5,tamaño_punto=7.5});
dibujar(M,{color=cian,tamaño_punto=7.5});
dibujar(Text,{color=magenta});
```

Más información en [posición\\_vertical](#)

"astuto"

"astuto"

**Ejemplos**

```
defecto(resolver_numéricamente)(método) → smart
resolver_numéricamente(x=cos(x),{método="astuto"}) → {x=0.73909}
```

"astuto"

**Ejemplos**

```
resolver_numéricamente(x2-2,{método="astuto"}) → {x=-1.4142}
resolver_numéricamente(x2-2,{punto_inicial=2.,método="astuto"})
→ {x=-1.4142}
```

**"automático"**

Más información en [llenar](#) , [color\\_relleno](#) , [etiqueta](#) , [alambre](#)

**"barra"**

"barra"

**Ejemplos** `diagrama([1→6,2→3,3→4,4→1,5→2,6→6],{tipo="barra"}) → tablero1`

"barra"

**Ejemplos** `L=[Tren→22,Metro→40,Bus→29,Bici→15,Auto→6];  
diagrama  
(L,{tipo="barra",contorno_caja={color=negro},color={caja={naranja,verde,cian,amar  
;`

**"bisección"**

"bisección"

**Ejemplos** `resolver_numéricamente(x=cos(x),{método="bisección", punto_inicial={0, 1}})  
→ {x=0.73909}`

"bisección"

**Ejemplos** `resolver_numéricamente(sen(x)-x,{punto_inicial={-2.,1.8},método="bisección"})  
→ {x=-3.6621·10-5}  
resolver_numéricamente(sen(x)-x,{punto_inicial={-0.5,0.5},método="bisección"})  
→ {x=0.}`

**"centro"**

"centro"

**Ejemplos**

```
dibujar(recta(y=2),{color=azul,anchura_linea=2}) → tablero1
escribir("TOP",punto(-8,2),{posición_vertical="arriba"}) → tablero1
escribir("BASE_LINE",punto(-4,2),{posición_vertical="línea_base"}) → tablero1
escribir("CENTER",punto(2,2),{posición_vertical="centro"}) → tablero1
escribir("BOTTOM",punto(6,2),{posición_vertical="abajo"}) → tablero1
```

"centro"

**Ejemplos**

```
M:=punto(0,2);
P1:=punto(-4,2);
P2:=punto(4,2);
s=segmento(P1,P2);
Text={caja_de_texto("vertical: CENTER", M,{posición_vertical="centro"})}
→ {vertical: CENTER en (0,2)}

dibujar({P1,P2,s},{color=verde,anchura_linea=2.5,tamaño_punto=7.5});
dibujar(M,{color=cian,tamaño_punto=7.5});
dibujar(Text,{color=azul});
```

Más información en [posición\\_horizontal](#) , [posición\\_vertical](#)

### "definición"

"definición"

**Ejemplos**

```
C=cfr(punto(0,0),3) →  $x^2+y^2=9$ 
tablero1=tablero({información="definición"}) → tablero1
dibujar(tablero1, C) → tablero1
```

"definición"

**Ejemplos**

$$f(x) := x \cdot \frac{\cos(\pi \cdot x)}{\pi} \rightarrow x \mapsto x \cdot \frac{\cos(\pi \cdot x)}{\pi}$$

```

tablero2d({información="definición"}) → tablero1
dibujar2d(f(x),{color=magenta,anchura_linea=2});
escribir
("INFORMATION etiqueta : DEFINITION of the objects.",punto(-6,6),{color={255,0,255}}
;

```

Más información en [información](#)

"derecha"

"derecha"

**Ejemplos**

```

dibujar(recta(x=5),{color=azul,anchura_linea=2}) → tablero1
escribir("LEFT",punto(5,7),{posición_horizontal="izquierda"}) → tablero1
escribir("RIGHT",punto(5,3),{posición_vertical="derecha"}) → tablero1

```

"derecha"

**Ejemplos**

```

M:=punto(-2,0);
P1:=punto(-2,-4);
P2:=punto(-2,4);
s=segmento(P1,P2);
Text={caja_de_texto("horizontal : RIGHT",M,{posición_horizontal="derecha"})}
→ {horizontal: RIGHT en (-2,0)}

dibujar({P1,P2,s},{color=verde,anchura_linea=2.5,tamaño_punto=7.5});
dibujar(M,{color=cian,tamaño_punto=7.5});
dibujar(Text,{color=magenta});

```

Más información en [posición\\_horizontal](#)

"divisor"

"divisor"

**Ejemplos** `resolver(2·x2+C·x-10=0,C,{resultado="divisor"})` →  $\left\{ \left[ C \rightarrow \frac{-2 \cdot x^2 + 10}{x} \right] \right\}$

**"expansión\_de\_menores"**

`determinante (A:Matriz ,o: )`

**Ejemplos**

- `determinante  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$ ,{método="gauss_libre_de_fracciones"})` → 0
- `determinante  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$ ,{método="gauss_libre_de_divisiones"})` → 0
- `determinante  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$ ,{método="expansión_de_menores"})` → 0

**"flecha"**

"flecha"

**Ejemplos**

- `tablero2d({estilo_de_ejes="flecha"})` → tablero1
- `dibujar2d(ln(x2)-1,{color=verde,anchura_línea=2});`
- `escribir("flecha AXIS_STYLE",punto(4,6),{color={0,255,0}});`

Más información en [estilo\\_de\\_ejes](#)

**"flecha\_xy"**

"flecha\_xy"

**Ejemplos**

- `tablero1=tablero({estilo_de_ejes="flecha_xy"})` → tablero1
- `dibujar(ln(x2))` → tablero1

"flecha\_xy"

**Ejemplos**

```

tablero2d({estilo_de_ejes="flecha_xy"}) → tablero1
dibujar2d(ln(x2)-1, {color=marrón, anchura_linea=2});
escribir("arrow_xy AXIS_STYLE", punto(4,6), {color={200,100,100}});

```

Más información en [estilo\\_de\\_ejes](#)

"flecha\_XY"

"flecha\_XY"

**Ejemplos**

```

tablero1=tablero({estilo_de_ejes="flecha_XY"}) → tablero1
dibujar(ln(x2)) → tablero1

```

"flecha\_XY"

**Ejemplos**

```

tablero2d({estilo_de_ejes="flecha_XY"}) → tablero1
dibujar2d(ln(x2)-1, {color=magenta, anchura_linea=2});
escribir("arrow_XY AXIS_STYLE", punto(4,6), {color={255,0,255}});

```

Más información en [estilo\\_de\\_ejes](#)

"gauss"

`eliminación_gaussiana (A:Matriz ,o: )`

**Ejemplos**

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 1 & 0 & 5 & 2 \\ 1 & 2 & 5 & 9 \\ 3 & 1 & 4 & 1 \end{pmatrix};$$

`eliminación_gaussiana(M,{método="gauss_libre_de_divisiones"})`

$$\rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 0 & -7 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 77 & 37 \\ 0 & 0 & 0 & -3465 \end{pmatrix}$$

`eliminación_gaussiana(M,{método="gauss_libre_de_fracciones"})`

$$\rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 0 & -7 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 77 & 37 \\ 0 & 0 & 0 & 495 \end{pmatrix}$$

`eliminación_gaussiana(M,{método="gauss"})`  $\rightarrow$  
$$\begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 0 & -7 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & -11 & -\frac{37}{7} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{45}{7} \end{pmatrix}$$

**"gauss\_libre\_de\_divisiones"**

`determinante (A:Matriz ,o: )`

**Ejemplos**

`determinante`  $\left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{método="gauss_libre_de_fracciones"\} \right) \rightarrow 0$

`determinante`  $\left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{método="gauss_libre_de_divisiones"\} \right) \rightarrow 0$

`determinante`  $\left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{método="expansión_de_menores"\} \right) \rightarrow 0$



`eliminación_gaussiana (A:Matriz ,o: )`

**Ejemplos**

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 1 & 0 & 5 & 2 \\ 1 & 2 & 5 & 9 \\ 3 & 1 & 4 & 1 \end{pmatrix};$$

`eliminación_gaussiana(M,{método="gauss_libre_de_divisiones"})`

$$\rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 0 & -7 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 77 & 37 \\ 0 & 0 & 0 & -3465 \end{pmatrix}$$

`eliminación_gaussiana(M,{método="gauss_libre_de_fracciones"})`

$$\rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 0 & -7 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 77 & 37 \\ 0 & 0 & 0 & 495 \end{pmatrix}$$

`eliminación_gaussiana(M,{método="gauss"})`  $\rightarrow$

$$\begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 0 & -7 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & -11 & -\frac{37}{7} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{45}{7} \end{pmatrix}$$

**"gauss\_libre\_de\_fracciones"**

`determinante (A:Matriz ,o: )`

**Ejemplos**

`determinante`  $\left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{método="gauss_libre_de_fracciones"\} \right) \rightarrow 0$

`determinante`  $\left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{método="gauss_libre_de_divisiones"\} \right) \rightarrow 0$

`determinante`  $\left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{método="expansión_de_menores"\} \right) \rightarrow 0$

`eliminación_gaussiana (A:Matriz ,o: )`

**Ejemplos**

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 1 & 0 & 5 & 2 \\ 1 & 2 & 5 & 9 \\ 3 & 1 & 4 & 1 \end{pmatrix};$$

`eliminación_gaussiana(M,{método="gauss_libre_de_divisiones"})`

$$\rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 0 & -7 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 77 & 37 \\ 0 & 0 & 0 & -3465 \end{pmatrix}$$

`eliminación_gaussiana(M,{método="gauss_libre_de_fracciones"})`

$$\rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 0 & -7 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 77 & 37 \\ 0 & 0 & 0 & 495 \end{pmatrix}$$

`eliminación_gaussiana(M,{método="gauss"})`  $\rightarrow$

$$\begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 0 & -7 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & -11 & -\frac{37}{7} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{45}{7} \end{pmatrix}$$

**"horizontal"**

`"horizontal"`

**Ejemplos**

`gráfica_de_cajas ({1,2,2,3,4,5},{orientación="horizontal"})`  $\rightarrow$  tablero1

`gráfica_de_cajas ({1,2,2,3,4,5},{orientación="vertical"})`  $\rightarrow$  tablero1

`"horizontal"`

**Ejemplos**

`L={C,C,E,D,A,C,C,A,B,B,A,C,D,A,D};`

diagrama  
`(L,{tipo="barra",orientación="horizontal",contorno_caja={color=blanco,anchura_línea`  
 $\rightarrow$  tablero1

**"izquierda"**

"izquierda"

**Ejemplos**

```
dibujar(recta(x=5),{color=azul,anchura_linea=2}) → tablero1
escribir("LEFT",punto(5,7),{posición_horizantal="izquierda"}) → tablero1
escribir("RIGHT",punto(5,3),{posición_vertical="derecha"}) → tablero1
```

"izquierda"

**Ejemplos**

```
M:=punto(-2,0);
P1:=punto(-2,-4);
P2:=punto(-2,4);
s=segmento(P1,P2);
Text={caja_de_texto("horizontal: LEFT",M,{posición_horizantal="izquierda"})}
→ {horizontal: LEFT en (-2,0)}

dibujar({P1,P2,s},{color=verde,anchura_linea=2.5,tamaño_punto=7.5});
dibujar(M,{color=cian,tamaño_punto=7.5});
dibujar(Text,{color=rojo});
```

Más información en [posición\\_horizantal](#)

**"línea\_base"**

"línea\_base"

**Ejemplos**

```
dibujar(recta(y=2),{color=azul,anchura_linea=2}) → tablero1
escribir("TOP",punto(-8,2),{posición_vertical="arriba"}) → tablero1
escribir("BASE_LINE",punto(-4,2),{posición_vertical="línea_base"}) → tablero1
escribir("CENTER",punto(2,2),{posición_vertical="centro"}) → tablero1
escribir("BOTTOM",punto(6,2),{posición_vertical="abajo"}) → tablero1
```

"línea\_base"

**Ejemplos**

```

M := punto (0,2);
P1 := punto (-4,2);
P2 := punto (4,2);
s = segmento (P1,P2);
Text = {caja_de_texto ("vertical : BASE_LINE", M, {posición_vertical="línea_base"})}
      → {vertical: BASE_LINE en (0,2)}

dibujar ({P1,P2,s}, {color=verde, anchura_linea=2.5, tamaño_punto=7.5});
dibujar (M, {color=cian, tamaño_punto=7.5});
dibujar (Text, {color=marrón});
    
```

Más información en [posición\\_vertical](#)

**"lista"**

"lista"

**Ejemplos**

```

resolver (2 · sen(α)2 + sen(α) - 1, α, {diversos_resultados_como="lista"})
      → { {α = 3·π / 2}, {α = -π / 2}, {α = 0.5236}, {α = 2.618} }
    
```

"lista"

**Ejemplos**

```

resolver (x2 + x + 1 = 0, {resultado="lista"}, C) → { { -1/2 + √3·i / 2 }, { -1/2 - √3·i / 2 } }
    
```

**"lista\_de\_de\_ecuaciones"**

"lista\_de\_de\_ecuaciones"

**Ejemplos**

```
resolver({x+y+z=1, y-z=2},{resultado="lista_de_de_ecuaciones"})
→ {{x=-2·z-1,y=z+2,z=z}}
```

```
resolver({y+z=1, y-z=2},{resultado="lista_de_de_ecuaciones"})
→ {{y=3/2,z=-1/2}}
```

"lista\_de\_de\_ecuaciones"

**Ejemplos**

```
resolver({{3·x- y+2·z = 1
2·x+ y- z = 3
x-2·y+3·z = -2}}, {resultado="lista_de_de_ecuaciones"})
→ {{x=-1/5·z+4/5,y=7/5·z+7/5,z=z}}
```

**"Monospaced"**

"Monospaced"

**Ejemplos**

```
STr=triángulo(punto(-4,-4),punto(4,-4),punto(-4,4));
Title=
{caja_de_texto("FONT_NAME : Monospaced",punto(-6,7),{nombre_fuente="Monospaced",ta
;
Text=
{caja_de_texto("Square Triángulo",punto(-3.5,-3),{nombre_fuente="Monospaced",ta
;
dibujar2d(STr,{llenar=cierto,color_relleno=blanco});
dibujar2d(Title);
dibujar2d(Text);
```

Más información en [nombre\\_fuente](#) , [nombre](#)

**"nada"**

"nada"

**Ejemplos**  $C = \text{cfr}(\text{punto}(0,0),3) \rightarrow x^2 + y^2 = 9$   
 $\text{tablero1} = \text{tablero}(\{\text{información} = \text{"nada"}\}) \rightarrow \text{tablero1}$   
 $\text{dibujar}(\text{tablero1}, C) \rightarrow \text{tablero1}$

"nada"

**Ejemplos**  $\text{tablero2d}(\{\text{estilo\_de\_ejes} = \text{"nada"}\}) \rightarrow \text{tablero1}$   
 $\text{dibujar2d}(\ln(x^2)^{-1}, \{\text{color} = \text{rojo}, \text{anchura\_línea} = 2\});$   
 $\text{escribir}(\text{"nada AXIS\_STYLE"}, \text{punto}(4,6), \{\text{color} = \{255,0,0\}\});$

"nada"

**Ejemplos**  $f(x) := x \cdot \frac{\cos(\pi \cdot x)}{\pi} \rightarrow x \mapsto x \cdot \frac{\cos(\pi \cdot x)}{\pi}$   
 $\text{tablero2d}(\{\text{información} = \text{"nada"}\}) \rightarrow \text{tablero1}$   
 $\text{dibujar2d}(f(x), \{\text{color} = \text{rojo}, \text{anchura\_línea} = 2\});$   
 $\text{escribir}(\text{"INFORMATION etiqueta : NONE."}, \text{punto}(-3.6,6), \{\text{color} = \{255,0,0\}\});$

Más información en [estilo\\_de\\_ejes](#) , [información](#)

**"newton"**

"newton"

**Ejemplos**  $\text{resolver\_numéricamente}(\cos(x) - x^3, \{\text{punto\_inicial} = 1., \text{método} = \text{"newton"}\})$   
 $\rightarrow \{x = 0.86547\}$

**"nombre"**

"nombre"

**Ejemplos**

```
C=cfr(punto(0,0),3) →  $x^2+y^2=9$ 
tablero1=tablero({información="nombre"}) → tablero1
dibujar(tablero1, C) → tablero1
```

"nombre"

**Ejemplos**

```
f(x) := x ·  $\frac{\cos(\pi \cdot x)}{\pi}$  →  $x \mapsto x \cdot \frac{\cos(\pi \cdot x)}{\pi}$ 
tablero2d({información="nombre"}) → tablero1
dibujar2d(f(x), {color=verde, anchura_linea=2});
escribir
("INFORMATION etiqueta : NAME of the objects.", punto(-5.2,6), {color={0,255,0}});
```

Más información en [información](#)

**"pastel"**

"pastel"

**Ejemplos**

```
diagrama([1→6,2→3,3→4,4→1,5→2,6→6], {tipo="pastel"}) → tablero1
```

"pastel"

**Ejemplos**

```
L=[Tren→22,Metro→40,Bus→29,Bici→15,Auto→6];
diagrama
(L, {tipo="pastel", contorno_caja={color=azul, anchura_linea=2}, color={caja={naranja}});
```

**"polígono\_frecuencias"**

"polígono\_frecuencias"

**Ejemplos** [ diagrama  
 ([1→6,2→3,3→4,4→1,5→2,6→6], {tipo="polígono\_frecuencias", color={caja=azul}})  
 → tablero1

"polígono\_frecuencias"

**Ejemplos** [ L=[Tren→22,Metro→40,Bus→29,Bici→15,Auto→6];  
 diagrama  
 (L, {tipo="polígono\_frecuencias", tamaño\_punto=7, anchura\_linea=2, color={caja={cian  
 ;

**"porcentaje"**

"porcentaje"

**Ejemplos** [ diagrama([1→6,2→3,3→4,4→1,5→2,6→6], {tipo="porcentaje"}) → tablero1

"porcentaje"

**Ejemplos** [ L=[Tren→22,Metro→40,Bus→29,Bici→15,Auto→6];  
 diagrama  
 (L, {tipo="porcentaje", contorno\_caja={color=blanco, anchura\_linea=2}, color={caja={t  
 ;

**"regula\_falsi"**



"regula\_falsi"

**Ejemplos**

```
resolver_numéricamente (tan (x) - x, {punto_inicial={-1.9,1.8},método="regula_falsi"})
→ {x=-0.52495}
resolver_numéricamente (tan (x) - x, {punto_inicial={-0.7,0.7},método="regula_falsi"})
→ {x=0.}
```

"relación"

"relación"

**Ejemplos**

```
resolver ( { {2·x+ y+2·z=0}, {4·x-2·y+ z=0}, {2·x-3·y- z=0} }, {resultado="relación"} ) → { {x→-5/8·z, y→-3/4·z, z→z} }
```

"SansSerif"

"SansSerif"

**Ejemplos**

```
ATr=triángulo (punto (-4,-4), punto (4,-4), punto (0,4));
Title=
{caja_de_texto ("FONT_NAME : SansSerif", punto (-5,7), {nombre_fuente="SansSerif", ta
;
Text=
{caja_de_texto ("Acute Triángulo", punto (-2.2,-3), {nombre_fuente="SansSerif", tamañ
;
dibujar2d (ATr, {llenar=cierto, color_relleno=blanco});
dibujar2d (Title);
dibujar2d (Text);
```

Más información en [nombre\\_fuente](#) , [nombre](#)

"secante"

"secante"

**Ejemplos**

```
resolver_numéricamente(x·ex-1, {punto_inicial={-1.,2.}, método="secante"})
→ {x=-0.72032}
resolver_numéricamente(x·ex-1, {punto_inicial={0.2,0.7}, método="secante"})
→ {x=0.56714}
```

"secuencia"

**Ejemplos**

```
resolver(x3+8·i=0, {diversos_resultados_como="secuencia"}, C)
→ {x=2·i}, {x=-√3-i}, {x=√3-i}
```

"secuencia\_de\_ecuaciones"

**Ejemplos**

```
resolver(
  {
    x+ y+2·z=1
    2·x+3·y+3·z=1
    3·x- y+k·z=2
  }, {resultado="secuencia_de_ecuaciones"})
→ {k=k, x= (2·k-5)/(k-10), y= (-k+5)/(k-10), z= (-5)/(k-10)}
```

"Serif"

"Serif"

Ejemplos

```
OTr=triángulo (punto (-3,-4), punto (5,-4), punto (-7,4));
Title=
{caja_de_texto ("FONT_NAME : Serif", punto (-4.6,7), {nombre_fuente="Serif", tamaño_fu
;
Text=
{caja_de_texto ("Obtuse Triángulo", punto (-2.5,-3), {nombre_fuente="Serif", tamaño_fu
;

dibujar2d (OTr, {llenar=cierto, color_relleno=blanco});
dibujar2d (Title);
dibujar2d (Text);
```

Más información en [nombre\\_fuente](#) , [nombre](#)

**"solamente\_una\_solución"**

"solamente\_una\_solución"

Ejemplos

```
resolver (8·x2+B·x-7=0,x,{diversos_resultados_como="solamente_una_solución"})
→  $\left\{ x = \frac{\sqrt{B^2+224}}{16} - \frac{B}{16} \right\}$ 
```

**"sustitución"**

"sustitución"

Ejemplos

```
resolver (2·sen(α)2-sen(α)-1=0,{resultado="sustitución"})
→  $\left\{ \left\{ \alpha = \frac{\pi}{2} \right\}, \left\{ \alpha = -0.5236 \right\}, \left\{ \alpha = 3.6652 \right\} \right\}$ 
```

**"tabla"**

"tabla"

Ejemplos  $\left[ \text{resolver} \left( \left\{ \begin{array}{l} 3 \cdot (x+2) - y = 1 \\ 4 \cdot x + 2 = \frac{y-8}{2} \end{array} \right\}, \{\text{resultado}=\text{"tabla"}\} \right) \rightarrow \left\{ \left\{ x = -\frac{7}{5}, y = \frac{4}{5} \right\} \right\}$

"valor"

"valor"

Ejemplos  $\left[ \begin{array}{l} C = \text{cfr}(\text{punto}(0,0), 3) \rightarrow x^2 + y^2 = 9 \\ \text{tablero1} = \text{tablero}(\{\text{información}=\text{"valor"}\}) \rightarrow \text{tablero1} \\ \text{dibujar}(\text{tablero1}, C) \rightarrow \text{tablero1} \end{array} \right]$

"valor"

Ejemplos  $\left[ \begin{array}{l} f(x) := x \cdot \frac{\cos(\pi \cdot x)}{\pi} \rightarrow x \mapsto x \cdot \frac{\cos(\pi \cdot x)}{\pi} \\ \text{tablero2d}(\{\text{información}=\text{"valor"}\}) \rightarrow \text{tablero1} \\ \text{dibujar2d}(f(x), \{\text{color}=\text{marrón}, \text{anchura\_línea}=2\}); \\ \text{escribir} \\ (\text{"INFORMATION etiqueta : VALUE of the objects."}, \text{punto}(-5.5, 6), \{\text{color}=\{200, 100, 100\}\} \\ ; \end{array} \right]$

Más información en [información](#)

"valor\_múltiple"

"valor\_múltiple"

Ejemplos  $\left[ \begin{array}{l} \text{resolver} \left( \left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot x + y = 3 \\ 3 \cdot (x-2) = x + y \end{array} \right\}, \{\text{diversos\_resultados\_como}=\text{"valor\_múltiple"}\} \right) \\ \rightarrow \left\{ x = \frac{9}{4}, y = -\frac{3}{2} \right\} \end{array} \right]$

"vector"

"vector"

Ejemplos  $\left[ \begin{array}{l} \text{resolver} \left( \begin{cases} x + y + 2 \cdot z = 1 \\ 2 \cdot x + 3 \cdot y + 3 \cdot z = 1 \\ 3 \cdot x - y + 5 \cdot z = 2 \end{cases}, \{ \text{diversos\_resultados\_como} = \text{"vector"} \} \right) \\ \rightarrow \{ \{ x = -1, y = 0, z = 1 \} \} \end{array} \right.$

"vector"

Ejemplos  $\left[ \begin{array}{l} \text{resolver} (\langle [5, 2], [a, b] \rangle = 10, \{ \text{resultado} = \text{"vector"} \}) \rightarrow \left\{ \left[ -\frac{2}{5} \cdot b + 2, b \right] \right\} \end{array} \right.$

**"vector\_de\_ecuaciones"**

"vector\_de\_ecuaciones"

Ejemplos  $\left[ \begin{array}{l} \text{resolver} (x^2 - 3 \cdot x - y + 2 = 0, \{ \text{resultado} = \text{"vector\_de\_ecuaciones"} \}) \\ \rightarrow \{ \{ x = x, y = x^2 - 3 \cdot x + 2 \} \} \end{array} \right.$

**"vertical"**

"vertical"

Ejemplos  $\left[ \begin{array}{l} \text{gráfica\_de\_cajas} (\{1, 2, 2, 3, 4, 5\}, \{ \text{orientación} = \text{"horizontal"} \}) \rightarrow \text{tablero1} \\ \text{gráfica\_de\_cajas} (\{1, 2, 2, 3, 4, 5\}, \{ \text{orientación} = \text{"vertical"} \}) \rightarrow \text{tablero1} \end{array} \right.$

"vertical"

**Ejemplos**

```
L={C,C,E,D,A,C,C,A,B,B,A,C,D,A,D};
diagrama
(L,{tipo="barra",orientación="vertical",contorno_caja={color=negro},color={caja={rc
→ tablero1
```

\$\$

$i\$\$o$       donde  $i$ :Identificador ,  $o$ :Cualquier

**Ejemplos**

```
x$$y → xy
{x$$i con i en 1..5} → {x1,x2,x3,x4,x5}
```

&

a & b

&	cierto	falso
cierto	cierto	falso
falso	falso	falso

**Ejemplos**

```
falso & cierto → falso
```

$l_1$  &  $l_2$

**Ejemplos**

```
{a→3,b→5} & {a→-2} → {a→-2,b→5}
[a→3, b→5] & [a→-2, c→x] → [a→-2,b→5,c→x]
{a=3,b=5} & {a=-2,c=0} → {a=-2,b=5,c=0}
```

NOTA:

Ejemplos

$$\{a \rightarrow 2, b \rightarrow 3\} \& \{a \rightarrow \text{nulo}\} \rightarrow \{a \rightarrow 2, b \rightarrow 3\}$$

Ejemplos

$$\{a \rightarrow 2, b \rightarrow 3\} \& \{\} \rightarrow \{a \rightarrow 2, b \rightarrow 3\}$$

Ejemplos

$$\begin{aligned} [1, 2, 3] \& [0, 0, 0] &\rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \& [x, y, z] &\rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 \\ x & y & z \end{pmatrix} \\ [x, y, z] \& \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} &\rightarrow \begin{pmatrix} x & y & z \\ 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \\ \begin{pmatrix} x & y & z \\ 2 & 3 & 4 \end{pmatrix} \& \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} &\rightarrow \begin{pmatrix} x & y & z \\ 2 & 3 & 4 \\ 1 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

\*

$a \cdot b$   
 $a * b$

Ejemplos

$$\begin{aligned} 4 \cdot 5 &\rightarrow 20 \\ (x-1) \cdot (x+1) &\rightarrow x^2 - 1 \end{aligned}$$

#\*P

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} -2 \cdot \text{punto}(3,4) &\rightarrow (-6, -8) \\ \text{punto}(3,4) \cdot 3 &\rightarrow (9, 12) \end{aligned}$$

**Ejemplos 3D**

$$\begin{aligned} -2 \cdot \text{punto}(3,4,7) &\rightarrow (-6, -8, -14) \\ \text{punto}(3,4,7) \cdot 3 &\rightarrow (9, 12, 21) \end{aligned}$$

Más información en [, , producto](#)

,

$x_1, x_2, \dots, x_n$

$x_1, x_2, \dots, x_n$

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} a, b, c &\rightarrow a, b, c \\ (a, (b, c)) &\rightarrow a, b, c \\ (a, \text{nulo}, b) &\rightarrow a, b \\ (a, a, a) &\rightarrow a, a, a \\ \text{nulo}, a, \text{nulo}, \text{nulo} &\rightarrow a \\ \text{para } s=\text{nulo}, i=0; i < 4; i=i+1 \text{ hacer } s=(s,i) \text{ fin} &\rightarrow 0, 1, 2, 3 \\ ((a, b, c), (0, 1, 2)) &\rightarrow a, b, c, 0, 1, 2 \end{aligned}$$

.



$l_{i_1, \dots, i_n}$   
 $l.(i_1, \dots, i_n)$       dondel: *Lista* | *Vector* | *Recorrido* | *Relación* | *Divisor*  
 | *Tabla* | *Regla* ,  $i:NN$



$$\{l_1, \dots, l_m\}_{i_1, i_2, \dots, i_n} = \{l_1 \ i_2, \dots, i_n, \dots, l_m \ i_2, \dots, i_n\}_{i_1}$$

$$[l_1, \dots, l_m]_{i_1, i_2, \dots, i_n} = [l_1 \ i_2, \dots, i_n, \dots, l_m \ i_2, \dots, i_n]_{i_1}$$

**Ejemplos**

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ x & y \end{pmatrix};$$

$$M_{2,1} \rightarrow x$$

$$M_{2..1..-1, 2..1..-1} \rightarrow \begin{pmatrix} y & x \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$$

`reemplazar (l:Lista /Vector ,i1 :ZZ,...,in :ZZ,x )`

`reemplazar ({l1 ,...,li ,...,lm },i,x)={l1 ,...,li-1 ,x,li+1 ,...,lm }`

`reemplazar ({l1 ,...,li1 ,...,lm },i1 ,...,in ,x)={l1 ,...,li1-1 ,reemplazar (li1 ,i2 ,...,in ,x),li1+1 ,...,lm }`

Ejemplos

`reemplazar ({7,5,12},3,x) → {7,5,x}`  
`reemplazar ([5,6,7],1,-4) → [-4,6,7]`  
`reemplazar ( $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 7 \end{pmatrix}$ ,1,3,-4) →  $\begin{pmatrix} 1 & 0 & -4 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 7 \end{pmatrix}$`

`a=reemplazar(a,i1,...,in,x)`

`ai1,...,in =x`

Ejemplos

`v=[5,6,7] → [5,6,7]`  
`v2=14 → [5,14,7]`  
`A =  $\begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$  →  $\begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$`   
`A1=[1,0,0] →  $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$`   
`A3,3=100 →  $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 100 \end{pmatrix}$`

`reemplazar (l:Lista / Vector , i1 :Lista / Vector / Recorrido , ..., in :Lista / Vector / Recorrido , x )`

```
v=[i1,...,im]
for k∈i1 do
  v=reemplazar(v,(i1)k,i2,...,in,xk)
end
```

si r:Recorrido entonces `reemplazar (l,i1 ,...,r,...,in ,x)=reemplazar (l,i1 ,...,r,...,in ,x)`

**Ejemplos**

```
v={5,6,7} → {5,6,7}
reemplazar(v,{2,3},{a,b}) → {5,a,b}
reemplazar([1,2,3,4,5,6,7,8],1..8..2,{a,b,c,d}) → [a,2,b,4,c,6,d,8]
```

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$$

$$\text{reemplazar}\left(A, \{1,2\}, \{1,3\}, \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}\right) \rightarrow \begin{pmatrix} a & 3 & b \\ c & 4 & d \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$$

$$\text{reemplazar}\left(A, 1..2, [1,3], \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}\right) \rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 3 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$$

`a=reemplazar(a,i1,...,in,x)`

`ai1,...,in=x`

**Ejemplos**

```
v={5,6,7} → {5,6,7}
v{2,3}={a,b} → {5,a,b}
```

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$$

$$A_{\{1,2\},\{1,3\}} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} a & 3 & b \\ c & 4 & d \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$$

$$A_{1..2,[1,3]} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 3 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$$

$l_i$

$l.i$  dondel: *Lista* / *Vector* / *Recorrido* / *Relación* / *Divisor* / *Tabla* / *Regla* ,  $i:NN$



si  $n = \text{longitud}(l)$  &  $1 \leq i \leq n$

$$\{l_1, \dots, l_n\}_i = l_i$$

$$[l_1, \dots, l_n]_i = l_i$$

$$(a..b..d)_i = a + d \cdot (i-1)$$

$$\{i_1 \# v_1, \dots, i_n \# v_n\}_j = (i_j \# v_j)$$

$$[i_1 \# v_1, \dots, i_n \# v_n]_j = (i_j \# v_j)$$

$$\{i_1 = v_1, \dots, i_n = v_n\}_j = (i_j = v_j)$$

si  $i < 1$  |  $i > n$  devuelve un error.

Ejemplos

$$t = \{1, 2, x, 6\};$$

$$t_3 \rightarrow x$$

$$u = [a, b, c, d];$$

$$u_2 \rightarrow b$$

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ x & y & z \end{pmatrix};$$

$$M_2 \rightarrow [x, y, z]$$

$$(0..1000..3)_8 \rightarrow 21$$

$$R = \{x \rightarrow a, y \rightarrow b\};$$

$$R_2 \rightarrow y \rightarrow b$$

$$D = [x \rightarrow a, y \rightarrow b];$$

$$D_2 \rightarrow y \rightarrow b$$

$$T = \{x = a, y = b\};$$

$$T_2 \rightarrow y = b$$

$$f = \text{factorizar}(12350) \rightarrow 2 \cdot 5^2 \cdot 13 \cdot 19$$

$$f_2 \rightarrow 5 \rightarrow 2$$

$l_{\{i_1, \dots, i_n\}}$

$l.\{i_1, \dots, i_n\}$  dondel: *Lista* / *Vector* / *Recorrido* / *Relación* / *Divisor* / *Tabla* / *Regla* ,  $i:NN$



si  $m = \text{longitud}(l)$ ,  $1 \leq i_k \leq m$  con  $k=1, \dots, n$

$$l_{\{i_1, \dots, i_n\}} = \{l_{i_1}, \dots, l_{i_n}\} \text{ si } l = \{l_1, \dots, l_m\} \text{ or } l = a..b..d$$

$$l_{\{i_1, \dots, i_n\}} = [l_{i_1}, \dots, l_{i_n}] \text{ si } l = [l_1, \dots, l_m]$$

Ejemplos

$$\begin{aligned} u &= [a, b, c, d]; \\ u_{\{2,3\}} &\rightarrow [b, c] \\ R &= \{x \rightarrow a, y \rightarrow b, z \rightarrow c\}; \\ R_{\{2,1\}} &\rightarrow \{x \rightarrow a, y \rightarrow b\} \\ R_{\{2,1,1\}} &\rightarrow \{x \rightarrow (a, a), y \rightarrow b\} \end{aligned}$$

$l [i_1, \dots, i_n]$   
 $l.[i_1, \dots, i_n]$  dondel: *Lista* / *Vector* / *Recorrido* / *Relación* / *Divisor* / *Tabla* / *Regla* ,  $i:NN$



$$l [i_1, \dots, i_n] = l_{\{i_1, \dots, i_n\}}$$

$l_{a..b..d}$   
 $l.(a..b..d)$  dondel: *Lista* / *Vector* / *Recorrido* / *Relación* / *Divisor* / *Tabla* / *Regla* ,  $i:NN$



$l$ : no Recorrido

$$l_{a..b..d} = l [a..b..d]$$

$l$ : Recorrido

si  $l = \#..#..#$  entonces  $l_{a..b..d} = (\#+(a-1)*\#)..(\#+(b-1)*\#)..(d*\#)$  donde  $1 \leq a \leq \text{longitud}(l)$ ,  $1 \leq b \leq \text{longitud}(l)$ .

$$l [a..b..d] = [l]_{a..b..d}$$

Ejemplos

$$\begin{aligned} V &= [a, b, c, d]; \\ V_{4..1..-1} &\rightarrow [d, c, b, a] \\ (0..100..10)_{1..11..2} &\rightarrow 0..100..20 \\ (1..8)_{8..1..-1} &\rightarrow 8..1..-1 \end{aligned}$$

$l_1, i_1, \dots, i_n$  dondel: *Lista* | *Vector* | *Recorrido* | *Relación* | *Divisor*  
 | *Tabla* | *Regla* ,  $i:NN$



$$\{l_1, \dots, l_m\} \cdot i_1 \cdot i_2 \dots i_n = \{l_1 \cdot i_2 \dots i_n, \dots, l_m \cdot i_2 \dots i_n\} \cdot i_1$$

$$[l_1, \dots, l_m] \cdot i_1 \cdot i_2 \dots i_n = [l_1 \cdot i_2 \dots i_n, \dots, l_m \cdot i_2 \dots i_n] \cdot i_1$$

**Ejemplos**

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ x & y \end{pmatrix};$$

$$M_{2,1} \rightarrow x$$

$$M.2.1 \rightarrow x$$

$$M.(2..1..-1).(2..1..-1) \rightarrow \begin{pmatrix} y & x \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$$

$D(x)=y$

**Ejemplos**

$$D = [a \rightarrow 1, b \rightarrow 2];$$

$$D(a)=5 \rightarrow [a \rightarrow 5, b \rightarrow 2]$$

$$D(c)=1 \rightarrow [a \rightarrow 5, b \rightarrow 2, c \rightarrow 1]$$

$$D(b)=0 \rightarrow [a \rightarrow 5, c \rightarrow 1]$$

$P_n$

Icono

$P \cdot n$

**Ejemplos**

$$A = \text{progresión}(3,5,7,9) \rightarrow 3,5,7, \dots, 1+2 \cdot n, \dots \text{arithmetic}$$


$$A_2 \rightarrow 5$$

$$A_6 \rightarrow 13$$

$$B = \text{progresión}(2,4,8) \rightarrow 2,4,8, \dots, 2^n, \dots \text{geometric}$$

$$B_2 \rightarrow 4$$

$$B_n \rightarrow 2 \cdot 2^{n-1}$$

P<sub>1</sub>P<sub>2</sub>Icono 

P.1

P.2

Ejemplos

punto(3,7)<sub>1</sub> → 3punto(3,7)<sub>2</sub> → 7

Ejemplos 3D

punto(3,7,8)<sub>1</sub> → 3punto(3,7,8)<sub>2</sub> → 7punto(3,7,8)<sub>3</sub> → 8

R(x)=y

Ejemplos

R={a→1,b→2};

R(a)=5 → {a→5,b→2}

R(c)=0 → {a→5,b→2,c→0}

R(b)=nulo → {a→5,c→0}

s.1

s.2

Ejemplos

segmento(punto(1,2),punto(0,0)).1 → (1,2)

segmento(punto(1,2),punto(0,0)).2 → (0,0)

Ejemplos 3D

segmento(punto(1,2,4),punto(0,0,0)).1 → (1,2,4)

segmento(punto(1,2,4),punto(0,0,0)).2 → (0,0,0)

$T(x)=y$

Ejemplos

$T=\{a=1,b=2\}$ : Tabla;  
 $T(a)=5 \rightarrow \{a=5,b=2\}$   
 $T(c)=0 \rightarrow \{a=5,b=2,c=0\}$   
 $T(b)=\text{nulo} \rightarrow \{a=5,c=0\}$

..

a..b  
a..b..d

Ejemplos

$[x^i \text{ con } i \text{ en } 1..4] \rightarrow [x,x^2,x^3,x^4]$   
 $[3..-3..-2] \rightarrow [3,1,-1,-3]$   
 $\text{longitud}(-4..100..\frac{2}{3}) \rightarrow 157$

/

a/b


Ejemplos

$6/3 \rightarrow 2$   
 $6/4 \rightarrow \frac{3}{2}$   
 $\frac{6}{4} \rightarrow \frac{3}{2}$   
 $(x^2+x-2)/(x-1) \rightarrow x+2$   
 $(x^2+x-2)/(x-2) \rightarrow \frac{x^2+x-2}{x-2}$   
 $\frac{x^2+x-2}{x-1} \rightarrow x+2$



$l_1 / l_2$       donde  $l_1 : Lista$  ,  $l_2 : Lista$   
 complemento ( $l_1 : Lista$  / Vector ,  $l_2 : Lista$  / Vector )

**Ejemplos** [  $\{1,2,3,4\} / \{2,3\} \rightarrow \{1,4\}$   
 $[1, 2, 3, 4] / [3, 4, 5] \rightarrow [1,2]$   
 $[1, 1, 1, 2, 2, 2, 3, 3, 3] / [2] \rightarrow [1,3]$

Icono   
 P/#

**Ejemplos** [  $\frac{\text{punto}(3,4)}{2} \rightarrow \left(\frac{3}{2}, 2\right)$   
 $\text{punto}(3,-3) / 3 \rightarrow (1,-1)$

**Ejemplos 3D** [  $\frac{\text{punto}(3,4,7)}{2} \rightarrow \left(\frac{3}{2}, 2, \frac{7}{2}\right)$   
 $\text{punto}(3,-3,6) / 3 \rightarrow (1,-1,2)$

//

$\text{cociente}(a:ZZ, b:ZZ)$   
 $\text{COC}(a:ZZ, b:ZZ)$   
 $a // b$

**Ejemplos** [  $37 // 5 \rightarrow 7$   
 $37 / 5 \rightarrow \frac{37}{5}$   
 $\text{cociente}(37,5) \rightarrow 7$   
 $37 // -5 \rightarrow -7$   
 $-37 // -5 \rightarrow 7$

cociente ( $p_1$  :Polinomio ,  $p_2$  :Polinomio )  
 coc ( $p_1$  :Polinomio ,  $p_2$  :Polinomio )  
 $p_1 // p_2$

**Ejemplos**

**cociente**( $2 \cdot x^5, x+1$ )  $\rightarrow 2 \cdot x^4 - 2 \cdot x^3 + 2 \cdot x^2 - 2 \cdot x + 2$

.

o:D

**Ejemplos**

$4/7 : \mathbb{Q} \rightarrow \frac{4}{7}$

**variables**( $x^2+1$ )  $\rightarrow \{x\}$

**variables**( $x^2+1 : \mathbb{Z}[x,y]$ )  $\rightarrow \{x,y\}$

**Ejemplos**

**f**( $x : \mathbb{R}$ ) :=  $\sqrt[3]{x} \rightarrow x : \mathbb{R} \mapsto \sqrt[3]{x}$

**f**(27)  $\rightarrow 3$

ii

v:=x

v := x

**Ejemplos**

**a** :=  $1+2 \rightarrow 1+2$

**a+3**  $\rightarrow 6$

**b=3**  $\rightarrow 3$

**a:=b**  $\rightarrow b$

**a**  $\rightarrow 3$

**b=4;**

**a**  $\rightarrow 4$

`v:=x`

`v := x`

**Ejemplos**

- `a:=1+2` → 1+2
- `a+3` → 6
- `b=3` → 3
- `a:=b` → b
- `a` → 3
- `b=4;`
- `a` → 4

`identifíer():=`

**Ejemplos**

- `f(x):=x2-x+1` →  $x \mapsto x^2 - x + 1$
- `f(0)` → 1
- `f(1)` → 1
- `f( $\frac{2}{3}$ )` →  $\frac{7}{9}$
- `f(t)` →  $t^2 - t + 1$

`identifíer(A)[comprobar C]:=B`

**Ejemplos**

- `f(0):=1;`
- `f(n:Z) comprobar n ≥ 0 := f(n-1) · n;`
- `f(10)` → 3628800

`identifíer(:):=`

**Ejemplos**

- `g(x:Z):=x2-x+1;`
- `g(0)` → 1
- `g( $\frac{2}{3}$ )` →  $g(\frac{2}{3})$
- `g(t)` →  $g(t)$

identifier( $_1$  [ $:_1$  ], ...,  $_n$  [ $:_n$  ]):=

**Ejemplos**

- $f(x,y) := x+y \rightarrow (x,y) \mapsto x+y$
- $f(2,8) \rightarrow 10$
- $f(a, a+b^2) \rightarrow 2 \cdot a + b^2$
- $g(x : \text{Identificador}, n : \mathbb{Z}) := x^n \rightarrow (x : \text{Identificador}, n : \mathbb{Z}) \mapsto x^n$
- $g(y, 8) \rightarrow y^8$

$\Rightarrow$

{ $P_1$   $\circ_1$  , ...,  $P_n$   $\circ_n$  }

**Ejemplos**

- $a=1 \rightarrow 1$
- $b=2 \rightarrow 2$
- $\{a \Rightarrow b, b \Rightarrow a\} \rightarrow \{1 \Rightarrow 2, 2 \Rightarrow 1\}$

?

b?

**Ejemplos**

- $2==3 \rightarrow 2=3$
- $2=3 \rightarrow 2=3$
- $2=3 ? \rightarrow \text{falso}$
- $5 > 4 ? \rightarrow \text{cierto}$
- $6 \leq 3 ? \rightarrow \text{falso}$
- $x=4 \rightarrow 4$
- $3 < x \ \& \ x < 8 ? \rightarrow \text{cierto}$

P==Q ?

Icono 

Ejemplos

punto(2,3)=punto(1,3)? → falso  
 punto(1,0)=punto(1)? → cierto

Ejemplos 3D

punto(2,3,6)=punto(1,3,3)? → falso  
 a=0 → 0  
 punto(1,0,0)=punto(1,0,a)? → cierto

/

Icono

[x<sub>1</sub> , ..., x<sub>n</sub> ]

Ejemplos

[1,2,3,4] → [1,2,3,4]  
 [1,2,3,4] → [1,2,3,4]  
 v=[1,x+1,y] → [1,x+1,y]  
 es?(x+1,Z[x,y]) → falso  
 es?(v.2,Z[x,y]) → cierto

[a..b..d]

Ejemplos

[1..4] → [1,2,3,4]  
 [1..7.. $\frac{5}{3}$ ] → [1,  $\frac{8}{3}$ ,  $\frac{13}{3}$ , 6]

[x con i<sub>1</sub> , ..., i<sub>n</sub> en r<sub>1</sub> , ..., r<sub>n</sub> ]

Ejemplos

[2<sup>i</sup> con i en 2..-2..-1] → [4,2,1,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{4}$ ]  
 [x<sup>2</sup>+y<sup>2</sup> con x,y en {A,B},1..3] → [A<sup>2</sup>+1,A<sup>2</sup>+4,A<sup>2</sup>+9,B<sup>2</sup>+1,B<sup>2</sup>+4,B<sup>2</sup>+9]

[x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde p]

Ejemplos

[i con i en 1..10] → [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]

[i con i en 1..10 donde primo?(i)] → [2,3,5,7]

[(x,y,z) con x,y,z en 1..10,1..10,1..10 donde es?( $x^2+y^2+z^2 \sqrt{729}$ ,Z) & x≤y & y≤z]  
→ [{1,1,1},{1,1,2}]

||

e\\r

Ejemplos

$R = \{x \in \mathbb{Z} : \exists a \in \mathbb{Z} : x = a + \frac{1}{4}\} \rightarrow \{x \in \mathbb{Z} : \exists a \in \mathbb{Z} : x = a + \frac{1}{4}\}$

$a = \frac{5}{4};$

$a = R(a) \rightarrow \frac{3}{2}$

$a = R(a) \rightarrow \frac{7}{4}$

$a = R(a) \rightarrow 2$

$a = R(a) \rightarrow 2$

Ejemplos

$a + b \{a = b, b = 4\} \rightarrow 8$

$a + b \{a = b, b = 4\} \rightarrow b + 4$

^

Más información en

{

{ $x_1, \dots, x_n$ }

Ejemplos

{1,a,b,c,"hola"} → {1,a,b,c,hola}

{1,1+1,1+1+1,1+1+1+1} → {1,2,3,4}

$\{x \text{ con } i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n\}$ 

**Ejemplos**

- $\{2^i \text{ con } i \text{ en } 2..-2..-1\} \rightarrow \{4, 2, 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}\}$
- $\{x^2 + y^2 \text{ con } x, y \text{ en } \{A, B\}, 1..3\} \rightarrow \{A^2 + 1, A^2 + 4, A^2 + 9, B^2 + 1, B^2 + 4, B^2 + 9\}$

 $\{x \text{ con } i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \text{ donde } p\}$ 

**Ejemplos**

- $\{\{x, y, z\} \text{ con } x, y, z \text{ en } 1..10, 1..10, 1..10 \text{ donde es } ?(\sqrt[3]{x^3 + y^3 + z^3}, Z) \& x \leq y \& y \leq z\}$   
 $\rightarrow \{\{1, 6, 8\}, \{3, 4, 5\}, \{6, 8, 10\}\}$

 $a \mid b$ 

		cierto	falso
cierto		cierto	cierto
falso		cierto	falso

**Ejemplos**

- $\{\text{falso} \mid \text{cierto}\} \rightarrow \text{cierto}$

 $r_1 \mid r_2$ 

**Ejemplos**

- $\{\{a \Rightarrow 1, x+1 \Rightarrow -1\} \mid \{b \Rightarrow 3, x+1 \Rightarrow -3\}\} \rightarrow \{x+1 \Rightarrow -3, a \Rightarrow 1, b \Rightarrow 3\}$

$t|x$

**Ejemplos**

- "a" | "b" → ab
- "a" | 3 → a3
- "a" | 3 | 4 → a34
- "a" | (3 | 4) → a3|4

$x|t$

**Ejemplos**

- "a" | "b" → ab
- 3 | "a" → 3a
- 4 | 3 | "a" → 4|3a
- 4 | (3 | "a") → 43a

/?

| ?

**Ejemplos**

- 3|?6 → cierto
- 5|?13 → falso
- (x+1)|?(x<sup>2</sup>-1) → cierto
- (x+1)|?(x<sup>2</sup>+2·x) → falso

+

a+b

**Ejemplos**

- 4+5 → 9
- (x+1)+(x<sup>2</sup>+2x-5) → x<sup>2</sup>+3·x-4



P+Q

Ejemplos

$$\begin{aligned} \text{punto}(3,4) + \text{punto}(1,-1) &\rightarrow (4,3) \\ \text{punto}(1,0) + \text{punto}(0,1) &\rightarrow (1,1) \end{aligned}$$

Ejemplos 3D

$$\begin{aligned} \text{punto}(3,4,6) + \text{punto}(1,-1,-6) &\rightarrow (4,3,0) \\ \text{punto}(1,0,\sqrt{2}) + \text{punto}(0,1,\sqrt[4]{3}) &\rightarrow (1,1,\sqrt{2}+\sqrt[4]{3}) \end{aligned}$$

P+v

Ejemplos

$$\begin{aligned} \text{punto}(3,4) + [1,-1] &\rightarrow (4,3) \\ [1,-1] + \text{punto}(3,4) &\rightarrow (4,3) \end{aligned}$$

Ejemplos 3D

$$\begin{aligned} \text{punto}(3,4,0) + [1,-1,-\sqrt{3}] &\rightarrow (4,3,-\sqrt{3}) \\ [1,-1,-\sqrt{3}] + \text{punto}(3,4,0) &\rightarrow (4,3,-\sqrt{3}) \end{aligned}$$

Más información en [suma](#)

=

v=x

v = x

Ejemplos


$$\begin{aligned} a = 1 + 2 &\rightarrow 3 \\ a + 3 &\rightarrow 6 \end{aligned}$$

$$\{x_1 = y_1, \dots, x_n = y_n\}$$

**Ejemplos**

- $t = \{a=1, b=2, c=3\} : \text{Tabla} \rightarrow \{a=1, b=2, c=3\}$
- $t(a) \rightarrow 1$
- $t(b) \rightarrow 2$
- $\{x_i = i \text{ con } i \text{ en } 1..4\} : \text{Tabla} \rightarrow \{x_1=1, x_2=2, x_3=3, x_4=4\}$

→

Icono   
 A [comprobar C] → B

**Ejemplos**

- $x \mapsto x+1 \rightarrow x \mapsto x+1$
- $((x,y) \mapsto x^2+y) \rightarrow (x,y) \mapsto x^2+y$
- $((x,y) \mapsto x^2+y) (4,1) \rightarrow 17$

$a \cdot b$   
 $a * b$

**Ejemplos**

- $4 \cdot 5 \rightarrow 20$
- $(x-1) \cdot (x+1) \rightarrow x^2-1$

Más información en [, , producto](#)

a

**a\_decimal**

```
a_decimal (x:Real )
a_decimal (x:Lista )
a_decimal (x:Expresión )
```

**Ejemplos**

```
a_decimal( $\pi$ ) → 3.1416
a_decimal( $\sqrt{2}$ ) → 1.4142
a_decimal(2.7) → 2.7
a_decimal(2) → 2.
a_decimal({1,2, $\pi$ }) → {1.,2.,3.1416}
a_decimal(cos( $\pi \cdot x$ )) → cos(3.1416 · x)
a_decimal( $x^3 - \sqrt{2} \cdot x + e$ ) →  $x^3 - 1.4142 \cdot x + 2.7183$ 
```

**absoluto**

|r|



```
absoluto (r:RR )
```

$$|r| = \begin{cases} r & \text{si } r \geq 0 \\ -r & \text{si } r < 0 \end{cases}$$

```
absoluto (r)=signo (r)*r.
```

**Ejemplos**

```
|2| → 2
|-2| → 2
|0.0| → 0.
| $\sqrt{2}$ | →  $\sqrt{2}$ 
absoluto( $e - \pi$ ) →  $\pi - e$ 
```

**acos**

`asen (x:RR )`  
`acos (x:RR )`  
`atan (x:RR )`

**Ejemplos**

- `asen(-1)` →  $-\frac{\pi}{2}$
- `acos(0.2)` → 1.3694
- `atan( $\frac{1}{2}$ )` → 0.46365

**acosec**

`asec (x:RR )`  
`acosec (x:RR )`  
`acotan (x:RR )`

$$\text{asec}(x) = \text{acos}\left(\frac{1}{x}\right), \text{acosec}(x) = \text{asen}\left(\frac{1}{x}\right), \text{cotan}(x) = \text{atan}\left(\frac{1}{x}\right)$$

**Ejemplos**

- `asec(-1)` →  $\pi$
- `acosec(2)` → 0.5236
- `acotan( $\frac{1}{2}$ )` → 1.1071

**acosh**

`asenh (x:RR )`  
`acosh (x:RR )`  
`atanh (x:RR )`

**Ejemplos**

- `asenh(-1.1752)` → -1.
- `acosh(1.0201)` → 0.20017
- `atanh(0.46212)` → 0.5

**acotan**

asec (x:RR )  
 acosec (x:RR )  
 acotan (x:RR )

$$\text{asec}(x) = \text{acos}\left(\frac{1}{x}\right), \text{acosec}(x) = \text{asen}\left(\frac{1}{x}\right), \text{cotan}(x) = \text{atan}\left(\frac{1}{x}\right)$$

**Ejemplos**

- asec(-1) →  $\pi$
- acosec(2) → 0.5236
- acotan( $\frac{1}{2}$ ) → 1.1071

## adjuntar

adjuntar (l:Lista |Vector ,x )

adjuntar ({l<sub>1</sub>, ..., l<sub>n</sub>},x)={l<sub>1</sub>, ..., l<sub>n</sub>,x} adjuntar ([l<sub>1</sub>, ..., l<sub>n</sub>],x)=[l<sub>1</sub>, ..., l<sub>n</sub>,x] donde 1<=i<=longitud(l)+1

**Ejemplos**

- adjuntar({a,b,c,d},e) → {a,b,c,d,e}
- adjuntar([1, 2, 3],4) → [1,2,3,4]

adjuntar (p:Poligonal |Polígono ,A:Punto )

**Ejemplos**

- adjuntar(poligono\_regular(4),punto(1,2)) → (1,0) - (0,1) - (-1,0) - (0,-1) - (1,2)
- adjuntar(poligonal(punto(0,0),punto(0,1)),punto(1,0)) → (0,0) - (0,1) - (1,0)

**Ejemplos 3D**

- adjuntar(poligonal(punto(0,0,0),punto(0,1,3)),punto(1,0,1))  
 → (0,0,0) - (0,1,3) - (1,0,1)
- adjuntar(poligono(punto(0,0,3),punto(0,1,3),punto(1,2,3),punto(3,3,3)),punto(1,0,3))  
 → (0,0,3) - (0,1,3) - (1,2,3) - (3,3,3) - (1,0,3)

## agrupar

`agrupar (p:Polinomio ,x:Identificador )`

**Ejemplos**

$$\left[ \text{agrupar}(x \cdot y + y, y) \rightarrow (x+1) \cdot y \right.$$

`agrupar (p:Polinomio ,l:Lista )`

**Ejemplos**

$$\left[ \begin{array}{l} p = x \cdot y \cdot (z+1) + x^2 \cdot y^2 \cdot (z+1) + y; \\ \text{agrupar}(p, \{x, y\}) \rightarrow (z+1) \cdot x^2 \cdot y^2 + (z+1) \cdot x \cdot y + y \end{array} \right.$$

`agrupar (f:Fracción ,x:Identificador )`

**Ejemplos**

$$\left[ \begin{array}{l} \text{agrupar}\left(\frac{x \cdot z}{y}, x\right) \rightarrow \frac{z}{y} \cdot x \\ \text{agrupar}\left(\frac{x}{y}, y\right) \rightarrow \frac{x}{y} \end{array} \right.$$

`agrupar (f:Fracción ,l:Lista )`

**Ejemplos**

$$\left[ \text{agrupar}\left(\frac{x \cdot z}{y}, \{x, z\}\right) \rightarrow \frac{1}{y} \cdot x \cdot z \right.$$

### **alambre**

#### **alambre**

Indica si las aristas del elemento se destacan o no.

Valores posibles : true, false, "automatic". **cierto** , **falso** y "automático"

Valor por defecto : "automático"

Más información en [opciones dibujar3d](#) , [dibujar3d](#)

### **aleatorio**

```
aleatorio (n:Entero )
aleatorio (x:Real )
aleatorio (a:Entero ,b:Entero )
aleatorio (x:Real ,y:Real )
```

Ejemplos

```
aleatorio(40) → 37
aleatorio(-7) → -6
aleatorio(5.1) → 3.4789
aleatorio(-0.64) → -0.29734
aleatorio(-50,50) → 18
aleatorio(-32,-23) → -31
aleatorio(-5.1,6.4) → -4.8093
aleatorio(0.64, 0.23) → 0.3566
```

**alineados?**

```
alineados? (A1 :Punto ,...,An :Punto )
```

Ejemplos

```
alineados?(punto(1,0),punto(0,0),punto(0,1)) → falso
alineados?(punto(1,0),punto(0,0),punto(2,0)) → cierto
```

Ejemplos 3D

```
alineados?(punto(1,0,0),punto(0,0,3),punto(0,1,8)) → falso
alineados?(punto(1,0,1),punto(0,0,1),punto(2,0,1)) → cierto
```

**altura**

`altura (A:Punto ,B:Punto ,C:Punto )`

`altura (A,B,C)=altura (triángulo (A,B,C),2)`

**Ejemplos**

```
A=punto(4,0) → (4,0)
B=punto(3,2) → (3,2)
C=punto(0,0) → (0,0)
r=altura(A,B,C) → x=3

P=pie_de_altura(A,B,C) → (3,0)
dibujar({A,B,C},{mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
dibujar(r,{color=azul}) → tablero1
dibujar(P,{color=rojo}) → tablero1
```

**Ejemplos 3D**

```
A=punto(8,0,4) → (8,0,4)
B=punto(1,-1,-1) → (1,-1,-1)
C=punto(-4,7,-3) → (-4,7,-3)
t:=triángulo(A,B,C) → triángulo(A,B,C)
h:=altura(A,B,C) → altura(A,B,C)
dibujar3d({A,B,C},{color=rojo,mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
dibujar3d(t,{color=naranja}) → tablero1
dibujar3d(h,{color=azul,etiqueta="h",mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
```



`altura (T:Triángulo ,i:ZZ )`

**Ejemplos**

```
T=triángulo (punto (-7,1),punto (-3,2),punto (-6,7));
altura (T,1),altura (T,2),altura (T,3) →  $y = \frac{3}{5} \cdot x + \frac{26}{5}, y = -\frac{1}{6} \cdot x + \frac{3}{2}, y = -4 \cdot x - 17$ 
dibujar (T) → tablero1
dibujar (altura (T,1),{color=azul}) → tablero1
dibujar (altura (T,2),{color=verde}) → tablero1
dibujar (altura (T,3),{color=rojo}) → tablero1
dibujar (ortocentro (T)) → tablero1
```

**Ejemplos 3D**

```
estado_geometría ("3D") → 2
T=triángulo (punto (7,-2,-3),punto (-3,8,-1),punto (-3,-1,5));
altura (T,1),altura (T,2),altura (T,3)
→  $254 \cdot x + 65 \cdot y + 242 = 0 \cap 325 \cdot x + 137 \cdot y + 121 \cdot z = 0, -2 \cdot x - 5 \cdot y + 4 = 0 \cap -3 \cdot y + 2 \cdot z = 0, 88 \cdot x - 65 \cdot y + 199 = 0 \cap 325 \cdot x + 20 \cdot y + 199 \cdot z = 0$ 
dibujar3d (T) → tablero1
dibujar3d (altura (T,1),{color=azul}) → tablero1
dibujar3d (altura (T,2),{color=verde}) → tablero1
dibujar3d (altura (T,3),{color=rojo}) → tablero1
dibujar3d (ortocentro (T)) → tablero1
```

`altura`

Indica la altura del tablero.

Valores posibles : cualquier número **Real** positivo.

Valor por defecto : 21

`altura`

Indica la altura del tablero.

Valores posibles : cualquier número **Real** positivo.

Valor por defecto : 21

Más información en [altura](#) , [opciones tablero](#) , [opciones tablero3d](#) , [tablero](#) , [tablero3d](#)

### **[altura\\_ventana](#)**

`altura_ventana`

Indica la altura de la ventana de dibujo, en píxeles.

Valores posibles : cualquier número **Entero** positivo.

Valor por defecto : 450

## altura\_ventana

Indica la altura de la ventana de dibujo, en píxeles.

Valores posibles : cualquier número **Entero** positivo.

Valor por defecto : 450

Más información en [opciones tablero](#) , [opciones tablero3d](#) , [tablero](#) , [tablero3d](#)

## amarillo

Más información en [color](#)

## amarillo

## amarillo

amarillo = {255,255,0}

## amplitud

amplitud (a:Arco )

**Ejemplos**

- amplitud(arco(punto(0,0),3,0, $\pi$ ))  $\rightarrow \pi$
- amplitud(compás(punto(1,2),punto(-3,0)))  $\rightarrow \frac{\pi}{16}$

## anchura

## anchura

Indica la anchura del tablero.

Valores posibles : cualquier número **Real** positivo.

Valor por defecto : 21

## anchura

Indica la anchura del tablero.

Valores posibles : cualquier número **Real** positivo.

Valor por defecto : 21

Más información en [opciones tablero](#) , [opciones tablero3d](#) , [tablero](#) , [tablero3d](#)

## anchura\_línea

### [anchura\\_línea](#)

Indica el grosor de las rectas, segmentos o gráficas de funciones que se dibujan en el tablero.

*Valores posibles* : cualquier número **Real** positivo.

*Valor por defecto* : 1

### [anchura\\_línea](#)

Indica el grosor de las rectas, segmentos o gráficas de funciones que dibujamos en el tablero.

*Valores posibles* : cualquier número **Real** positivo.

*Valor por defecto* : 1

Más información en [opciones dibujar](#) , [opciones dibujar3d](#) , [dibujar](#) , [dibujar3d](#)

### [anchura\\_máxima](#)

#### [anchura\\_máxima](#)

Ejemplos

```
escribir("Picto ergo suma",punto(1,1),{contorno=1}) → tablero1
```

```
escribir("Picto ergo suma",punto(1,-1),{anchura_máxima=60,contorno=1})
```

```
→ tablero1
```

### [anchura\\_máxima](#)

Indica la anchura máxima de la [Caja\\_de\\_texto](#) . Cuando el texto la excede, éste salta de línea.

*Valores posibles* : cualquier número **Real** positivo.

*Valor por defecto* : # (infinito).

Más información en [opciones escribir](#) , [caja\\_de\\_texto](#)

### [anchura\\_ventana](#)

#### [anchura\\_ventana](#)

Indica la anchura de la ventana de dibujo, en píxeles.

*Valores posibles* : cualquier número **Entero** positivo.

*Valor por defecto* : 450

#### [anchura\\_ventana](#)

Indica la anchura de la ventana de dibujo, en píxeles.

*Valores posibles* : cualquier número **Entero** positivo.

*Valor por defecto* : 450

Más información en [opciones tablero](#) , [opciones tablero3d](#) , [tablero](#) , [tablero3d](#)

## ángulo

```
ángulo ( )
si estado_geometría =2 entonces ángulo =ángulo2d sino ángulo =ángulo3d fin
```

Más información en [ángulo](#)

## ángulo\_inicial

```
ángulo_inicial (a:Arco )
```

**Ejemplos**

```
ángulo_inicial(arco(punto(0,0),3,0,π)) → 0
ángulo_inicial(compás(punto(1,2),punto(-3,0))) → 3.5071
```

## ángulo\_orientado

```
ángulo_orientado (T:Triángulo ,i:ZZ )
```

**Ejemplos**

```
T=triángulo (punto(1,2),punto(0,0),punto(2,0)) → (1,2) - (0,0) - (2,0)
ángulo_orientado(T,1) → 5.3559
ángulo_orientado(T,2) → 5.176
ángulo_orientado(T,3) → 5.176
```

```
ángulo_orientado (v:Vector ,w:Vector )
```

```
argumento (w)-argumento (v)
```

**Ejemplos**

```
ángulo_orientado([3,4],[1,-1]) → 4.5705
ángulo_orientado([1,-1],[0,1]) →  $\frac{3 \cdot \pi}{4}$ 
```

## ángulo2d

ángulo2d (c:Cónica )

Ejemplos	ángulo2d (cónica $\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & -5 \\ 1 & -5 & -20 \end{pmatrix}$ ) → -0.66291
	ángulo2d (elipse(2,1,punto(0,0),0)) → 0
	ángulo2d (parábola(2,punto(0,0), $\frac{\pi}{2}$ )) → $\frac{\pi}{2}$
	ángulo2d (cónica $\begin{pmatrix} -1 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & -3 \\ -2 & -3 & -10 \end{pmatrix}$ ) → $\frac{3 \cdot \pi}{2}$

ángulo2d (p:Poligonal |Polígono ,a:ZZ )

Ejemplos	ángulo2d (poligonal(punto(1,2),punto(1,0),punto(3,-4)),2) → 2.6779
	ángulo2d (poligono_regular(3),1) → 1.0472

ángulo2d (A:Punto2d ,B:Punto2d ,C:Punto2d )

Ejemplos	ángulo2d (punto(1,0),punto(0,0),punto(0,1)) → $\frac{\pi}{2}$
	ángulo2d (punto(0,0),punto(1,0),punto(0,1)) → $\frac{\pi}{4}$

ángulo2d (r:Recta )

Ejemplos	ángulo2d (recta (punto(1,2),0)) → 0
	ángulo2d (recta (punto(0,0),[1,2])) → 1.1071

`ángulo2d (r:Recta ,s:Recta )`

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{ángulo2d}(y=2,y=2) \rightarrow 0 \\ \text{ángulo2d}(y=2,y=2 \cdot x) \rightarrow 1.1071 \\ \text{ángulo2d}(y=2 \cdot x,y=2) \rightarrow 1.1071 \end{array} \right.$

`ángulo2d (T:Triángulo ,i:zz )`

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} T=\text{triángulo}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0),\text{punto}(2,0)) \rightarrow (1,2) - (0,0) - (2,0) \\ \text{ángulo2d}(T,1) \rightarrow 0.9273 \\ \text{ángulo2d}(T,2) \rightarrow 1.1071 \\ \text{ángulo2d}(T,3) \rightarrow 1.1071 \end{array} \right.$

`ángulo ( )`

si `estado_geometría =2` entonces `ángulo =ángulo2d` sino `ángulo =ángulo3d` fin

### ángulo3d

`ángulo3d (r:Recta ,p:Plane )`

`ángulo3d(r,p)=ángulo3d(p,r)`

`ángulo3d (p:Plane ,s:Segmento )`

`ángulo3d(p,s)=ángulo3d(p,recta(s))`

`ángulo3d (p:Plane ,r:Recta )`

**Ejemplos 3D**  $\left\{ \begin{array}{l} p=x=0 \rightarrow x=0 \\ r=\text{recta}(y=1,z+y=0) \rightarrow -y+1=0 \cap y+z=0 \\ \text{ángulo3d}(p, r) \rightarrow \frac{\pi}{2} \\ \text{dibujar3d}(\{p,r\},\{\text{color}=\text{naranja}\},\{\text{color}=\text{rojo}\}) \rightarrow \text{tablero1} \end{array} \right.$

`ángulo3d (p1:Plane ,p2:Plane )`

**Ejemplos 3D**

$$\text{ángulo3d}(x=0, y=0) \rightarrow \frac{\pi}{2}$$

$$p1=x+y=0 \rightarrow x+y=0$$

$$p2=x=0 \rightarrow x=0$$

$$\text{ángulo3d}(p1, p2) \rightarrow \frac{\pi}{4}$$

$$\text{dibujar3d}(\{p1,p2\},\{\text{color=naranja},\text{color=rojo}\}) \rightarrow \text{tablero1}$$

`ángulo3d (s:Segmento ,p:Plane )`

`ángulo3d(s,p)=ángulo3d(p,s)`

`ángulo3d (p:Poligonal |Polígono ,a:ZZ )`

**Ejemplos 3D**

$$\text{ángulo3d}(\text{poligonal}(\text{punto}(1,2,0),\text{punto}(1,0,0),\text{punto}(3,-4,0)),2) \rightarrow 0.46365$$

$$\text{ángulo3d}(\text{poligono}(\text{punto}(1,2,0),\text{punto}(1,0,0),\text{punto}(3,-4,0)),2) \rightarrow 0.46365$$

`ángulo3d (A:Punto3d ,B:Punto3d ,C:Punto3d )`

**Ejemplos 3D**

$$\text{ángulo3d}(\text{punto}(1,0,0),\text{punto}(0,0,0),\text{punto}(0,1,0)) \rightarrow \frac{\pi}{2}$$

$$\text{ángulo3d}(\text{punto}(0,0,0),\text{punto}(1,0,0),\text{punto}(0,1,0)) \rightarrow \frac{\pi}{4}$$

`ángulo3d (T:Triángulo ,i:ZZ )`

**Ejemplos 3D**

$$T=\text{triángulo}(\text{punto}(1,2,7),\text{punto}(0,0,7),\text{punto}(2,0,7)) \rightarrow (1,2,7) - (0,0,7) - (2,0,7)$$

$$\text{ángulo3d}(T,1) \rightarrow 0.9273$$

$$\text{ángulo3d}(T,2) \rightarrow 1.1071$$

$$\text{ángulo3d}(T,3) \rightarrow 1.1071$$

`ángulo ( )`

si `estado_geometría =2` entonces `ángulo =ángulo2d` sino `ángulo =ángulo3d` fin

**anillo**

`anillo (a:Elemento (Anillo ) )`

**Ejemplos**

`anillo(4:Z6) → Z6`

**Anillo**

`Anillo`

**Ejemplos**

`es?(Q, Anillo) → cierto`  
`es?(IR, Anillo) → cierto`  
`es?(C, Anillo) → cierto`  
`es?(IN, Anillo) → falso`  
`es?(Z[x], Anillo) → cierto`

`característica` `componentes` `elemento` `elemento_de_orden` `elementos` `evaluar`  
`extensión` `factorizar` `factorizar` `factorizar`  
`factorizar_en_libre_de_cuadrados`  
`factorizar_en_libre_de_cuadrados_multiplicidad` `buscar_uno` `buscar_cero`  
`finito?` `índice` `inverso` `invertible?` `irreducible?` `raíz` `raíces`  
`fracciones_simples` `raíz2` `raíces_cuadradas`

**anillo?**

`anillo? (A )`

**Ejemplos**

`anillo?(Z) → cierto`  
`anillo?(Vector) → falso`

**aplicar\_función**



`aplicar_función (f:Función ,l:Lista / Vector )`

`aplicar_función (f,{l1,...,lm})={f(l1),...,f(lm)}`

`aplicar_función (f,[l1,...,lm])=[f(l1),...,f(lm)]`

Ejemplos

`aplicar_función(x→x2,{2,3,5}) → {4,9,25}`

`aplicar_función(x→x+1,[2,-6,x,7]) → [3,-5,x+1,8]`

`aplicar_función(x→|x|,{2,-6,-9.5,7}) → {2,6,9.5,7}`

`aplicar_función(sen,[0,π,π/4]) → [0,0, $\frac{\sqrt{2}}{2}$ ]`

`aplicar_función(máximo,{{3,4},{10,-3},{2,2}}) → {4,10,2}`

`aplicar_función(girar, $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}$ ) →  $\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 6 & 5 & 4 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$`

`aplicar_función (f:Función ,r:Recorrido )`

`aplicar_función (f,r)=aplicar_función (f,lista (r))`

Ejemplos

`aplicar_función(x→x2,1..10) → {1,4,9,16,25,36,49,64,81,100}`

`aplicar_función(primo?,2..13)`

`→ {cierto,cierto,falso,cierto,falso,cierto,falso,falso,falso,cierto,falso,cierto}`

`aplicar_función (o:Cualquier ,p:Poligonal |Polígono )`

Ejemplos

`aplicar_función(traslación([1,0]),poligonal(punto(1,2),punto(1,0),punto(3,-4)))`

`→ (2,2) - (2,0) - (4,-4)`

`aplicar_función(x→2·x,polígono_regular(4)) → (2,0) - (0,2) - (-2,0) - (0,-2)`

Ejemplos 3D

`aplicar_función(traslación([1,0,0]),poligonal(punto(1,2,7),punto(1,0,-1),punto(3,-4,4)))`

`→ (2,2,7) - (2,0,-1) - (4,-4,4)`

`aplicar_función(x→2·x,polígono(punto(1,2,7),punto(1,0,-1),punto(3,-4,4)))`

`→ (2,4,14) - (2,0,-2) - (6,-8,8)`

`aplicar_función (f:Función ,l:Relación | Divisor | Tabla | Regla )`

`aplicar_función (f,{x1 #y1 ,...,xm #ym})={f(x1 ,y1 ),...,f(xm ,ym )}`

Ejemplos

`L=[2→3,5→6] → [2→3,5→6]`  
`aplicar_función((x,y)→(x+1→y+1),L) → [3→4,6→7]`  
`R={2→a,3→b} → {2→a,3→b}`  
`R2=aplicar_función((x,y)→(x2→y2),R) → {4→a2,9→b2}`  
`aplicar_función(R,{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10})`  
`→ {nulo,a,b,nulo,nulo,nulo,nulo,nulo,nulo,nulo}`  
`aplicar_función(R2,{1,2,3,4,5,6,7,8,9,10})`  
`→ {nulo,nulo,nulo,a2,nulo,nulo,nulo,nulo,b2,nulo}`

arco

`arco (A:Punto ,r:RR,#:RR,d#:RR )`

Ejemplos

`arco(punto(3,4),3,0, $\frac{\pi}{3}$ ) → centro: (3,4)radio: 3ángulo_inicial: 0amplitud:  $\frac{\pi}{3}$`   
`arco(punto(1,-2),2,4· $\pi$ , $\frac{\pi}{3}$ ) → centro: (1,-2)radio: 2ángulo_inicial: 0amplitud:  $\frac{\pi}{3}$`   
`dibujar(arco(punto(1,-2),2,4· $\pi$ , $\frac{\pi}{3}$ )) → tablero1`

`arco (c:Circunferencia ,#:RR,d#:RR )`

Ejemplos

`arco(cfr(punto(3,4),3),0, $\frac{\pi}{3}$ ) → centro: (3,4)radio: 3ángulo_inicial: 0amplitud:  $\frac{\pi}{3}$`   
`arco(cfr(punto(1,-2),2),4· $\pi$ , $\frac{\pi}{3}$ )`  
`→ centro: (1,-2)radio: 2ángulo_inicial: 0amplitud:  $\frac{\pi}{3}$`

`arco (A:Punto ,B:Punto ,C:Punto ,r:RR )`

**Ejemplos**

`arco(punto(0,0),punto(1,0),punto(0,1),2)`  
 → centro: (0,0) radio: 2 ángulo\_inicial: 0 amplitud:  $\frac{\pi}{2}$

`arco(punto(0,1),punto(0,0),punto(1,0),3)`  
 → centro: (0,1) radio: 3 ángulo\_inicial:  $\frac{3 \cdot \pi}{2}$  amplitud:  $\frac{\pi}{4}$

`arco (r1:Recta ,r2:Recta ,r:RR )`

**Ejemplos**

`arco(recta(punto(0,0),punto(1,0)),recta(punto(0,0),punto(0,1)),2)`  
 → centro: (0,0) radio: 2 ángulo\_inicial: 0 amplitud:  $\frac{\pi}{2}$

`arco(recta(punto(0,1),punto(0,0)),recta(punto(0,1),punto(1,0)),3)`  
 → centro: (0,1) radio: 3 ángulo\_inicial:  $\frac{3 \cdot \pi}{2}$  amplitud:  $\frac{\pi}{4}$

## Arco

Arco

**Ejemplos**

`C=cfr(punto(3,4),3)` →  $(x-3)^2 + (y-4)^2 = 9$

`A=arco(C,0, $\frac{\pi}{3}$ )` → centro: (3,4) radio: 3 ángulo\_inicial: 0 amplitud:  $\frac{\pi}{3}$

`es?(C,Arco)` → falso

`es?(A,Arco)` → cierto

área atributos2d atributos3d pertenece? centro circunferencia  
 ángulo\_inicial punto\_medio punto\_más\_cercano2d punto\_más\_cercano3d  
 área\_orientada perímetro dibujar dibujar2d dibujar3d punto radio

## área

área (a:Arco )

Ejemplos

$$\text{área}(\text{arco}(\text{punto}(0,0),3,0,\pi)) \rightarrow \frac{9 \cdot \pi}{2}$$

$$\text{área}(\text{compás}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(-3,0))) \rightarrow \frac{5 \cdot \pi}{8}$$

área (c:Circunferencia )

Ejemplos

$$\text{área}(\text{circunferencia}(\text{punto}(1,2),5)) \rightarrow 25 \cdot \pi$$

$$\text{área}(\text{circunferencia}(\text{punto}(0,0),\text{punto}(1,0))) \rightarrow \pi$$

área (c:Elipse )

Ejemplos

$$\text{área}(\text{elipse}(5,3,\text{punto}(0,0),\frac{\pi}{2})) \rightarrow 15 \cdot \pi$$

$$\text{área}(\text{elipse}(5,3,\text{punto}(2,1),\pi)) \rightarrow 15 \cdot \pi$$

$$\text{área}(\text{elipse}(2,1)) \rightarrow 2 \cdot \pi$$

área (T:Triángulo )

Ejemplos

$$\text{área}(\text{triángulo\_equilátero}(\text{punto}(0,0),\text{punto}(2,0))) \rightarrow \sqrt{3}$$

$$\text{área}(\text{triángulo}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0),\text{punto}(2,0))) \rightarrow 2$$

Ejemplos 3D

$$T = \text{triángulo}(\text{punto}(0,0,1),\text{punto}(1,0,1),\text{punto}(1,2,1)) \rightarrow (0,0,1) - (1,0,1) - (1,2,1)$$

$$\text{área}(T) \rightarrow 1$$

área (*pol:Polyhedra* )

Ejemplos 3D

$$\begin{aligned} \text{área}(\text{tetraedro}(5)) &\rightarrow 25 \cdot \sqrt{3} \\ \text{área}(\text{cubo}(5)) &\rightarrow 150 \\ \text{área}(\text{octaedro}(2)) &\rightarrow 8 \cdot \sqrt{3} \\ \text{área}(\text{dodecaedro}(3)) &\rightarrow 27 \cdot \sqrt{10 \cdot \sqrt{5} + 25} \\ \text{área}(\text{icosaedro}(1)) &\rightarrow 5 \cdot \sqrt{3} \end{aligned}$$

Más información en [área](#)

### área\_orientada

área\_orientada (*T:Triángulo* )

Ejemplos

$$\begin{aligned} A &= \text{punto}(0,0) \rightarrow (0,0) \\ B &= \text{punto}(2,3) \rightarrow (2,3) \\ C &= \text{punto}(-1,0) \rightarrow (-1,0) \\ \text{área\_orientada}(\text{triángulo}(A,B,C)) &\rightarrow \frac{3}{2} \\ \text{área\_orientada}(\text{triángulo}(A,C,B)) &\rightarrow -\frac{3}{2} \end{aligned}$$

área\_orientada (*a:Arco* )

Ejemplos

$$\begin{aligned} a1 &= \text{arco}(\text{punto}(0,0), 1, 0, \pi) \rightarrow \text{centro: } (0,0) \text{ radio: } 1 \text{ ángulo\_inicial: } 0 \text{ amplitud: } \pi \\ a2 &= \text{arco}(\text{punto}(0,0), 1, \pi, -\pi) \rightarrow \text{centro: } (0,0) \text{ radio: } 1 \text{ ángulo\_inicial: } \pi \text{ amplitud: } -\pi \\ \text{área\_orientada}(a1) &\rightarrow \frac{\pi}{2} \\ \text{área\_orientada}(a2) &\rightarrow -\frac{\pi}{2} \end{aligned}$$

área\_orientada (*p:Polígono* )

Ejemplos

$$\begin{aligned} P &= \text{polígono}(\text{punto}(0,0), \text{punto}(12,3), \text{punto}(6,3), \text{punto}(0,2)) \\ &\rightarrow (0,0) - (12,3) - (6,3) - (0,2) \\ P2 &= \text{polígono}(P_4, P_3, P_2, P_1) \rightarrow (0,2) - (6,3) - (12,3) - (0,0) \\ \text{área\_orientada}(P) &\rightarrow 15 \\ \text{área\_orientada}(P2) &\rightarrow -15 \end{aligned}$$

### argumento

argumento (c:CC )

Ejemplos

$$\text{argumento}(i) \rightarrow \frac{\pi}{2}$$

$$\text{argumento}(1+i) \rightarrow \frac{\pi}{4}$$

$$\text{argumento}(7) \rightarrow 0$$

$$\text{argumento}(-7) \rightarrow \pi$$

$$\{\text{argumento}(1+i), \text{argumento}(1-i), \text{argumento}(-1-i), \text{argumento}(-1+i)\}$$

$$\rightarrow \left\{ \frac{\pi}{4}, -\frac{\pi}{4}, -\frac{3 \cdot \pi}{4}, \frac{3 \cdot \pi}{4} \right\}$$

argumento (A:Punto ,B:Punto )

Ejemplos

$$\text{argumento}(\text{punto}(3,4), \text{punto}(3,5)) \rightarrow \frac{\pi}{2}$$

$$\text{argumento}(\text{punto}(1,-1), \text{punto}(3,4)) \rightarrow 1.1903$$

argumento (v:Vector )

Ejemplos

$$\text{argumento}([3,4]) \rightarrow 0.9273$$

$$\text{argumento}([1,-1]) \rightarrow \frac{7 \cdot \pi}{4}$$

## argumentos

argumentos (f )

Ejemplos

$$\text{argumentos}(f(x,y,z)) \rightarrow x,y,z$$

$$\text{argumentos}(e^x) \rightarrow x$$

$$\text{argumentos}(\text{sen}(e^x) \cdot \cos(x)) \rightarrow \text{sen}(e^x), \cos(x)$$

$$\text{argumentos}(\text{sen}(e^x \cdot \cos(x))) \rightarrow e^x \cdot \cos(x)$$

## aritmética?

aritmética? ( $p$ :Progresión )

**Ejemplos**

- aritmética?({9,12,15,18}) → {cierto,3}
- aritmética?({2,4,8,16}) → {falso}
- $F=x \cdot e^y \rightarrow x \cdot e^y$
- aritmética?(F,x) → {cierto, $e^y$ }
- aritmética?(F,y) → {falso}

### aritmético

aritmético

**Ejemplos**

- progresión({3,5,7,9},k) → 3,5,7,...,1+2·k,...arithmetic

### asec

asec ( $x:RR$  )  
 acosec ( $x:RR$  )  
 acotan ( $x:RR$  )

$$\text{asec}(x) = \text{acos}\left(\frac{1}{x}\right), \text{acosec}(x) = \text{asen}\left(\frac{1}{x}\right), \text{cotan}(x) = \text{atan}\left(\frac{1}{x}\right)$$

**Ejemplos**

- asec(-1) →  $\pi$
- acosec(2) → 0.5236
- acotan $\left(\frac{1}{2}\right)$  → 1.1071

### asen

asen ( $x:RR$  )  
 acos ( $x:RR$  )  
 atan ( $x:RR$  )

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{asen}(-1) \rightarrow -\frac{\pi}{2} \\ \text{acos}(0.2) \rightarrow 1.3694 \\ \text{atan}\left(\frac{1}{2}\right) \rightarrow 0.46365 \end{array} \right.$

**asenh**

asenh ( $x:RR$  )  
 acosh ( $x:RR$  )  
 atanh ( $x:RR$  )

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{asenh}(-1.1752) \rightarrow -1. \\ \text{acosh}(1.0201) \rightarrow 0.20017 \\ \text{atanh}(0.46212) \rightarrow 0.5 \end{array} \right.$

**asíntota**

asíntota

**Ejemplos**  $\left[ \text{representar}\left(\frac{1}{x^2-4}, \{asíntota=\{color=azul,anchura\_línea=12\}\}\right) \rightarrow \text{tablero1} \right.$

**asíntota\_horizontal**

asíntota\_horizontal

**Ejemplos**  $\left[ \text{representar}\left(\frac{1}{x}, \{horizontal\_asymptote=\{color=rojo,anchura\_línea=12\}\}\right) \rightarrow \text{tablero1} \right.$

**asíntota\_oblicua**



asíntota\_oblicua

Ejemplos

`representar( $\sqrt{x^2}$ , {asíntota_oblicua={color=rojo, anchura_línea=12}})` → tablero1

**asíntota\_vertical**

asíntota\_vertical

Ejemplos

`representar( $\ln(x)$ , {asíntota_vertical={color=rojo, anchura_línea=12}})` → tablero1

**atan**

asen ( $x:RR$ )

acos ( $x:RR$ )

atan ( $x:RR$ )

Ejemplos

`asen(-1)` →  $-\frac{\pi}{2}$   
`acos(0.2)` → 1.3694  
`atan( $\frac{1}{2}$ )` → 0.46365

**atanh**

asenh ( $x:RR$ )

acosh ( $x:RR$ )

atanh ( $x:RR$ )

Ejemplos

`asenh(-1.1752)` → -1.  
`acosh(1.0201)` → 0.20017  
`atanh(0.46212)` → 0.5

**atributos**

```

atributos ()
si estado_geometría =2 entonces atributos =atributos2d sino atributos =atributos3d
fin
  
```

### **atributos\_para\_todos**

```

atributos_para_todos ()
si estado_geometría =2 entonces atributos_para_todos =atributos_para_todos2d
sino atributos_para_todos =atributos_para_todos3d fin
  
```

### **atributos\_para\_todos2d**

```

atributos_para_todos2d (o: )
  
```

```

atributos_para_todos2d (t:Tablero ,o: )
  
```

```

atributos_para_todos ()
si estado_geometría =2 entonces atributos_para_todos =atributos_para_todos2d
sino atributos_para_todos =atributos_para_todos3d fin
  
```

### **atributos\_para\_todos3d**

```

atributos_para_todos3d (o: )
  
```

```

atributos_para_todos3d (t:Tablero ,o: )
  
```

```

atributos_para_todos ()
si estado_geometría =2 entonces atributos_para_todos =atributos_para_todos2d
sino atributos_para_todos =atributos_para_todos3d fin
  
```

### **atributos2d**

```

atributos2d (v:Variable (Dibujable2d ) )
  
```

```

atributos2d (v:Variable (Dibujable2d ),a: )
  
```

```
atributos2d (t:Tablero ,x... )
```

```
atributos2d (t:Tablero ,x... )
```

```
atributos2d (o: )
```

```
atributos2d (t:Tablero ,x... )
```

```
atributos ( )
si estado_geometría =2 entonces atributos =atributos2d sino atributos =atributos3d
fin
```

### **atributos3d**

```
atributos3d (v:Variable (Dibujable3d ) )
```

```
atributos3d (v:Variable (Dibujable3d ),a: )
```

```
atributos3d (t:Tablero ,x... )
```

```
atributos3d (t:Tablero ,x... )
```

```
atributos3d ( )
```

```
atributos3d (d:Tablero )
```

```
atributos ( )
si estado_geometría =2 entonces atributos =atributos2d sino atributos =atributos3d
fin
```

**automatic**

automatic

Ejemplos

```
defecto (dibujar2d)
  → {contorno=cierto,color={0,0,0},coordenadas=automatic,evaluar=falso,llenar=auti
defecto (dibujar2d) (color_relleno) → automatic
defecto (dibujar2d) (etiqueta) → automatic
defecto (raíces)
  → {contar_multiplicidades=falso,dominio=automatic,multiplicidades=cierto}
```

**azul**

Más información en [color](#)

**azul**

**azul**

azul = {0,0,255}

b

**baricentro**

```
baricentro (A1 :Punto ,...,An :Punto )
```

**Ejemplos**

```
baricentro(punto(1,0),punto(0,0),punto(0,1)) →  $\left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}\right)$ 
```

**Ejemplos 3D**

```
A=punto(4,0,4) → (4,0,4)
```

```
B=punto(4,-4,-4) → (4,-4,-4)
```

```
C=punto(-4,4,-4) → (-4,4,-4)
```

```
t:=triángulo(A,B,C) → triángulo(A,B,C)
```

```
m1:=mediana(t,1) → mediana(t,1)
```

```
m2:=mediana(t,2) → mediana(t,2)
```

```
m3:=mediana(t,3) → mediana(t,3)
```

```
b:=baricentro(A,B,C) → baricentro(A,B,C)
```

```
dibujar3d({A,B,C},{color=rojo,mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
```

```
dibujar3d({t,m1,m2,m3},{color=naranja}) → tablero1
```

```
dibujar3d(b,{color=azul,etiqueta="b",mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
```

```
baricentro (T:Triángulo )
```

```
baricentro (T)=baricentro (T1,T2,T3)
```

`baricentro (P:Poygonal |Poygon )`

`b:=baricentro(poligono(p1 ,p2 ,...,pn ))=baricentro(p1 ,p2 ,...,pn )`

`b:=baricentro(poligonal(p1 ,p2 ,...,pn ))=baricentro(p1 ,p2 ,...,pn )`

Ejemplos

```
p1=punto(4,3) → (4,3)
p2=punto(1,8) → (1,8)
p3=punto(-5,3) → (-5,3)
p4=punto(3,-6) → (3,-6)
p:=poligono(p1,p2,p3,p4) → poligono(p1,p2,p3,p4)
b:=baricentro(p) → baricentro(p)
dibujar(p,{color=azul}) → tablero1
dibujar({p1,p2,p3,p4},{color=azul}) → tablero1
dibujar(b,{color=rojo}) → tablero1
```

**base**

`base (k:Extensión )`

Ejemplos

```
k=extensión(Q,x2-2) → Q([x])
base(k) → Q
k=extensión(Z13,t13-t+1) → Z13([t])
base(k) → Z13
```

**base\_en\_forma\_normal\_de\_smith**

`base_en_forma_normal_de_smith (M:Matriz )`

Ejemplos

```
base_en_forma_normal_de_smith  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 7 \end{pmatrix} \rightarrow \left\{ \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 6 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -13 & 6 & 0 \\ 14 & -7 & 1 \\ -3 & 2 & -1 \end{pmatrix} \right\}$ 
```

**base\_hermite**

`base_hermite (m:Matriz )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{base\_hermite} \left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \right) \rightarrow \left\{ \begin{pmatrix} 0 & 6 & 1 \\ 0 & 3 & 1 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 2 & -9 & -1 \\ -1 & 8 & 1 \end{pmatrix} \right\} \end{array} \right]$

### bezout

`bezout (a:ZZ,b:ZZ )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{bezout}(50,15) \rightarrow [5,1,-3] \\ \text{bezout}(-123,1502) \rightarrow [1,-635,-52] \end{array} \right]$

`bezout (p:Polinomio ,q:Polinomio )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{bezout}(x^3+1,x^2+1) \rightarrow \left[ 1, \frac{1}{2} \cdot x + \frac{1}{2}, -\frac{1}{2} \cdot x^2 - \frac{1}{2} \cdot x + \frac{1}{2} \right] \\ \text{bezout}(x^3+(1:\mathbb{Z}_7),x^2+1) \rightarrow [1,4 \cdot x+4,3 \cdot x^2+3 \cdot x+4] \\ \text{bezout}(x^2+y^2,x+y) \rightarrow \left[ 1, \frac{1}{2 \cdot y^2}, \frac{-x+y}{2 \cdot y^2} \right] \\ \text{bezout}(x^3,x+1,x^2-1) \rightarrow [-x^2+1,x^4-x^3+x-1] \end{array} \right]$

`bezout (p:Polinomio ,q:Polinomio ,r:Polinomio )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{bezout}(x^3,x+1,x^2-1) \rightarrow [-x^2+1,x^4-x^3+x-1] \end{array} \right]$

### binomio

Icono

combinaciones ( $n:ZZ, k:ZZ$ )

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} \binom{4}{2} &\rightarrow 6 \\ C_{7,2} &\rightarrow 21 \\ C_{7,5} &\rightarrow 21 \\ \binom{m}{n} &\rightarrow \frac{m!}{(m-n)! \cdot n!} \end{aligned}$$

Icono

combinaciones ( $L:Lista /Vector, k:ZZ$ )

**Ejemplos**

$$\text{combinaciones}(\{4,x,y\},2) \rightarrow \{\{4,x\},\{4,y\},\{x,y\}\}$$

binomio ( $n:ZZ$ )

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} \text{binomio}(1) &\rightarrow \{1,1\} \\ \text{binomio}(2) &\rightarrow \{1,2,1\} \\ \text{binomio}(3) &\rightarrow \{1,3,3,1\} \\ \text{binomio}(4) &\rightarrow \{1,4,6,4,1\} \end{aligned}$$

**bisectriz**

bisectriz ( $p1:Plane, p2:Plane$ )

**Ejemplos 3D**

```
estado_geometria("3d");
p=plano(x=0) → x=0
q=plano(y=0) → y=0
pq=bisectriz(p,q) → -x+y=0
dibujar({p,q},{color=azul}) → tablero1
dibujar(pq,{color=rojo}) → tablero1
```



`bisectriz (v:Vector ,w:Vector )`

**Ejemplos**

$$\text{bisectriz}([3,4],[1,-1]) \rightarrow \left[ \frac{10 \cdot \sqrt{2}}{23} + \frac{19}{23}, \frac{25 \cdot \sqrt{2}}{23} - \frac{33}{23} \right]$$

$$\text{bisectriz}([1,-1],[0,1]) \rightarrow [\sqrt{2}-1, -2 \cdot \sqrt{2}+3]$$

`bisectriz (T:Triángulo ,i:ZZ )`

**Ejemplos**

$$T = \text{triángulo}(\text{punto}(1,2), \text{punto}(0,0), \text{punto}(2,0)) \rightarrow (1,2) - (0,0) - (2,0)$$

$$\text{bisectriz}(T,1) \rightarrow x=1$$

$$\text{bisectriz}(T,2) \rightarrow y = \left( \frac{\sqrt{5}}{2} - \frac{1}{2} \right) \cdot x$$

$$\text{bisectriz}(T,3) \rightarrow y = \left( -\frac{\sqrt{5}}{2} + \frac{1}{2} \right) \cdot x + (\sqrt{5}-1)$$

**Ejemplos 3D**

```
estado_geometria("3d");
T=triángulo(punto(1,2,0),punto(0,0,0),punto(2,0,0)) → (1,2,0) - (0,0,0) - (2,0,0)
bisectriz(T,1) → -x+1=0 ∩ z=0
bisectriz(T,2) → z=0 ∩ (-√5+1)·x+2·y=0
bisectriz(T,3) → -2·x+(-√5-1)·y+4=0 ∩ z=0
```

`bisectriz (A:Punto ,B:Punto ,C:Punto )`

**Ejemplos**

$$\text{bisectriz}(\text{punto}(1,0), \text{punto}(0,0), \text{punto}(0,1)) \rightarrow y=x$$

**Ejemplos 3D**

```
estado_geometria("3d");
p=punto(4,0,0) → (4,0,0)
q=punto(0,4,0) → (0,4,0)
r=punto(0,0,4) → (0,0,4)
b:=bisectriz(p, q, r) → bisectriz(p,q,r)
dibujar3d({p,q,r}) → tablero1
dibujar3d(b,{color=rojo}) → tablero1
```

Más información en [bisectriz](#)

**bisectriz\_exterior**

bisectriz\_exterior (A:Punto ,B:Punto ,C:Punto )

bisectriz\_exterior (T:Triángulo ,i:ZZ )

<b>Ejemplos</b>	T=triángulo (punto(1,2),punto(0,0),punto(2,0)) → (1,2) - (0,0) - (2,0)
	bisectriz_exterior(T,1) → $y=2$
	bisectriz_exterior(T,2) → $y=\left(-\frac{\sqrt{5}}{2}-\frac{1}{2}\right)\cdot x$
	bisectriz_exterior(T,3) → $y=\left(\frac{\sqrt{5}}{2}+\frac{1}{2}\right)\cdot x+(-\sqrt{5}-1)$

**bit**

bit (n:Natural ,b:Natural )

<b>Ejemplos</b>	cambio_de_base(11,2) → [1,1,0,1]
	bit(11,0) → 1
	bit(11,1) → 1
	bit(11,2) → 0
	bit(11,3) → 1
	bit(11,4) → 0
	bit(11,5) → 0

**blanco**

Más información en [color](#)

**blanco**

**blanco**

blanco = {255,255,255}

**Booleano**

## Booleano

**Ejemplos**

- cierto & falso → falso
- no cierto → falso
- falso | (cierto & no falso) → cierto

==, <, >, <=, >= 0 !=

**Ejemplos**

- 4==4? → cierto
- 5>=4? → cierto
- 0>1? → falso

**borrar**

borrar (l,i:ZZ )

borrar (l,i)=lrecorrido (l){i}

**Ejemplos**

- borrar({a,b,c,d,e},3) → {a,b,d,e}
- borrar([a, a+1, 4, d, 6],4) → [a,a+1,4,6]

borrar (l )

borrar (l)=l

**Ejemplos**

- borrar{a,b,c,d,e} → {a,b,c,d,e}
- borrar[1, 5, 7, -3, 7] → [1,5,7,-3,7]

`borrar (l,v:Lista /Vector /Recorrido )`

`borrar (l,i)=lrecorrido (l)/v`

**Ejemplos**

`borrar({a,b,c,d,e},{3,4}) → {a,b,e}`  
`borrar([1,5,7,-3,7],{1,2}) → [7,-3,7]`

`borrar (l:Lista /Vector ,i1 ,...,in )`

`borrar (l1 ,...,lm ,v1 ,...,vn ) = borrar ({borrar (l1 ,v2 ,...,vn ) ,...,borrar (lm ,v2 ,...,vn )} ,v1 )`

`borrar ([l1 ,...,lm ] ,v1 ,...,vn ) = borrar ([borrar (l1 ,v2 ,...,vn ) ,...,borrar (lm ,v2 ,...,vn )] ,v1 )`

**Ejemplos**

$A = \begin{pmatrix} K & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 3 & 4 \end{pmatrix};$

`borrar(A,1,{1,2}) →  $\begin{pmatrix} 2 \\ 4 \end{pmatrix}$`

`borrar (p:Poligonal /Polígono ,i:ZZ )`

**Ejemplos**

`borrar(poligono_regular(4),3) → (1,0) - (0,1) - (0,-1)`  
`borrar(poligonal(punto(0,0),punto(0,1)),2) → (0,0)`

**Ejemplos 3D**

`borrar(poligono(punto(0,0,3),punto(0,1,3),punto(1,2,3),punto(3,3,3)),3)`  
`→ (0,0,3) - (0,1,3) - (3,3,3)`  
`borrar(poligonal(punto(0,0,0),punto(0,1,6)),2) → (0,0,0)`

[buscar\\_cero](#)

```

buscar_cero (A:Anillo )
buscar_cero (a:Elemento (Anillo ) )

```

**buscar\_cero(a:Elemento(Anillo))=buscar\_cero(anillo(a))**

**Ejemplos**

```

[ buscar_cero(8) → 0
  buscar_cero(6·x+y) → 0

```

### **buscar\_uno**

```

buscar_uno (A:Anillo )
buscar_uno (a:Elemento (Anillo ) )

```

**buscar\_uno(a:Elemento(Anillo))=buscar\_uno(anillo(a))**

**Ejemplos**

```

[ buscar_uno(8) → 1
  buscar_uno(6·x+y) → 1

```

c

**cabeza**

`cabeza (x:Lista )`

**Ejemplos**

`cabeza({1,2,3,4}) → 1`

**cadena**

`cadena (x )`

**Ejemplos**

`cadena(abc) → abc`

`cadena(1+1) → 2`

`cadena({1,1+1}) → {1,2}`

**Cadena**

Cadena

**Ejemplos**

`"ab" | "cd" → abcd`

`es?("ab",Cadena) → cierto`

`expresión partir sustituir_cadena subcadena texto`

Más información en [nombre](#) , [nombre\\_semilla](#)

**caja**

caja

**Ejemplos**

`diagrama({9,9,3,4,1},{color={caja=verde}}) → tablero1`

## caja\_de\_texto

caja\_de\_texto ( $t, P: \text{Punto}$  )

**Ejemplos**

```
t1=caja_de_texto("hola", punto(2,3)) → hola en (2,3)
t2=caja_de_texto( $\frac{2}{3}$ , punto(4,3)) →  $\frac{2}{3}$  en (4,3)
dibujar({t1,t2}) → tablero1
```

caja\_de\_texto ( $t, P: \text{Punto}$  ,  $o:$  )

**Ejemplos**

```
t=caja_de_texto
("Picto_ergo_sum", punto(4,2), {posición_horizantal="centro", posición_vertical="centro"})
→ Picto_ergo_sum en (4,2)
dibujar(t) → tablero1

tablero({mostrar_ejes=falso, mostrar_malla=falso}) → tablero1

P=poligono_regular( $\frac{8}{5}, 5$ )
→  $(5,0) - \left(-\frac{5\sqrt{2}}{2}, -\frac{5\sqrt{2}}{2}\right) - (0,5) - \left(\frac{5\sqrt{2}}{2}, -\frac{5\sqrt{2}}{2}\right) - (-5,0) - \left(\frac{5\sqrt{2}}{2}, \frac{5\sqrt{2}}{2}\right) -$ 
 $(0,-5) - \left(-\frac{5\sqrt{2}}{2}, \frac{5\sqrt{2}}{2}\right)$ 

E=caja_de_texto
("E", P1, {posición_horizantal="derecha", posición_vertical="centro"});
SW=caja_de_texto
("SW", P2, {posición_horizantal="izquierda", posición_vertical="abajo"});
N=caja_de_texto("N", P3, {posición_horizantal="centro", posición_vertical="arriba"})
;
SE=caja_de_texto
("SE", P4, {posición_horizantal="derecha", posición_vertical="abajo"});
W=caja_de_texto
("W", P5, {posición_horizantal="izquierda", posición_vertical="centro"});
NE=caja_de_texto
("NE", P6, {posición_horizantal="derecha", posición_vertical="arriba"});
S=caja_de_texto("S", P7, {posición_horizantal="centro", posición_vertical="abajo"})
;
NW=caja_de_texto
("NW", P8, {posición_horizantal="izquierda", posición_vertical="arriba"});
dibujar(P, {color=azul}) → tablero1
dibujar({N,S,E,W}, {color=negro}) → tablero1
dibujar({NE,NW,SE,SW}, {color=rojo}) → tablero1
```

## Caja\_de\_texto

Caja\_de\_texto

**Ejemplos**

```
T="Rerum cognoscere causas" → Rerum cognoscere causas
TB=caja_de_texto(T, punto(0,0)) → Rerum cognoscere causas en (0,0)
es?(T, Caja_de_texto) → falso
es?(TB, Caja_de_texto) → cierto
```

## cálculos\_exactos

reducción\_de\_hessenberg (A:Matriz ,o: )

**Ejemplos**

```
reducción_de_hessenberg([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]},{cálculos_exactos=falso})
→  $\begin{pmatrix} 1. & 3.597 & 0.24807 \\ 8.0623 & 14.046 & 2.8308 \\ 0. & 0.83077 & -0.046154 \end{pmatrix}$ 
```

## cambio\_de\_base

cambio\_de\_base (n:ZZ,b:ZZ )

**Ejemplos**

```
cambio_de_base(1234,10) → [4,3,2,1]
cambio_de_base(8,2) → [0,0,0,1]
cambio_de_base(-8,2) → [0,0,0,1]
cambio_de_base(235,235) → [0,1]
cambio_de_base(456,93289023) → [456]
cambio_de_base(-456,93289023) → [456]
```

cambio\_de\_base (v:Vector ,b:ZZ )

**Ejemplos**

```
cambio_de_base([4,3,2,1,5],10) → 51234
cambio_de_base([0,0,0,1],2) → 8
cambio_de_base([0,1],235) → 235
```

## campo\_vectorial

Más información en [campo vectorial](#)



**cantidad**

`cantidad (a:no (Unidad |Cantidad ),U:Unidad )`

**Ejemplos**

- `cantidad(2,m) → 2 m`
- `cantidad(x,N/s) → x s-1N`
- `cantidad(3,J) → 3 J`

`cantidad (a:no (Unidad |Cantidad ) )`

**Ejemplos**

- `cantidad(2) → 2 unidad_adimensional`
- `cantidad(x) → x unidad_adimensional`
- `cantidad(x)·m → x m`

**Cantidad**

Cantidad

**Ejemplos**

- `es?(2, Cantidad) → falso`
- `es?(2 g, Cantidad) → cierto`
- `es?(cantidad(2, g), Cantidad) → cierto`
- `es?(cantidad(x2-x+2, g), Cantidad) → cierto`

`coeficiente coeficiente_si convertir grados_minutos_segundos raíz raíz2  
unidad unidad_si`

**Cantidad\_real\_adimensional**

Cantidad\_real\_adimensional

**Ejemplos**

- `es?(4.2, Cantidad_real_adimensional) → cierto`
- `es?(π rad, Cantidad_real_adimensional) → falso`
- `es?(7  $\frac{\text{kg} \cdot \text{m}}{\text{s}^2}$ , Cantidad_real_adimensional) → falso`

**característica**

característica (R:Anillo )

Ejemplos

- característica( $\mathbb{Z}$ )  $\rightarrow$  0
- característica(extensión( $\mathbb{Z}_n$ ,  $x^2+1$ ))  $\rightarrow$  13

**cardinal**

cardinal (A )

Ejemplos

- cardinal( $\mathbb{Z}_7$ )  $\rightarrow$  7
- cardinal( $\mathbb{Z}$ )  $\rightarrow$   $+\infty$

**categoría**

categoría (p:Progresión )

Ejemplos

- categoría(progresión(3,5,7,9))  $\rightarrow$  arithmetic
- categoría(progresión(2,4,8))  $\rightarrow$  geometric
- categoría(progresión(3,3,3))  $\rightarrow$  constant
- categoría(progresión(2,5,10,17))  $\rightarrow$  polynomic

**centro**

centro (a:Arco )

Ejemplos

- centro(arco(punto(0,0),3,0, $\pi$ ))  $\rightarrow$  (0,0)
- centro(compás(punto(1,2),punto(-3,0)))  $\rightarrow$  (1,2)

`centro (c:Circunferencia )`

**Ejemplos**

`centro(circunferencia(punto(1,2),5)) → (1,2)`  
`centro(circunferencia(punto(0,0),punto(1,0))) → (0,0)`

`centro (c:Elipse |Hipérbola )`

**Ejemplos**

`centro(ellipse(2,1,punto(0,0),0)) → (0,0)`  
`centro(cónica([[3,2,1],[2,4,-5],[1,-5,-20]])) →  $(-\frac{7}{4}, \frac{17}{8})$`

`centro`

Indica el punto en el centro del tablero.

Valores posibles : cualquier `Punto` .

Valor por defecto : `punto` (0,0,0)

`centro`

Indica el punto en el centro del tablero.

Valores posibles : cualquier `Punto` .

Valor por defecto : `punto` (0,0)

Más información en [opciones tablero](#) , [opciones tablero3d](#) , [tablero](#) , [tablero3d](#)

**zero?**

`zero? (n:Elemento |Lista |Vector )`

**Ejemplos**

`zero?([0,0,0]) → cierto`  
`zero?([1,0,0]) → falso`  
`zero?({0,0,0}) → cierto`  
`zero?([0,0,1]) → falso`  
`a = 6 :  $\mathbb{Z}_6$  → 0`  
`b = 7 :  $\mathbb{Z}_6$  → 1`  
`zero?(a) → cierto`  
`zero?(b) → falso`

**cero0**

`cero0 (x:Real /{0} )`

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{cero0}(4.7) \rightarrow 0 \\ \text{cero0}(-2) \rightarrow 0 \\ \text{cero0}(0) \rightarrow \text{cero0}(0) \\ \text{dibujar}(\text{cero0}, \{\text{color}=\text{rojo}, \text{anchura\_linea}=3\}) \rightarrow \text{tablero1} \end{array} \right.$

**ceros**

`ceros (n:ZZ )`

`ceros(n)=secuencia_constante(n,0)`

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{ceros}(3) \rightarrow 0,0,0 \\ [1, \text{ceros}(3), 2] \rightarrow [1,0,0,0,2] \end{array} \right.$

**cfr**

`cfr (... )`  
`circunferencia (... )`

Más información en

**cian**

Más información en [color](#)

**cian**

**cian**

`cian = {0,255,255}`

**cierto**

cierto

**Ejemplos**

```

4 > 1? → cierto
falso | cierto → cierto

```

Más información en [fondo](#) , [negrita](#) , [fuente\\_negrita](#) , [contorno](#) , [evaluar](#) , [llenar](#) , [dimensiones\\_fijas](#) , [cursiva](#) , [fuente\\_italica](#) , [móvil](#) , [mostrar\\_ejes](#) , [mostrar\\_cubo](#) , [mostrar\\_malla](#) , [mostrar\\_etiqueta](#) , [visible](#) , [alambre](#)

### ***cilindro\_poliédrico***

```

cilindro_poliédrico (n:Natural ,p:Punto )
cilindro poliédrico(n,p)=cilindro poliédrico(n,p,1,1)

```

```

cilindro_poliédrico (n:Natural ,r:Real ,h:Real )
cilindro poliédrico(n,r,h)=cilindro poliédrico(n,punto(0,0,0),r,h)

```

**Ejemplos 3D**

```

p=cilindro_poliédrico(10,4.4,10);
dibujar3d(p, {color=verde,llenar=cierto}) → tablero1

```

```

cilindro_poliédrico (n:Natural ,p:Punto ,r:Real ,h:Real )

```

**Ejemplos 3D**

```

p=cilindro_poliédrico(10,punto(3,0,-2),4.4,10);
dibujar3d(p, {color=verde,llenar=cierto}) → tablero1

```

```

cilindro_poliédrico (n:Natural )
cilindro poliédrico(n)=cilindro poliédrico(n,punto(0,0,0),1,1)

```

### ***cilindro\_tapado\_poliédrico***

`cilindro_tapado_poliédrico (n:Natural ,p:Punto ,r:Real ,h:Real )`

**Ejemplos 3D**

```
p=cilindro_tapado_poliédrico(10,punto(3,0,-2),4.4,10);
dibujar3d(p, {color=verde,llenar=cierto}) → tablero1
```

`cilindro_tapado_poliédrico (n:Natural )`  
 cilindro tapado poliédrico(n)=cilindro tapado poliédrico(n,punto(0,0,0),1,1)

`cilindro_tapado_poliédrico (n:Natural ,p:Punto )`  
 cilindro tapado poliédrico(n,p)=cilindro tapado poliédrico(n,p,1,1)

`cilindro_tapado_poliédrico (n:Natural ,r:Real ,h:Real )`  
 cilindro tapado poliédrico(n,r,h)=cilindro tapado poliédrico(n,punto(0,0,0),r,h)

**Ejemplos 3D**

```
p=cilindro_tapado_poliédrico(10,4.4,10);
dibujar3d(p, {color=verde,llenar=cierto}) → tablero1
```

**circuncentro**

`circuncentro (A:Punto ,B:Punto ,C:Punto )`

**Ejemplos**

```
circuncentro(punto(1,0),punto(0,0),punto(0,1)) → (1/2, 1/2)
```

**Ejemplos 3D**

```
A=punto(8,0,4) → (8,0,4)
B=punto(1,-1,-1) → (1,-1,-1)
C=punto(-4,7,-3) → (-4,7,-3)
t:=triángulo(A,B,C) → triángulo(A,B,C)
m1:=mediatriz(t,1) → mediatriz(t,1)
m2:=mediatriz(t,2) → mediatriz(t,2)
m3:=mediatriz(t,3) → mediatriz(t,3)
circ:=circuncentro(A,B,C) → circuncentro(A,B,C)
dibujar3d({A,B,C},{color=rojo,mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
dibujar3d({t,m1,m2,m3},{color=naranja}) → tablero1
dibujar3d(circ,{color=azul,etiqueta="h",mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
```

circuncentro ( $T$ :Triángulo )  
 circuncentro ( $T$ )=circuncentro ( $T_1,T_2,T_3$ )

### circunferencia

cfr (... )  
 circunferencia (... )

circunferencia ( $A$ :Punto , $r$ :RR )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{circunferencia}(\text{punto}(0,0),3) \rightarrow x^2+y^2=9 \\ \text{circunferencia}(\text{punto}(1,2),5) \rightarrow (x-1)^2+(y-2)^2=25 \end{array} \right.$

circunferencia ( $A$ :Punto , $B$ :Punto , $C$ :Punto )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{circunferencia}(\text{punto}(0,0),\text{punto}(1,0),\text{punto}(0,1)) \rightarrow \left(x-\frac{1}{2}\right)^2+\left(y-\frac{1}{2}\right)^2=\frac{1}{2} \\ \text{circunferencia}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(-2,1),\text{punto}(2,1)) \rightarrow x^2+y^2=5 \end{array} \right.$

circunferencia ( $p$ :Polinomio )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{circunferencia}((x-1)^2+y^2-3^2) \rightarrow (x-1)^2+y^2=9 \\ \text{circunferencia}(x^2+y^2+2\cdot x+2\cdot y-7) \rightarrow (x+1)^2+(y+1)^2=9 \end{array} \right.$

circunferencia ( $a$ :Arco )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{circunferencia}(\text{arco}(\text{punto}(0,0),3,0,\pi)) \rightarrow x^2+y^2=9 \\ \text{circunferencia}(\text{compás}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(-3,0))) \rightarrow (x-1)^2+(y-2)^2=20 \end{array} \right.$

Más información en

**Circunferencia**

Circunferencia

Ejemplos

C=circunferencia( $x^2+y^2=7^2$ ) →  $x^2+y^2=49$   
 es?(C,Circunferencia) → cierto

arco área atributos3d pertenece? centro compás distancia ecuación  
 externo? interno? inversión matriz punto\_más\_cercano2d punto\_más\_cercano3d  
 perímetro dibujar dibujar2d dibujar3d punto posición potencia  
 eje\_radical radio eje\_de\_tangencia recta\_tangente rectas\_tangentes  
 puntos\_de\_tangencia

**circunradio**

circunradio (A:Punto ,B:Punto ,C:Punto )

Ejemplos

circunradio(punto(1,0),punto(0,0),punto(0,1)) →  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

Ejemplos 3D

circunradio(punto(1,0,0),punto(0,0,0),punto(0,1,0)) →  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

circunradio (T:Triángulo )

circunradio (T)=circunradio (T<sub>1</sub>,T<sub>2</sub>,T<sub>3</sub>)

**COC**



`cociente (a:ZZ,b:ZZ )`  
`coc (a:ZZ,b:ZZ )`  
`a//b`

**Ejemplos**

- `37//5 → 7`
- `37/5 →  $\frac{37}{5}$`
- `cociente(37,5) → 7`
- `37//5 → -7`
- `-37//5 → 7`

`cociente (p1 :Polinomio ,p2 :Polinomio )`  
`coc (p1 :Polinomio ,p2 :Polinomio )`  
`p1 //p2`

**Ejemplos**

- `cociente(2·x5,x+1) → 2·x4-2·x3+2·x2-2·x+2`

Más información en [cociente](#)

### **`coc_res`**

`cociente_y_residuo (a:ZZ,b:ZZ )`  
`coc_res (a:ZZ,b:ZZ )`

**Ejemplos**

- `cociente_y_residuo(37,5) → {7,2}`
- `cociente_y_residuo(-37,5) → {-7,-2}`
- `coc_res(37,-5) → {-7,2}`
- `coc_res(-37,-5) → {7,-2}`

`cociente_y_residuo (p1 :Polinomio ,p2 :Polinomio )`  
`coc_res (p1 :Polinomio ,p2 :Polinomio )`

**Ejemplos**

- `cociente_y_residuo(2·x5,x+1) → {2·x4-2·x3+2·x2-2·x+2,-2}`

Más información en [cociente y residuo](#)

### **cociente**

`cociente (a:ZZ,b:ZZ )`  
`COC (a:ZZ,b:ZZ )`  
`a//b`

**Ejemplos**

- $37//5 \rightarrow 7$
- $37/5 \rightarrow \frac{37}{5}$
- `cociente(37,5) → 7`
- $37// -5 \rightarrow -7$
- $-37// -5 \rightarrow 7$

`cociente_y_residuo (a:RR,b:RR )`  
`cociente (a:RR,b:RR )`  
`resto (a:RR,b:RR )`

**Ejemplos**

- `cociente_y_residuo(pi,e_) → {1.1557,0.}`
- `coc(pi,e_) → 1.1557`
- `res(pi,e_) → 0.`
- `cociente_y_residuo(1/7, 1/3) → {3/7,0}`

`cociente (p1 :Polinomio ,p2 :Polinomio )`  
`COC (p1 :Polinomio ,p2 :Polinomio )`  
`p1 //p2`

**Ejemplos**

- `cociente(2·x5,x+1) → 2·x4-2·x3+2·x2-2·x+2`

Más información en [cociente](#)

### **cociente\_y\_residuo**

`cociente_y_residuo (a:ZZ,b:ZZ )`  
`coc_res (a:ZZ,b:ZZ )`

**Ejemplos**

- `cociente_y_residuo(37,5) → {7,2}`
- `cociente_y_residuo(-37,5) → {-7,-2}`
- `coc_res(37,-5) → {-7,2}`
- `coc_res(-37,-5) → {7,-2}`

`cociente_y_residuo (a:RR,b:RR )`  
`cociente (a:RR,b:RR )`  
`resto (a:RR,b:RR )`

**Ejemplos**

- `cociente_y_residuo(pi,e_) → {1.1557,0.}`
- `coc(pi,e_) → 1.1557`
- `res(pi,e_) → 0.`
- `cociente_y_residuo( $\frac{1}{7}, \frac{1}{3}$ ) →  $\{\frac{3}{7}, 0\}$`

`cociente_y_residuo (p1 :Polinomio ,p2 :Polinomio )`  
`coc_res (p1 :Polinomio ,p2 :Polinomio )`

**Ejemplos**

- `cociente_y_residuo(2·x5,x+1) → {2·x4-2·x3+2·x2-2·x+2,-2}`

Más información en [cociente y residuo](#)

## coeficiente

`coeficiente (s:Serie ,n:Natural )`

**Ejemplos**

- `s=serie_de_taylor(sen(x),x,0) →  $x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7 + \frac{1}{362880} \cdot x^9 + \dots$`
- `coeficiente(s,1) → 1`
- `coeficiente(s,2) → 0`
- `coeficiente(s,3) →  $-\frac{1}{6}$`

`coeficiente (x:Cantidad )`

**Ejemplos**

- `coeficiente(2 m) → 2`
- `coeficiente(32.0 cm) → 32.`
- `coeficiente(convertir(32.0 cm)) → 0.32`
- `coeficiente(3.0 dm +2.0 cm) → 0.32`

Más información en [coeficiente](#)

### **[coeficiente\\_de\\_variación](#)**

`coeficiente_de_variación (x:Dato_estadístico )`

**Ejemplos**

- `coeficiente_de_variación({1,2,-3,2,5,7,-5}) → 3.2603`
- `coeficiente_de_variación([1.2→3,3→1,5→1]) → 0.72793`
- `coeficiente_de_variación([5→1,7→2]) → 0.18232`
- `coeficiente_de_variación([a→{1,2,-2,1},b→[1→2,2→1,-2→1]])`  
`→ {a→1.7321,b→1.7321}`

### **[coeficiente\\_principal](#)**

`coeficiente_principal (p:Polinomio )`

**Ejemplos**

- `coeficiente_principal(-5·x6+x+2) → -5`
- `coeficiente_principal(3·x2·y+4·y5) → 3`

### **[coeficiente\\_si](#)**

`coeficiente_si (x:Cantidad )`

**Ejemplos**

- `coeficiente_si(2 m) → 2`
- `coeficiente_si(32.0 cm) → 0.32`
- `coeficiente_si(32.0 cm) → 0.32`
- `coeficiente_si(3.0 dm +2.0 cm) → 0.32`

### **[coeficientes](#)**

```
coeficientes (p:Polinomio )
coeficientes (p:Polinomio ,x:Identificador )
```

**Ejemplos**

```
coeficientes(x2-x+3) → {3,-1,1}
coeficientes(x2+y+1,x) → {y+1,0,1}
coeficientes(x2+y+1,y) → {x2+1,1}
```

```
coeficientes (p:Polinomio ,n:ZZ )
```

**Ejemplos**

```
coeficientes(x2-x+3) → {3,-1,1}
coeficientes(x2-x+3,5) → {3,-1,1,0,0}
```

### cola

```
cola (x:Lista |Polinomio )
```

**Ejemplos**

```
cola({1,2,3,4}) → {2,3,4}
cola(x2-x+5) → -x+5
```

### color

#### color

Indica el color con el que se dibujan las figuras en el tablero.

*Valores posibles* : listas de tres enteros entre 0 y 255 con la forma '{r,g,b}', donde r, g, b corresponden a la cantidad de rojo (red), verde (green) y azul (blue) que definen el color. Para facilitar el trabajo, se han definido algunos colores: black, white, red, green negro , blanco , rojo , verde , azul , cian , magenta , amarillo , marrón , naranja , rosa , gris , gris\_oscuro , gris\_claro y la lista completa de colores html .

*Valor por defecto* : negro

#### color

Indica el color con el que se dibuja en el tablero.

*Valores posibles* : lista de tres enteros entre 0 y 255 con la forma '{r,g,b}', donde r,g,b corresponden a la cantidad de rojo (red), verde (green) y azul (blue) que definen el color. Para facilitar el trabajo, se han definido algunos colores: black, white, red, green negro , blanco , rojo , verde , azul , cian , magenta , amarillo , marrón , naranja , rosa , gris , gris\_oscuro , gris\_claro y la lista completa de colores html .

*Valor por defecto* : negro

Más información en [color\\_relleno](#) , [opciones dibujar](#) , [opciones dibujar3d](#) , [dibujar](#) , [dibujar3d](#)

## Color

Más información en [color\\_ejes](#) , [color\\_de\\_fondo](#) , [color\\_de\\_contorno](#) , [color\\_del\\_cubo](#) , [color\\_relleno](#) , [color\\_malla](#)

## Color

### Color

Ejemplos

```
L = { negro
      rojo, verde, azul
      cian, magenta, amarillo
      naranja, marrón, rosa
      gris, gris_oscuro, gris_claro };
LP = { punto (i-7, i-7) con i en recorrido (L) };
tablero ( { mostrar_malla=falso, mostrar_ejes=falso } ) → tablero1
dibujar ( LP, { { color=Li, tamaño_punto=2·i } con i en recorrido (L) } ) → tablero1
```

white ▲

blanco = {255,255,255}

black ▲

negro = {0,0,0}

red ▲

rojo = {255,0,0}

green ▲

verde = {0,255,0}

blue ▲

azul = {0,0,255}

cyan ▲

cian = {0,255,255}

magenta ▲

magenta = {255,0,255}

yellow ▲

amarillo = {255,255,0}

brown ▲

marrón = {180,60,0}

orange ▲

naranja = {255,200,0}

pink ▲

rosa = {255,175,175}

grey ▲

gris = {128,128,128}

dark\_grey ▲

gris\_oscuro = {192,192,192}

light\_grey ▲

gris\_claro = {64,64,64}

### color\_de\_contorno

color\_de\_contorno

Ejemplos

```
escribir("Picto ergo suma", punto(2,2), {contorno=2,color_de_contorno=verde})
→ tablero1
```

### color\_de\_contorno

En el caso de que el valor de `contorno` sea un número `Entero` positivo, indica el color con el que se pinta el borde.

*Valores posibles* : cualquier `Color` , en formato numérico {r,g,b} o bien, si está definido, por su nombre.

*Valor por defecto* : {0,0,0} (color negro).

Más información en [opciones escribir](#) , [caja\\_de\\_texto](#)

### **color\_de\_fondo**

#### **color\_de\_fondo**

Indica el color de fondo del tablero.

*Valores posibles* : cualquier **Color** , en formato numérico {r,g,b} o bien, si está definido, por su nombre.

*Valor por defecto* : {255,255,240} (color crema).

#### **color\_de\_fondo**

Indica el color de fondo del tablero.

*Valores posibles* : cualquier **Color** , en formato numérico {r,g,b} o bien, si está definido, por su nombre.

*Valor por defecto* : {255,255,240} (color crema).

#### **color\_de\_fondo**

En el caso de que el valor de **fondo** sea cierto, indica el color con el que se pinta el fondo del objeto que se representa.

*Valores posibles* : cualquier **Color** , en formato numérico {r,g,b} o bien, si está definido, por su nombre.

*Valor por defecto* : {255,255,255} (color blanco).

Más información en [opciones tablero](#) , [opciones tablero3d](#) , [opciones escribir](#) , [tablero](#) , [tablero3d](#) , [caja\\_de\\_texto](#)

### **color\_del\_cubo**

#### **color\_del\_cubo**

Indica el color del cubo.

*Valores posibles* : cualquier **Color** , en formato numérico {r,g,b} o bien, si está definido, por su nombre.

*Valor por defecto* : {150,150,255} (azul claro).

Más información en [opciones tablero3d](#) , [tablero3d](#)

### **color\_ejes**

#### **color\_ejes**

En el caso de que el valor de **mostrar\_ejes** sea cierto, indica el color con el que se pintan los ejes.

*Valores posibles* : cualquier **Color** , en formato numérico {r,g,b} o bien, si está definido, por su nombre.

*Valor por defecto* : {150,150,255} (azul claro).

#### **color\_ejes**

En el caso de que el valor de **mostrar\_ejes** sea cierto, indica el color con el que se pintan los ejes.

*Valores posibles* : cualquier **Color** , en formato numérico {r,g,b} o bien, si está definido, por su nombre.

*Valor por defecto* : {150,150,255} (azul claro).



Más información en [opciones tablero](#) , [opciones tablero3d](#) , [tablero](#) , [tablero3d](#)

### **color\_malla**

#### **color\_malla**

Indica el color de la malla.

*Valores posibles* : cualquier **Color** en formato numérico {r,g,b} o bien, si está definido, por su nombre.

*Valor por defecto* : {255,200,100} (naranja claro).

Más información en [opciones tablero](#) , [tablero](#)

### **color\_relleno**

#### **color\_relleno**

En el caso de tener una figura cerrada y el valor de **llenar** sea cierto, indica el color con el que se pinta el interior de las figuras.

*Valores posibles* : Un **Color** y "automático" ; si escogemos este segundo valor de la opción, el interior de la figura se pintará con el mismo color que la opción `color.color color`

*Valor por defecto* : "automático"

#### **color\_relleno**

En el caso de tener una figura cerrada y el valor de **llenar** sea cierto, indica el color con el que se pinta el interior de las figuras.

*Valores posibles* : un **Color** y "automático" ; si escogemos este segundo valor de la opción, el interior de la figura se pinta con el color especificado en la opción `color.color`

*Valor por defecto* : "automático"

Más información en [opciones dibujar](#) , [opciones dibujar3d](#) , [dibujar](#) , [dibujar3d](#)

### **columna**

`columna (A:Matriz ,1:zz |Lista |Vector |Recorrido )`

**Ejemplos**


$$M = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix};$$

`columna(M,3) → [3,6,9]`

`columna(M,{3}) →  $\begin{pmatrix} 3 \\ 6 \\ 9 \end{pmatrix}$`


`columna(M,3..1..-1) →  $\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 6 & 5 & 4 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$`

**combinaciones**

Icono  `combinaciones (n:ZZ,k:ZZ )`

**Ejemplos**

- $\binom{4}{2} \rightarrow 6$
- $C_{7,2} \rightarrow 21$
- $C_{7,5} \rightarrow 21$
- $\binom{m}{n} \rightarrow \frac{m!}{(m-n)! \cdot n!}$


Icono  `combinaciones (L:Lista /Vector ,k:ZZ )`

**Ejemplos**

- `combinaciones({4,x,y},2) → {{4,x},{4,y},{x,y}}`


Más información en [combinaciones](#)

**combinaciones\_con\_repetición**

Icono  `combinaciones_con_repetición (n:ZZ,k:ZZ )`

**Ejemplos**

- $CR_{4,2} \rightarrow 10$
- $combinaciones\_con\_repetición(m,n) \rightarrow \frac{(m+n-1)!}{(m-1)! \cdot n!}$
- $CR_{m,n} = \binom{m+n-1}{n} ? \rightarrow \text{cierto}$

Icono `combinaciones_con_repetición (L:Lista /Vector ,k:ZZ )`

Ejemplos

`combinaciones_con_repetición({4,x,y},2) → {{4,4},{4,x},{4,y},{x,x},{x,y},{y,y}}`Más información en [combinaciones con repetición](#)

### comparar

`comparar (x1 ,x2 )`

$$\text{comparar}(x_1, x_2) = \begin{cases} 1 & \text{si } x_1 > x_2 \\ -1 & \text{si } x_1 < x_2 \\ 0 & \text{si } x_1 = x_2 \end{cases}$$

Ejemplos

`comparar(1,2) → -1``comparar( $\frac{5}{2}$ ,2) → 1``comparar(-1,-1) → 0`

### compás

`compás (A:Punto ,B:Punto )`

Ejemplos

`compás(punto(0,0),punto(3,0))``→ centro: (0,0) radio: 3 ángulo_inicial:  $\frac{63 \cdot \pi}{32}$  amplitud:  $\frac{\pi}{16}$` `compás(punto(0,0),punto(2,2))``→ centro: (0,0) radio:  $2 \cdot \sqrt{2}$  ángulo_inicial:  $\frac{7 \cdot \pi}{32}$  amplitud:  $\frac{\pi}{16}$`

compás (A:Punto ,r:RR,f:Figura )

**Ejemplos** [ compás(punto(0,0),3,segmento(punto(1,1),punto(3,3)))  
 → {centro: (0,0)radio: 3ángulo\_inicial:  $\frac{7 \cdot \pi}{32}$ amplitud:  $\frac{\pi}{16}$ }  
 compás(punto(0,0),3,segmento(punto(7,4),punto(3,3))) → {} ]

compás (c:Circunferencia ,f:Figura )

**Ejemplos** [ compás(circunferencia(punto(0,0),3),segmento(punto(1,1),punto(3,3)))  
 → {centro: (0,0)radio: 3ángulo\_inicial:  $\frac{7 \cdot \pi}{32}$ amplitud:  $\frac{\pi}{16}$ }  
 compás(circunferencia(punto(0,0),3),segmento(punto(7,4),punto(3,3))) → {} ]

### Complejo

CC  
Complejo

**Ejemplos** [ es?(1+i,ℂ) → cierto  
 es?(3,Complejo) → cierto  
 es?(x+1,ℂ) → falso ]

### complemento

$l_1 / l_2$       donde  $l_1$  :Lista ,  $l_2$  :Lista  
 complemento (  $l_1$  :Lista /Vector ,  $l_2$  :Lista /Vector )

**Ejemplos** [ {1,2,3,4}/ {2,3} → {1,4}  
 [1, 2, 3, 4] / [3, 4, 5] → [1,2]  
 [1, 1, 1, 2, 2, 2, 3, 3, 3] / [2] → [1,3] ]

### componentes

componentes (b:Elemento (Anillo ),B:Anillo )  
 componentes (b:Elemento (Anillo ) )

**componentes(b : Elemento(Anillo))**

**Ejemplos**

- k1=extensión( $\mathbb{Z}_5, x^4+1$ )  $\rightarrow \mathbb{Z}_5([x])$
- k2=extensión(k1, $y^7+1$ )  $\rightarrow \mathbb{Z}_5([x])([y])$
- componentes( $x^2+y^3$ )  $\rightarrow [x^2,0,0,1,0,0,0]$
- componentes( $3 \cdot x^2+2, k1$ )  $\rightarrow [2,0,3,0]$
- componentes( $3 \cdot x^2+2$ )  $\rightarrow [2,0,3,0]$
- componentes( $3 \cdot x^2+2, k2$ )  $\rightarrow [3 \cdot x^2+2,0,0,0,0,0,0]$

### composición

composición (f:Función ,g:Función )

**Ejemplos**

- f(x) :=2x  $\rightarrow x \mapsto 2 \cdot x$
- g(x) :=x+3  $\rightarrow x \mapsto x+3$
- composición(f,g)(t)  $\rightarrow 2 \cdot t+6$
- f(g(t))  $\rightarrow 2 \cdot t+6$

composición (p:Permutación ,q:Permutación )

**Ejemplos**

- p=permutación{1 $\rightarrow$ 2,2 $\rightarrow$ 1}  $\rightarrow [2,1]$
- q=permutación{{3,4,5},{6,1}}  $\rightarrow \{\{1,6\},\{3,4,5\}\}$
- composición(p,q)  $\rightarrow [6,1,4,5,3,2]$
- p · q  $\rightarrow [6,1,4,5,3,2]$
- q · p  $\rightarrow [2,6,4,5,3,1]$

### comprobar

identifier(A)[comprobar C]:=B

**Ejemplos**

- f(0) :=1;
- f(n :  $\mathbb{Z}$ ) comprobar n $\geq$ 0 :=f(n-1) · n;
- f(10)  $\rightarrow 3628800$

con

{x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$ }

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \{2^i \text{ con } i \text{ en } 2..-2..-1\} \rightarrow \left\{4, 2, 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}\right\} \\ \{x^2+y^2 \text{ con } x,y \text{ en } \{A,B\}, 1..3\} \rightarrow \{A^2+1, A^2+4, A^2+9, B^2+1, B^2+4, B^2+9\} \end{array} \right.$

{x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde p}

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \{\{x,y,z\} \text{ con } x,y,z \text{ en } 1..10, 1..10, 1..10 \text{ donde es } ?(\sqrt[3]{x^3+y^3+z^3}, \mathbb{Z}) \ \& \ x \leq y \ \& \ y \leq z\} \\ \rightarrow \{\{1,6,8\}, \{3,4,5\}, \{6,8,10\}\} \end{array} \right.$

{p=>v con  $r_1, \dots, r_n$  en  $R_1, \dots, R_n$  [donde ]}

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} T=\{x,y,z\}; \\ \{T.i \Rightarrow T.i^i \text{ con } i \text{ en } 1..3\} \rightarrow \{x \Rightarrow x, y \Rightarrow y^2, z \Rightarrow z^3\} \\ \{i \Rightarrow i^2 \text{ con } i \text{ en } 1..10 \text{ donde primo?}(i)\} \rightarrow \{2 \Rightarrow 4, 3 \Rightarrow 9, 5 \Rightarrow 25, 7 \Rightarrow 49\} \end{array} \right.$

[x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  ]

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \{2^i \text{ con } i \text{ en } 2..-2..-1\} \rightarrow \left[4, 2, 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}\right] \\ \{x^2+y^2 \text{ con } x,y \text{ en } \{A,B\}, 1..3\} \rightarrow [A^2+1, A^2+4, A^2+9, B^2+1, B^2+4, B^2+9] \end{array} \right.$

[x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde p]

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} [i \text{ con } i \text{ en } 1..10] \rightarrow [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10] \\ [i \text{ con } i \text{ en } 1..10 \text{ donde primo?}(i)] \rightarrow [2, 3, 5, 7] \\ \{\{x,y,z\} \text{ con } x,y,z \text{ en } 1..10, 1..10, 1..10 \text{ donde es } ?(\frac{x^2+y^2+z^2}{\sqrt{729}}, \mathbb{Z}) \ \& \ x \leq y \ \& \ y \leq z\} \\ \rightarrow [\{1,1,1\}, \{1,1,2\}] \end{array} \right.$

con

$$\prod_{i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n} \text{expr}$$

productorio *expr* con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde  $i_j$  :Identificador ,  $r_j$  :Lista / Vector / Recorrido , *expr*:Expresión



**Ejemplos**

$$1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5$$

$$\prod_{i \text{ en } 1..5} i \rightarrow 120$$

$$\prod_{i=1}^5 i \rightarrow 120$$

productorio *i* con *i* en 1..5 → 120

$$1^3 \cdot \left(1 + \frac{1}{2}\right)^3 \cdot 2^3$$

$$\prod_{k \text{ en } 1..2.. \frac{1}{2}} k^3 \rightarrow 27$$

productorio  $k^3$  con  $k$  en  $1..2.. \frac{1}{2}$  → 27

$$\prod_{\substack{i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \\ \text{cond}}} \text{expr}$$

productorio expr con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde p donde  $i_j$  :Identificador  
 $r_j$  :Lista / Vector / Recorrido ,expr:Expresión ,expr:Expresión



Ejemplos

$$1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 5 = 40$$

$$\prod_{\substack{i \text{ en } 1..5 \\ i \neq 3}} i \rightarrow 40$$

$$\prod_{i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3} i \rightarrow 40$$

productorio i con i en 1..5 donde  $i \neq 3 \rightarrow 40$

$$2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 11 \cdot 13 = 30030$$

$$\prod_{\substack{k \text{ en } 2..13 \\ \text{primo?}(k)}} k \rightarrow 30030$$

productorio k con k en 2..13 donde primo?(k)  $\rightarrow 30030$



$$\sum_{i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n} \text{expr}$$

sigma expr con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$   
 Vector / Recorrido ,expr:Expresión

donde  $i_j$  :Identificador ,  $r_j$  :Lista /



**Ejemplos**

$1+2+3+4+5$

$\sum_{i \text{ en } 1..5} i \rightarrow 15$

$\sum_{i=1}^5 i \rightarrow 15$

sigma i con i en 1..5  $\rightarrow 15$

$1^3 + \left(1 + \frac{1}{2}\right)^3 + 2^3$

$\sum_{k \text{ en } 1..2.. \frac{1}{2}} k^3 \rightarrow \frac{99}{8}$

sigma  $k^3$  con k en  $1..2.. \frac{1}{2} \rightarrow \frac{99}{8}$

$$\sum_{\substack{i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \\ \text{cond}}} \text{expr}$$

sigma expr con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde p donde  $i_j$  :Identificador ,  $r_j$  :Lista / Vector / Recorrido , expr:Expresión , expr:Expresión



Ejemplos

$$1+2+4+5=12$$

$$\sum_{\substack{i \text{ en } 1..5 \\ i \neq 3}} i \rightarrow 12$$

$$\sum_{i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3} i \rightarrow 12$$

$$\text{sigma } i \text{ con } i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3 \rightarrow 12$$

$$2+3+5+7+11+13=41$$

$$\sum_{\substack{k \text{ en } 2..13 \\ \text{primo?}(k)}} k \rightarrow 41$$

$$\text{sigma } k \text{ con } k \text{ en } 2..13 \text{ donde } \text{primo?}(k) \rightarrow 41$$

sigma x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde  $i_j$  :Identificador ,  $r_j$  :Lista / Vector / Recorrido

$$\sum_{i \text{ en } r} x$$

donde  $i_j$  :Identificador ,  $r_j$  :Lista / Vector / Recorrido

$$\sum_{0 \leq i < n}$$

$$\sum_{i=1}^n$$

Ejemplos

$$1+2+3+4+5$$

$$\sum_{i \text{ en } 1..5} i \rightarrow 15$$

$$\sum_{i=1}^5 i \rightarrow 15$$

$$\text{sigma } i \text{ con } i \text{ en } 1..5 \rightarrow 15$$

$$1^3 + \left(1 + \frac{1}{2}\right)^3 + 2^3$$

$$\sum_{k \text{ en } 1..2.. \frac{1}{2}} k^3 \rightarrow \frac{99}{8}$$

$$\text{sigma } k^3 \text{ con } k \text{ en } 1..2.. \frac{1}{2} \rightarrow \frac{99}{8}$$

sigma x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde p donde  $i_j$  :Identificador ,  $r_j$  :Lista / Vector / Recorrido



$x, i_1, \dots, i_n, r_1, \dots, r_n, i_1, \dots, i_n$

**Ejemplos**

$1+2+4+5=12$   
 $\sum_{\substack{i \text{ en } 1..5 \\ i \neq 3}} i \rightarrow 12$

$\sum_{i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3} i \rightarrow 12$   
 sigma i con i en 1..5 donde  $i \neq 3 \rightarrow 12$

$2+3+5+7+11+13=41$   
 $\sum_{\substack{k \text{ en } 2..13 \\ \text{primo?}(k)}} k \rightarrow 41$   
 sigma k con k en 1..13 donde primo?(k)  $\rightarrow 41$

sigma x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde  $i_j$  :Identificador ,  $r_j$  :Lista / Vector / Recorrido



**Ejemplos**

$1+2+3+4+5$   
 $\sum_{i \text{ en } 1..5} i \rightarrow 15$

$\sum_{i=1}^5 i \rightarrow 15$   
 sigma i con i en 1..5  $\rightarrow 15$

$1^3 + \left(1 + \frac{1}{2}\right)^3 + 2^3$   
 $\sum_{k \text{ en } 1..2.. \frac{1}{2}} k^3 \rightarrow \frac{99}{8}$   
 sigma  $k^3$  con k en  $1..2.. \frac{1}{2} \rightarrow \frac{99}{8}$

sigma  $x$  con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde  $p$  donde  $i_j$  :Identificador ,  $r_j$  :Lista / Vector / Recorrido



$x, i_1, \dots, i_n, r_1, \dots, r_n, i_1, \dots, i_n$ .

**Ejemplos**

$1+2+4+5=12$   
 $\sum_{\substack{i \text{ en } 1..5 \\ i \neq 3}} i \rightarrow 12$

$\sum_{i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3} i \rightarrow 12$   
 sigma  $i$  con  $i$  en  $1..5$  donde  $i \neq 3 \rightarrow 12$

$2+3+5+7+11+13=41$   
 $\sum_{\substack{k \text{ en } 2..13 \\ \text{primo?}(k)}} k \rightarrow 41$   
 sigma  $k$  con  $k$  en  $1..13$  donde  $\text{primo?}(k) \rightarrow 41$

productorio  $x$  con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$

**Ejemplos**

$1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5$   
 productorio  $i$  con  $i$  en  $1..5 \rightarrow 120$

$5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$   
 productorio  $i$  con  $i$  en  $5..1..-1 \rightarrow 120$

$1^3 \cdot \left(1 + \frac{1}{2}\right)^3 \cdot 1 + 1^3$

productorio  $i^3$  con  $i$  en  $1..2..\frac{1}{2} \rightarrow 27$

productorio  $x$  con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde  $p$

**Ejemplos**

$(x - (-4)) \cdot (x - (-2)) \cdot x$   
 productorio  $x - a$  con  $a$  en  $-4..4..2$  donde  $a \geq 0 \rightarrow x^3 - 6 \cdot x^2 + 8 \cdot x$

cónica (M:Matriz )

**Ejemplos**

cónica  $\begin{pmatrix} -3 & -2 & -1 \\ -2 & -4 & 5 \\ -1 & 5 & 20 \end{pmatrix} \rightarrow -3 \cdot x^2 - 4 \cdot x \cdot y - 2 \cdot x - 4 \cdot y^2 + 10 \cdot y + 20 = 0$

cónica  $\begin{pmatrix} 3 & -1 & 0 \\ -1 & -2 & 1 \\ 0 & 1 & -5 \end{pmatrix} \rightarrow 3 \cdot x^2 - 2 \cdot x \cdot y - 2 \cdot y^2 + 2 \cdot y - 5 = 0$

cónica  $\begin{pmatrix} -1 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & -3 \\ -2 & -3 & -10 \end{pmatrix} \rightarrow -x^2 - 4 \cdot x - 6 \cdot y - 10 = 0$

cónica  $\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & -5 \\ 1 & -5 & 20 \end{pmatrix} \rightarrow 3 \cdot x^2 + 4 \cdot x \cdot y + 2 \cdot x + 4 \cdot y^2 - 10 \cdot y + 20 = 0$

cónica (p:Polinomio )

**Ejemplos**

cónica  $(3 \cdot x^2 + 4 \cdot y^2 + 4 \cdot x \cdot y + 2 \cdot x - 10 \cdot y - 20) \rightarrow -3 \cdot x^2 - 4 \cdot x \cdot y - 2 \cdot x - 4 \cdot y^2 + 10 \cdot y + 20 = 0$

cónica  $(3 \cdot x^2 - 2 \cdot y^2 - 2 \cdot x \cdot y + 2 \cdot y - 5) \rightarrow 3 \cdot x^2 - 2 \cdot x \cdot y - 2 \cdot y^2 + 2 \cdot y - 5 = 0$

cónica (P<sub>1</sub> :Punto ,P<sub>2</sub> :Punto ,P<sub>3</sub> :Punto ,P<sub>4</sub> :Punto ,P<sub>5</sub> :Punto )

**Ejemplos**

cónica(punto(2,0),punto(0,-2),punto(-2,0),punto(0,2),punto(2,2))  
 $\rightarrow -\frac{1}{4} \cdot x^2 + \frac{1}{4} \cdot x \cdot y - \frac{1}{4} \cdot y^2 + 1 = 0$

cónica(punto(2,0),punto(0,-2),punto(-2,0),punto(0,2),punto(8,2))  
 $\rightarrow \frac{1}{4} \cdot x^2 - x \cdot y + \frac{1}{4} \cdot y^2 - 1 = 0$

Más información en

**Cónica**

Cónica  
[Cónica\\_centrada](#) o [Cónica\\_no\\_centrada](#)

Ejemplos

$$H=\text{hipérbola}(2,1) \rightarrow \frac{1}{4} \cdot x^2 - y^2 - 1 = 0$$

$$P=\text{parábola}(2) \rightarrow -x^2 + 4 \cdot y = 0$$

$$\text{es? (H,Cónica)} \rightarrow \text{cierto}$$

$$\text{es? (P,Cónica)} \rightarrow \text{cierto}$$

$$\text{es? (x}^3 - x^2 + x - 3 = 0, \text{Cónica)} \rightarrow \text{falso}$$

ángulo2d hipérbola\_de\_apolonio atributos3d ejes pertenece?  
 excentricidad ecuación semidistancia\_focal matriz punto\_más\_cercano2d  
 punto\_más\_cercano3d dibujar dibujar2d dibujar3d polar polo posición  
 semieje\_mayor semieje\_menor rectas\_tangentes

### Cónica\_centrada

Cónica\_centrada  
 Elipse o Hipérbola

Ejemplos

$$E=\text{elipse}(x^2+2 \cdot y^2=5) \rightarrow -x^2 - 2 \cdot y^2 + 5 = 0$$

$$H=\text{hipérbola}(2,1) \rightarrow \frac{1}{4} \cdot x^2 - y^2 - 1 = 0$$

$$P=\text{parábola}(2) \rightarrow -x^2 + 4 \cdot y = 0$$

$$\text{es? (E,Cónica_centrada)} \rightarrow \text{cierto}$$

$$\text{es? (H,Cónica_centrada)} \rightarrow \text{cierto}$$

$$\text{es? (P,Cónica_centrada)} \rightarrow \text{falso}$$

### Cónica\_no\_centrada

Cónica\_no\_centrada  
 Parábola

Ejemplos

$$E=\text{elipse}(x^2+2 \cdot y^2=5) \rightarrow -x^2 - 2 \cdot y^2 + 5 = 0$$

$$H=\text{hipérbola}(2,1) \rightarrow \frac{1}{4} \cdot x^2 - y^2 - 1 = 0$$

$$P=\text{parábola}(2) \rightarrow -x^2 + 4 \cdot y = 0$$

$$\text{es? (E,Cónica_no_centrada)} \rightarrow \text{falso}$$

$$\text{es? (H,Cónica_no_centrada)} \rightarrow \text{falso}$$

$$\text{es? (P,Cónica_no_centrada)} \rightarrow \text{cierto}$$

### conjugado

conjugado ( $c:CC$  )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{conjugado}(1+2\cdot i) \rightarrow 1-2\cdot i \\ \text{conjugado}(2) \rightarrow 2 \\ \text{conjugado}(\text{conjugado}(8-i)) \rightarrow 8-i \end{array} \right.$

conjugado ( $p:Polinomio$  )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{conjugado}(x^2+1) \rightarrow x^2+1 \\ \text{conjugado}(x^2+i) \rightarrow x^2-i \\ \text{conjugado}(x^2\cdot y+z+i) \rightarrow x^2\cdot y+z-i \end{array} \right.$

### conjugados

conjugados ( $c:CC$  )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{conjugados}(i) \rightarrow \{-i,i\} \\ \text{conjugados}(4+5\cdot i) \rightarrow \{4-5\cdot i,4+5\cdot i\} \\ \text{conjugados}(4) \rightarrow \{4\} \end{array} \right.$

conjugados ( $x:Elemento (Cuerpo ),k:Cuerpo$  )  
 conjugados ( $x:Elemento (Cuerpo )$  )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} k1=\text{extensión}(\mathbb{Z}_3,x^2+1) \rightarrow \mathbb{Z}_3([x]) \\ \text{conjugados}(x) \rightarrow \{x,2\cdot x\} \\ k2=\text{extensión}(k1,y^4-x-1) \rightarrow \mathbb{Z}_3([x])([y]) \\ \text{conjugados}(y) \rightarrow \{y,y^3,2\cdot x\cdot y,x\cdot y^3,2\cdot y,2\cdot y^3,x\cdot y,2\cdot x\cdot y^3\} \\ \text{conjugados}(y,k1) \rightarrow \{y,2\cdot x\cdot y,2\cdot y,x\cdot y\} \end{array} \right.$

### conjunto



```
conjunto (l:Lista )
conjunto (v:Vector )
```

Ejemplos

```
conjunto ([b,a,a,b,b]) → [b,a]
conjunto ({1,2,2,1,3}) = conjunto ({3,2,1}) ? → cierto
```

### Conjunto\_finito

```
Conjunto_finito
```

Ejemplos

```
L={1,1,2,3,4,4,4} → {1,1,2,3,4,4,4}
S=conjunto(L) → {1,2,3,4}
P=progresión(0,x) → 0,x,2·x,...,-x+x·n,...arithmetic
es?(L, Conjunto_finito) → falso
es?(S, Conjunto_finito) → cierto
es?(P, Conjunto_finito) → falso
```

### cono\_poliédrico

```
cono_poliédrico (n:Natural ,p:Punto ,r:Real ,h:Real )
```

Ejemplos 3D

```
p=cono_poliédrico(10,punto(3,0,-2),4.4,10);
dibujar3d(p, {color=verde,llenar=cierto}) → tablero1
```

```
cono_poliédrico (n:Natural )
cono poliédrico(n)=cono poliédrico(n,punto(0,0,0),1,1)
```

```
cono_poliédrico (n:Natural ,p:Punto )
cono poliédrico(n,p)=cono poliédrico(n,p,1,1)
```

`cono_poliédrico (n: Natural , r: Real , h: Real )`  
`cono poliédrico(n,r,h)=cono poliédrico(n,punto(0,0,0),r,h)`

**Ejemplos 3D**

```
p=cono_poliédrico(10,4.4,10);
dibujar3d(p, {color=verde,llenar=cierto}) → tablero1
```

## **cono\_tapado\_poliédrico**

`cono_tapado_poliédrico (n: Natural , r: Real , h: Real )`  
`cono tapado poliédrico(n,r,h)=cono tapado poliédrico(n,punto(0,0,0),r,h)`

**Ejemplos 3D**

```
p=cono_tapado_poliédrico(10,4.4,10);
dibujar3d(p, {color=verde,llenar=cierto}) → tablero1
```

`cono_tapado_poliédrico (n: Natural , p: Punto , r: Real , h: Real )`

**Ejemplos 3D**

```
p=cono_tapado_poliédrico(10,punto(3,0,-2),4.4,10);
dibujar3d(p, {color=verde,llenar=cierto}) → tablero1
```

`cono_tapado_poliédrico (n: Natural )`  
`cono tapado poliédrico(n)=cono tapado poliédrico(n,punto(0,0,0),1,1)`

`cono_tapado_poliédrico (n: Natural , p: Punto )`  
`cono tapado poliédrico(n,p)=cono tapado poliédrico(n,p,1,1)`

## **constantes\_reales**

`constantes_reales ()`

`constantes_reales (b:Booleano )`

**Ejemplos**

```

constantes_reales(cierto);
 $\sqrt{2} \rightarrow \sqrt{2}$ 
 $\text{sen}(120^\circ) \rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2}$ 

constantes_reales(falso);
 $\sqrt{2} \rightarrow 1.4142$ 
 $\text{sen}(120^\circ) \rightarrow 0.86603$ 

```

### **contar\_elemento**

`contar_elemento (l,x )`

**Ejemplos**

```

contar_elemento({a,b,a,c,a,c},a) → 3
contar_elemento([a, b, a, d],3) → 0
contar_elemento([a→4,b→3],b→3) → 1
contar_elemento([a→4,b→3],a→2) → 0

```

`contar_elemento (l:Lista |Vector )`

**Ejemplos**

```

contar_elemento{a,b,a,c,a,c} → [a→3,b→1,c→2]
contar_elemento[1, 1, 2, 1] → [1→3,2→1]

```

### **contar\_multiplicidades**

```
factorizar (p:Polinomio ,o: )
factorizar (p:Polinomio ,A:Anillo ,o: )
```

**Ejemplos**

```
Op1={multiplicidades=cierto,contar_multiplicidades=cierto};
Op2={multiplicidades=cierto,contar_multiplicidades=falso};
Op3={multiplicidades=falso,contar_multiplicidades=falso};
Op4={multiplicidades=falso,contar_multiplicidades=cierto};
p=x2+2·x+1;

factorizar(p,Z,Op1) → (x+1)2
factorizar(p,Z,Op2) → {x+1,x+1}
factorizar(p,Z,Op3) → {x+1}
factorizar(p,Z,Op4) → x+1
```

**contenido**

```
contenido (p:Polinomio )
```

**Ejemplos**

```
contenido(18·x3+12) → 6
contenido(8·x3+12·y) → 4
contenido(18·x3+(12:Z7)) → 1
```

**contenido\_y\_parte\_primitiva**

```
contenido_y_parte_primitiva (p:Polinomio )
```

**Ejemplos**

```
contenido_y_parte_primitiva(18·x3+12) → {6,3·x3+2}
contenido_y_parte_primitiva(-18·x3-5·y) → {1,-18·x3-5·y}
contenido_y_parte_primitiva(18·x3+(12:Z7)) → {1,4·x3+5}
```

**contorno**

contorno

**Ejemplos**

```
T=triángulo (punto (0,0), punto (1,2), punto (-3,4)) → (0,0) - (1,2) - (-3,4)
dibujar2d(T, {contorno=cierto, llenar=cierto, color_relleno=verde, anchura_linea=5})
→ tablero1

T=triángulo (punto (0,0), punto (1,2), punto (-3,4)) → (0,0) - (1,2) - (-3,4)
dibujar2d(T, {contorno=falso, llenar=cierto, color_relleno=verde}) → tablero1
```

contorno

Indica si se tiene que añadir o no un borde alrededor del objeto que se representa; y, en el primer caso, determina el grosor que tendrá.

Valores posibles : cualquier número **Entero** no negativo.

Valor por defecto : 0

contorno

Indica si se tiene que pintar el contorno de las figuras cerradas.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **cierto**

contorno

Indica si se tiene que pintar o no el contorno de las figuras cerradas.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **cierto**

Más información en [opciones dibujar](#) , [opciones dibujar3d](#) , [opciones escribir](#) , [dibujar](#) , [dibujar3d](#) , [caja\\_de\\_texto](#)

### contorno\_caja

contorno\_caja

**Ejemplos**

```
diagrama
({9,9,3,4,1}, {color={contorno_caja=azul}, contorno_caja={anchura_linea=12}})
→ tablero1
```

### convergente?

`convergente? (e:Expresión ,x:Variable )`

**Ejemplos**

`convergente?( $\frac{1}{x^2}$ ,x) → cierto`

`convergente?( $\frac{1}{x}$ ,x) → falso`

**convertir**

`convertir (x:Cantidad )`

**Ejemplos**

`convertir(2 dam) → 20. m`

`convertir(2 g) → 0.002 kg`

`unidad(xxx);unidad(x2,xxx2);convertir(7 x2·kJ) → 7000. m2kg s-2xxx2`

`convertir (x:Cantidad ,u:Unidad )`

**Ejemplos**

`convertir(2 dam,dm) → 200. dm`

`convertir(2 kg +3 g,g) → 2003. g`

`convertir(1 kJ,mJ) → 1·106 mJ`

Más información en [convertir](#)

**coplanares?**

`coplanares? (L:Lista )`

**Ejemplos**

`estado_geometría("3D");`

`P=punto(3,7,1) → (3,7,1)`

`Q=punto(2,4,9) → (2,4,9)`

`R=punto(1,5,-3) → (1,5,-3)`

`S=punto(4,-8,0) → (4,-8,0)`

`coplanares?({P,Q,R}) → cierto`

`coplanares?({P,Q,R,S}) → falso`

**correlación**

correlación (M:Multimuestra ,X,Y )

correlación (x:Muestra\_lista ,y:Muestra\_lista )  $1/(n-1)\#_x \#_y (x_i y_i - n) \circ \#_{xy} / \#_x * \#_y$

**Ejemplos**

- correlación({1,2,-3,2},{-1,-2,3,-2}) → -1.
- correlación({1,2,-3,2},{3,4,-1,4}) → 1.
- correlación({3.5,2.6,-3.4},{4,-6.7,4.5}) → -0.42853
- correlación({3.5,2.6,perdido,-3.4},{4,-6.7,perdido,4.5}) → -0.42853

correlación (M:Multimuestra )

Más información en [correlación](#)

### correlación\_n

correlación\_n (x:Lista ,y:Lista )

**Ejemplos**

- correlación\_n({1,2,3,4,5,6},{1,2,3,4,5,6}) → 1.2
- correlación\_n({punto(1,1),punto(7,0),punto(-3,4),punto(-2,-5)}) → -0.026396
- CN=correlación\_n({1,2,3,4,5},{3,5,-12,6,-4}) → -0.33943
- C=correlación({1,2,3,4,5},{3,5,-12,6,-4}) → -0.27154
- n=longitud({1,2,3,4,5}) → 5
- $(CN \cdot \frac{n-1}{n} = C)?$  → cierto

### corte\_eje\_x

corte\_eje\_x

**Ejemplos**

- representar(ln(x),{corte\_eje\_x={tamaño\_punto=20,color=rojo}}) → tablero1

### corte\_eje\_y

corte\_eje\_y

Ejemplos

representar(cos(x<sup>2</sup>), {corte\_eje\_y={tamaño\_punto=20,color=rojo}}) → tablero1

**cos**

sen (x:RR )

cos (x:RR )

tan (x:RR )

Ejemplos

sen( $\frac{\pi}{4}$ ) →  $\frac{\sqrt{2}}{2}$

tan( $\frac{\pi}{2}$ )

cos(0) → 1

**cosec**

sec (x:RR )

cosec (x:RR )

cotan (x:RR )

$$\sec(x) = \frac{1}{\cos(x)}, \text{cosec}(x) = \frac{1}{\text{sen}(x)}, \text{cotan}(x) = \frac{1}{\tan(x)}$$

Ejemplos

cosec( $\frac{\pi}{4}$ ) →  $\sqrt{2}$

cotan( $\frac{\pi}{2}$ ) → 0

sec(0) → 1

**cosh**



`sinh (x:RR )`  
`cosh (x:RR )`  
`tanh (x:RR )`

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \sinh(-1) \rightarrow -1.1752 \\ \cosh(0.2) \rightarrow 1.0201 \\ \tanh\left(\frac{1}{2}\right) \rightarrow 0.46212 \end{array} \right.$

### **cotan**

`sec (x:RR )`  
`cosec (x:RR )`  
`cotan (x:RR )`

$$\sec(x) = \frac{1}{\cos(x)}, \operatorname{cosec}(x) = \frac{1}{\operatorname{sen}(x)}, \operatorname{cotan}(x) = \frac{1}{\tan(x)}$$

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \operatorname{cosec}\left(\frac{\pi}{4}\right) \rightarrow \sqrt{2} \\ \operatorname{cotan}\left(\frac{\pi}{2}\right) \rightarrow 0 \\ \sec(0) \rightarrow 1 \end{array} \right.$

### **covariancia**

`covariancia (x:Muestra_lista ,y:Muestra_lista )`  $1/(n-1)(x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})$

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \operatorname{covariancia}(\{1,2,-3,2\},\{-1,-2,3,-2\}) \rightarrow -5.6667 \\ \operatorname{covariancia}(\{1,2,-3,2\},\{3,4,-1,4\}) \rightarrow 5.6667 \\ \operatorname{covariancia}(\{3.5,2.6,-3.4\},\{4,-6.7,4.5\}) \rightarrow -10.17 \\ \operatorname{covariancia}(\{3.5,2.6,\text{perdido},-3.4\},\{4,-6.7,\text{perdido},4.5\}) \rightarrow -10.17 \end{array} \right.$

`covariancia (M:Multimuestra )`

`covariancia (M:Multimuestra ,X,Y )`

Más información en [covariancia](#)

**cuadrado?**

cuadrado? (n:ZZ )

```
Ejemplos [
cuadrado?(81) → 9
cuadrado?(91) → falso
]
```

**cuádrica**

cuádrica (L:Lista )

```
Ejemplos [
S=cuádrica({2, -1, -1, -4, 4, 1, 0, 1, 2, 0})
→ 2·x²-8·x·y+8·x·z-y²+2·y·z+2·y-z²+4·z=0
es?(S,Cuádrica) → cierto
es?(S,Cuádrica3d) → cierto
es?(S, Hyperbolic_paraboloid) → cierto
]
```

**Cuádrica**

Cuádrica

```
Ejemplos 3D [
q=cuádrica(x²-4·x·y+4·x·z-1/2y²+y·z+y-1/2z²+2·z=0)
→ 2·x²-8·x·y+8·x·z-y²+2·y·z+2·y-z²+4·z=0
es?(q,Cuádrica) → cierto
]
```

[atributos3d](#) [punto\\_más\\_cercano2d](#) [punto\\_más\\_cercano3d](#) [dibujar](#) [dibujar2d](#) [dibujar3d](#)

**cuádrica3d**

cuádrica3d (L:Lista )

**Ejemplos**

- S=cuádrica3d({2, -1, -1, -4, 4, 1, 0, 1, 2, 0})  
 $\rightarrow 2 \cdot x^2 - 8 \cdot x \cdot y + 8 \cdot x \cdot z - y^2 + 2 \cdot y \cdot z + 2 \cdot y - z^2 + 4 \cdot z = 0$
- es?(S,Cuádrica)  $\rightarrow$  cierto
- es?(S,Cuádrica3d)  $\rightarrow$  cierto
- es?(S, Hyperbolic\_paraboloid)  $\rightarrow$  cierto

### Cuádrica3d

Cuádrica3d

**Ejemplos 3D**

- q=cuádrica( $x^2 - 4 \cdot x \cdot y + 4 \cdot x \cdot z - \frac{1}{2}y^2 + y \cdot z + y - \frac{1}{2}z^2 + 2 \cdot z = 0$ )  
 $\rightarrow 2 \cdot x^2 - 8 \cdot x \cdot y + 8 \cdot x \cdot z - y^2 + 2 \cdot y \cdot z + 2 \cdot y - z^2 + 4 \cdot z = 0$
- es?(q,Cuádrica3d)  $\rightarrow$  cierto

### Cualquier

Cualquier

**Ejemplos**

- es?(2, Cualquier)  $\rightarrow$  cierto
- es?(sen(x), Cualquier)  $\rightarrow$  cierto
- es?( $\mathbb{Q}$ , Cualquier)  $\rightarrow$  cierto
- es?( $\pm\infty$ , Cualquier)  $\rightarrow$  cierto

### cuartil

cuartil (va:Dato\_estadístico )

**Ejemplos**

- cuartil({1,2,3,4,5})  $\rightarrow$  [2.,3.,4.]
- cuartil({1,2,3,4,5,6})  $\rightarrow$  [2.,3.5,5.]
- cuartil({1,2,-3,2,5,7,-5})  $\rightarrow$  [-1.,2.,3.5]
- cuartil([1.2→3,3→1,5→1])  $\rightarrow$  [1.2,1.2,3.]
- cuartil([5→1,7→2])  $\rightarrow$  [6.,7.,7.]
- cuartil([a→{1,2,-2,1},b→[1→2,2→1,-2→1]])  $\rightarrow$  {a→[-0.5,1.,1.5],b→[-0.5,1.,1.5]}

`cuartil (k:ZZ,VA:Dato_estadístico )`

**Ejemplos**

```

cuartil(1,{1,2,3,4,5}) → 2.
cuartil(3,{1,2,3,4,5,6}) → 5.
cuartil(0,{1,2,-3,2,5,7,-5}) → -5.
cuartil(4,[1.2→3,3→1,5→1]) → 5.
cuartil(1,[5→1,7→2]) → 6.
cuartil(2,[a→{1,2,-2,1},b→{1→2,2→1,-2→1}]) → {a→1.,b→1.}
    
```

Más información en `cuartil`

### `cuartil_extendido`

`cuartil_extendido (VA:Dato_estadístico )`

**Ejemplos**

```

cuartil_extendido({1,2,3,4,5,6,7}) → [1.,2.5,4.,5.5,7.]
cuartil_extendido({1,2,3,4,5,6,7,8}) → [1.,2.5,4.5,6.5,8.]
cuartil_extendido({1,2,-3,2,5,7,-5}) → [-5.,-1.,2.,3.5,7.]
cuartil_extendido([1.2→3,3→1,5→1]) → [1.2,1.2,1.2,3.,5.]
cuartil_extendido([5→1,7→2]) → [5.,6.,7.,7.,7.]
cuartil_extendido([a→{1,2,-2,1},b→{1→2,2→1,-2→1}])
→ {a→[-2.,-0.5,1.,1.5,2.],b→[-2.,-0.5,1.,1.5,2.]}
    
```

### `cubo`

`cubo (p:Punto ,c:Real )`

**Ejemplos 3D**

```

t=cubo(punto(4,0,0),10);
dibujar3d(t,{color=rojo,anchura_linea=3}) → tablero1
    
```

`cubo (c:Real )`  
`cubo(c)=cubo(punto(0,0,0),c)`

**Ejemplos 3D**

```

t=cubo(10);
dibujar3d(t,{color=rojo,anchura_linea=3,llenar=cierto}) → tablero1
    
```

`cubo`  
`cubo()=cubo(1)`

### **cuerpo**

`cuerpo (a:Elemento (Cuerpo ) )`

**Ejemplos** `cuerpo(4 : $\mathbb{Z}_{13}$ ) \rightarrow \mathbb{Z}_{13}`

### **Cuerpo**

`Cuerpo`

**Ejemplos**

- `es? (IN, Cuerpo) \rightarrow falso`
- `es? (Z, Cuerpo) \rightarrow falso`
- `es? (Q, Cuerpo) \rightarrow cierto`
- `es? (IR, Cuerpo) \rightarrow cierto`
- `es? (C, Cuerpo) \rightarrow cierto`

`factorizar cuerpo cuerpo_finito frobenius mcd irreducible?`  
`polinomio_irreducible polinomios_irreducibles mcm polinomio_mínimo norma`  
`número_de_polinomios_irreducibles orden elemento_primitivo residuo? raíz`  
`raíces raíces_cuadradas traza`

### **cuerpo?**

`cuerpo? (A )`

**Ejemplos**

- `cuerpo?(ZZ) \rightarrow falso`
- `cuerpo?(Zn 7) \rightarrow cierto`

### **cuerpo\_finito**

```

cuerpo_finito (n:ZZ,x:Identificador )
cuerpo_finito (n:ZZ )
    
```

**Ejemplos**

```

k1=cuerpo_finito(9,x) →  $\mathbb{Z}_3([x])$ 
k2=cuerpo_finito(81) →  $\mathbb{Z}_3([x1])$ 
torre(k2) →  $\{\mathbb{Z}_3([x1]), x2^4+x2+2, \mathbb{Z}_3\}$ 
    
```

```

cuerpo_finito (K:Cuerpo ,n:ZZ,x:Identificador )
cuerpo_finito (K:Cuerpo ,n:ZZ )
    
```

**Ejemplos**

```

k1=cuerpo_finito(81) →  $\mathbb{Z}_3([x1])$ 
torre(k1) →  $\{\mathbb{Z}_3([x1]), x2^4+x2+2, \mathbb{Z}_3\}$ 
k2=cuerpo_finito(27,x) →  $\mathbb{Z}_3([x])$ 
torre(k2) →  $\{\mathbb{Z}_3([x]), x2^3+2 \cdot x2+1, \mathbb{Z}_3\}$ 
k3=cuerpo_finito(k2,4,y) →  $\mathbb{Z}_3([x])([y])$ 
torre(k3) →  $\{\mathbb{Z}_3([x])([y]), x2^4+x2+2, \mathbb{Z}_3([x]), x2^3+2 \cdot x2+1, \mathbb{Z}_3\}$ 
    
```

### **cursiva**

`cursiva`

Valores posibles : `cierto` o `falso`  
 Valor por defecto : `falso`

Más información en [fuente](#) , [fuente](#)

### **curva**

`curva ()`

si `estado_geometría =2` entonces `curva =curva2d` sino `curva =curva3d` fin

### **Curva**

## Curva

**Ejemplos**

- C1=curva(2·sen(t), -8, 8) → 2·sen(t) con t en -8..8
- C2=curva2d(ln(t+5), -4, 5) → ln(t+5) con t en -4..5
- dibujar2d({C1,C2}) → tablero1
- es?(C1, Curva) → cierto

**Ejemplos 3D**

- C=curva3d({sen(t), cos(t), t}, t, -10, 10) → {sen(t), cos(t), t} con t en -10..10
- dibujar3d(C) → tablero1
- es?(C, Curva) → cierto

atributos3d expresión punto\_más\_cercano2d punto\_más\_cercano3d dibujar  
 dibujar2d dibujar3d punto polígono poligonal poligonales recorrido  
 variables

**Curva\_cartesiana**

## Curva\_cartesiana

**Ejemplos**

- C=curva({sen(x), cos(x)}, 0..3..0.1) → {sen(x), cos(x)} con x en 0..3..0.1
- D=curva\_polar(sen(x), x, 0, π) → sen(x) con x en 0..π
- es?(C, Curva\_cartesiana) → cierto
- es?(D, Curva\_cartesiana) → falso

punto polígono poligonal poligonales recorrido variables

**curva\_integral**

Más información en [curva integral](#)

**curva\_polar**

curva\_polar (ver curva )

```

Ejemplos
Ex1. r=r(θ)
      r=a·sen(n·θ)
c1=curva_polar(6·sen(5·θ),θ,0..π) → 6·sen(5·θ) con θ en 0..π
dibujar(c1) → tablero1
Ex2. t → (θ(t),r(t))
      t → (k+a·t, b·cos(n·t))
c2=curva_polar({π+2·t,6·cos(5·t)},t,0..π) → {2·t+π,6·cos(5·t)} con t en 0..π
dibujar(c2) → tablero1
    
```

**Curva\_polar**

Curva\_polar

```

Ejemplos
c1=curva({sen(t),t},t,0,10) → {sen(t),t} con t en 0..10
c2=curva_polar({sen(t),t},t,0,10) → {sen(t),t} con t en 0..10
dibujar({c1,c2}) → tablero1
es?(c1,Curva_polar) → falso
es?(c2,Curva_polar) → cierto
    
```

atributos2d atributos3d punto\_más\_cercano2d punto\_más\_cercano3d dibujar  
 dibujar2d dibujar3d punto polígono poligonal recorrido variables

**curva2d**

curva ( )

si estado\_geometría =2 entonces curva =curva2d sino curva =curva3d fin

curva2d (f:Función ,r:Recorrido )

```

Ejemplos
curva2d(sen,0..3..0.1) → sen en 0..3..0.1
f(x):=x+3 → x→x+3
curva2d(f,0..3..0.1) → f en 0..3..0.1
    
```



`curva2d (f:Función ,a:RR,b:RR )`

**Ejemplos**

- `curva2d(sen,0,3) → sen en 0..3`
- `f(x):=x+3 → x→x+3`
- `c:=curva2d(f,0,5) → curva2d(f,0,5)`
- `c → f en 0..5`
- `dibujar(c) → tablero1`

`curva2d (e:Expresión ,t:Identificador ,r:Recorrido )`

**Ejemplos**

- `curva2d(sen(x)+cos(x),x,0..3..0.1) → sen(x)+cos(x) con x en 0..3..0.1`
- `curva2d(x2+3,x,-1,5) → x2+3 con x en -1..5`

`curva2d ({ex ,ey }:Lista ,t:Identificador ,r:Recorrido )`

**Ejemplos**

- `curva2d({sen(x),cos(x)},x,0..3..0.1) → {sen(x),cos(x)} con x en 0..3..0.1`
- `curva2d({sen(x),cos(x)},x,0,3) → {sen(x),cos(x)} con x en 0..3`

`curva2d ({f,g}:Lista ,r:Recorrido )`

**Ejemplos**

- `curva2d({sen(x),cos(x)},0..3..0.1) → {sen(x),cos(x)} con x en 0..3..0.1`
- `curva2d({sen(x),cos(x)},0,3) → {sen(x),cos(x)} con x en 0..3`

## Curva2d

## Curva2d

**Ejemplos**

```

estado_geometria("2d") → 2
C=curva(2·sen(t), -8, 8) → 2·sen(t) con t en -8..8
dibujar(C) → tablero1
es?(C, Curva2d) → cierto
es?(C, Curva) → cierto
    
```

## curva3d

### curva3d

**Ejemplos 3D**

```

c=curva3d({sen(t), cos(t), t}, t, -10, 10) → {sen(t), cos(t), t} con t en -10..10
dibujar3d({sen(t), cos(t), t}, t, -10, 10) → tablero1
    
```

**Ejemplos 3D**

```

p1=tablero3d(□) → tablero1
p2=tablero3d(□) → plotter2
c=curva3d({t·sen(t), t·cos(t), t}, t, -10..10..0.2)
  → {t·sen(t), t·cos(t), t} con t en -10..10..0.2
dibujar3d(p1, {t·sen(t), t·cos(t), t}, t, -10..10..0.2, {color=rojo, anchura_linea=5})
  → tablero1
dibujar3d(p2, c, {color=azul}) → plotter2
    
```

curva ()

si estado\_geometría =2 entonces curva =curva2d sino curva =curva3d fin

## Curva3d

### Curva3d

**Ejemplos 3D**

```

estado_geometria("3d") → 2
C=curva3d({sen(t), cos(t), t}, t, -10, 10) → {sen(t), cos(t), t} con t en -10..10
dibujar(C) → tablero1
es?(C, Curva3d) → cierto
es?(C, Curva) → cierto
es?(C, Curva2d) → falso
    
```

[\*curvas\\_de\\_nivel\*](#)

Más información en

[\*curvas\\_integrales\*](#)

Más información en [curvas integrales](#)

**Dato\_estadístico**

Dato\_estadístico

Ejemplos

- es?({1,2,2,3},Dato\_estadístico) → cierto
- es?({5,2,3,3,1,5,2,-2},Dato\_estadístico) → cierto
- es?([a→2,b→1,c→3],Dato\_estadístico) → cierto
- es?([nombres→{Anna,Joan,Laia},altura→{45.5,46.5,51.5},excentricidad→{5,14,16}],Dato\_estadístico) → cierto
- es?([nombres→{altura,excentricidad},Anna→{45.5,15},Joan→{46.5,14},Laia→{51.5,16}],Dato\_estadístico) → cierto
- es?(3,Dato\_estadístico) → falso
- media({3,1,1,2,1,3}) → 1.8333
- media([1→3,2→1,3→2]) → 1.8333

gráfica\_de\_cajas    momento\_central    cuartil\_extendido    media\_geométrica  
 media\_harmónica    distancia\_intercuartil    kurtosis    media\_perdido?    moda  
 cuartil    skewness    desviación\_estándar    estandarizar    variancia

**decimal**

decimal (r:RR )

decimal(r)=r-suelo(r).

Ejemplos

- decimal(1.2) → 0.2
- decimal(7.8) → 0.8
- decimal(-7.8) → 0.2
- decimal(0.5) → 0.5
- decimal( $\frac{7}{4}$ ) →  $\frac{3}{4}$
- decimal(4) → 0
- decimal( $\pi$ ) →  $\pi-3$
- decimal(pi\_) → 0.14159

`decimal (c:CC )`

`decimal(c) = decimal(a) + decimal(b) · i`

Ejemplos

`decimal(1.2+2.7·i) → 0.2+0.7·i`

### defecto

`defecto (f:Función )`

Ejemplos

`defecto(resolver_numéricamente)`

`→ {punto_inicial=0,método=smart,resultado=table,método_para_sistemas=broyden,`

`defecto(resolver_numéricamente) (método) → smart`

`defecto(dibujar)`

`→ {contorno=cierto,color={0,0,0},coordenadas=automatic,evaluar=falso,llenar=aut`

### definición

`definición (f:Identificador )`

Ejemplos

`h(x):=0;`

`h(2):=1;`

`definición(h) → {2↦1,x↦0}`

### den

`denominador (q:QQ )`

`den (q:QQ )`

Ejemplos

`denominador( $\frac{2}{3}$ ) → 3`

`den( $-\frac{4}{5}$ ) → 5`

`den(7) → 1`

denominador (*f:Fracción* )  
den (*f:Fracción* )

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{denominador}\left(\frac{x}{y}\right) \rightarrow y \\ \text{den}(x^4+2) \rightarrow 1 \end{array} \right.$

**denominador**

denominador (*q:QQ* )  
den (*q:QQ* )

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{denominador}\left(\frac{2}{3}\right) \rightarrow 3 \\ \text{den}\left(-\frac{4}{5}\right) \rightarrow 5 \\ \text{den}(7) \rightarrow 1 \end{array} \right.$

denominador (*f:Fracción* )  
den (*f:Fracción* )

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{denominador}\left(\frac{x}{y}\right) \rightarrow y \\ \text{den}(x^4+2) \rightarrow 1 \end{array} \right.$

**depende**

depende (o )

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{depende}(\text{sen}(x)) \rightarrow \{\text{sen},x\} \\ \text{depende}(x+\sqrt{y}) \rightarrow \{\text{hacer\_suma},\text{raiz},x,y\} \\ \text{depende}(\{x+\sqrt{y},3,a\cdot b\}) \rightarrow \{\text{hacer\_lista},\text{hacer\_suma},\text{hacer\_producto},\text{raiz},a,b,x,y\} \\ \text{depende}(f(x)) \rightarrow \{f,x\} \end{array} \right.$

**derivada\_numérica**

`derivada_numérica (f:Función ,a:Real )`

**Ejemplos**

$f(x) := \ln(1 + \tan(x)) \rightarrow x \mapsto \ln(1 + \tan(x))$   
`derivada_numérica(f,4) → 1.0847`

## derivar

$df/dx$

Icono



`derivar (f,x:Identificador )`

**Ejemplos**

$\frac{dx^2 - x}{dx} \rightarrow 2 \cdot x - 1$   
`derivar(x2-x,x) → 2·x-1`  
 $\frac{d \operatorname{sen}(x) \cdot \cos(x)}{dx} \rightarrow -\operatorname{sen}(x)^2 + \cos(x)^2$   
 $\frac{d2 \cdot \sqrt{x}}{dx} \rightarrow \frac{1}{\sqrt{x}}$

`derivar (f )`

`derivar (f,x:Identificador ,n:ZZ )`

`derivar (f,n:ZZ )`

## descomposición\_lu

`descomposición_lu (A:Matriz )`

**Ejemplos**

`descomposición_lu[[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]] →  $\left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 4 & 1 & 0 \\ 7 & 2 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -3 & -6 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \right\}$`

`descomposición_lu (A:Matriz ,o: )`

**Ejemplos**

`descomposición_lu([[0,2,3],[4,5,6],[7,8,9]},{matriz_de_permutaciones=0})`  
 $\rightarrow \left\{ \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ \frac{7}{4} & -\frac{3}{8} & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 4 & 5 & 6 \\ 0 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & -\frac{3}{8} \end{pmatrix} \right\}$

`descomposición_lu([[0,2,3],[4,5,6],[7,8,9]},{matriz_de_permutaciones=-1})`  
 $\rightarrow \left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ \frac{7}{4} & -\frac{3}{8} & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 4 & 5 & 6 \\ 0 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & -\frac{3}{8} \end{pmatrix} \right\}$

`descomposición_lu([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]},{matriz_de_permutaciones=1})`  
 $\rightarrow \left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 4 & 1 & 0 \\ 7 & 2 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -3 & -6 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \right\}$

**descomposición\_qr**

`descomposición_qr (A:Matriz )`

**Ejemplos**

`descomposición_qr[[1,2],[3,4]]`  $\rightarrow \left\{ \begin{pmatrix} 0.31623 & 0.94868 \\ 0.94868 & -0.31623 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 3.1623 & 4.4272 \\ 0. & 0.63246 \end{pmatrix} \right\}$

**desplazador**



```
desplazador (r:Recorrido ,i:RR )
```

Ejemplos

```
s :=desplazador(-10..10,-6) → desplazador(-10..10,-6)
P :=punto(s,2) → punto(s,2)
dibujar(P,{color=rojo}) → tablero1
escribir("P="|P,P) → tablero1
dibujar(s,{color=rojo}) → tablero1
```

Ejemplos 3D

```
estado_geometria("3D") → 2
s :=desplazador(-10..10..1,-3) → desplazador(-10..10..1,-3)
P :=punto(0,4,s) → punto(0,4,s)
dibujar(P,{color=magenta,tamaño_punto=8}) → tablero1
escribir("P="|P,P) → tablero1
dibujar(s,{color=magenta}) → tablero1
```

```
desplazador (r:Recorrido )
```

Ejemplos

```
s :=desplazador(-10..10) → desplazador(-10..10)
P :=punto(s,2) → punto(s,2)
dibujar(P,{color=rojo}) → tablero1
escribir("P="|P,P) → tablero1
dibujar(s,{color=rojo}) → tablero1
```

Ejemplos 3D

```
estado_geometria("3D") → 2
s :=desplazador(-10..10..1) → desplazador(-10..10..1)
P :=punto(0,4,s) → punto(0,4,s)
dibujar(P,{color=magenta,tamaño_punto=8}) → tablero1
escribir("P="|P,P) → tablero1
dibujar(s,{color=magenta}) → tablero1
```

Más información en [desplazador](#)

[desviación\\_estándar](#)

`desviación_estándar (VA:Dato_estadístico )`  $1/(n-1)(x_i - \bar{x})$  o raíz2( $\#_x$ )

Ejemplos

`desviación_estándar({1,2,-3,4,5,-2})` → 3.1885  
`desviación_estándar({1,1,1,1})` → 0.  
`desviación_estándar({2,perdido,2,5,perdido,-5})` → 4.2426  
`desviación_estándar([1.2→3,3→1,5→1])` → 1.6888  
`desviación_estándar([5→2,7→1])` → 1.1547  
`desviación_estándar([a→{4,-2,4,-2,5},b→[-2→2,4→2,5→1]])`  
 → {a→3.4928,b→3.4928}

Más información en [desviación estándar](#)

### desviación\_estándar\_n

`desviación_estándar_n (x:Lista )`

Ejemplos

`STN=desviación_estándar_n({1,2,3,4,5,6})` → 1.7078  
`ST=desviación_estándar({1,2,3,4,5,6})` → 1.8708  
`n=longitud({1,2,3,4,5,6})` → 6  
 $(STN = \sqrt{\frac{n-1}{n}} \cdot ST) ?$  → cierto

### determinante

|A|

Icono 

`determinante (A:Matriz )`

Ejemplos

$\begin{vmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{vmatrix}$  → 0  
 $\begin{vmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 4 & 5 & 63 \\ 7 & 8 & -9 \end{vmatrix}$  → -1512  
`determinante`  $\begin{pmatrix} x & 0 \\ 0 & x \end{pmatrix}$  →  $x^2$

`determinante (A:Matriz ,o: )`

**Ejemplos**

- `determinante`  $\left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{\text{método}="gauss\_libre\_de\_fracciones"\} \right) \rightarrow 0$
- `determinante`  $\left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{\text{método}="gauss\_libre\_de\_divisiones"\} \right) \rightarrow 0$
- `determinante`  $\left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{\text{método}="expansión\_de\_menores"\} \right) \rightarrow 0$

Más información en `determinante`

### diagrama

`diagrama (L:Lista |Divisor )`

**Ejemplos**

- `diagrama`  $\left( \{1,2,3,4,5,6\} \right) \rightarrow \text{tablero1}$
- `diagrama`  $\left( [7 \rightarrow 4, 5 \rightarrow 5, 2 \rightarrow 7] \right) \rightarrow \text{tablero1}$
- `diagrama`  $\left( [7 \rightarrow 4, 5 \rightarrow 5, 2 \rightarrow 7], \{\text{tipo}="barra"\} \right) \rightarrow \text{tablero1}$

### Dibujable

`Dibujable`

**Ejemplos**

- `PQ=segmento`  $\left( \text{punto}(0,0), \text{punto}(3,4) \right) \rightarrow (0,0) - (3,4)$
- `es?`  $\left( \text{PQ}, \text{Dibujable} \right) \rightarrow \text{cierto}$
- `es?`  $\left( 3, \text{Dibujable} \right) \rightarrow \text{falso}$

**Ejemplos 3D**

- `estado_geometria`  $\left( "3d" \right) \rightarrow 2$
- `C=curva3d`  $\left( \{\text{sen}(t), \text{cos}(t), t\}, t, -10, 10 \right) \rightarrow \{\text{sen}(t), \text{cos}(t), t\} \text{ con } t \text{ en } -10..10$
- `es?`  $\left( C, \text{Dibujable} \right) \rightarrow \text{cierto}$
- `es?`  $\left( \emptyset, \text{Dibujable} \right) \rightarrow \text{falso}$

`atributos3d` `punto_más_cercano2d` `punto_más_cercano3d` `dibujar` `dibujar2d`  
`dibujar3d`

## Dibujable2d

Dibujable2d

**Ejemplos**

```
PQ=segmento(punto(0,0),punto(3,4)) → (0,0) - (3,4)
es?(PQ,Dibujable) → cierto
es?(PQ,Dibujable2d) → cierto
es?(3,Dibujable2d) → falso
```

## Dibujable3d

Dibujable3d

**Ejemplos 3D**

```
estado_geometría("3d") → 2
C=curva3d({sen(t), cos(t), t}, t, -10, 10) → {sen(t),cos(t),t} con t en -10..10
es?(C,Dibujable) → cierto
es?(C,Dibujable2d) → falso
es?(C,Dibujable3d) → cierto
es?(x2+y2=1,Dibujable3d) → falso
```

## dibujar

```
dibujar ()
si estado_geometría =2 entonces dibujar =dibujar2d sino dibujar =dibujar3d fin
```

Más información en

## dibujar

**dibujar un objeto:** `dibujar (d:Dibujable2d )`

Por lo general, esta función dibuja `d` en un tablero de dibujo. Algunos de los objetos dibujables son Point, Line, Circumference, Segment. Si el argumento es una `Lista`, entonces se dibujan todos sus elementos.

`Punto`, `Recta`, `Circunferencia`, `Segmento`, `Triángulo`, `Poligonal`, `Función`, `Curva` o `Caja_de_texto`

**Ejemplos**

```
dibujar(punto(7,2)) → tablero1
dibujar(punto(-3,3)) → tablero1
dibujar(recta(punto(3,5),punto(-2,1))) → tablero1
```

Mención aparte merece el caso de que el parámetro  $d$  sea un identificador (variable). Si tiene como valor un objeto dibujable, entonces se dibuja; de lo contrario, no se hace nada y obtenemos un aviso. Si más adelante el valor de  $d$  cambia, entonces el dibujo se actualiza para mostrar el nuevo objeto. Se podría decir que el tablero de dibujo recuerda qué elementos hay dibujados en él y, si cambian de valor, los redibuja.

En el siguiente ejemplo podemos constatar este comportamiento. Si definimos  $P$  como el punto (3,5) y lo dibujamos (primer bloque), aparece el punto (3,5) en el tablero de dibujo. Si, a continuación,  $P$  toma como valor el punto (2,-1), éste será el punto que aparece dibujado. Notemos que esto pasa sin tener que volver a usar el comando `dibujar` con el punto  $P$ .

**Ejemplos**

```
P=punto(3,5) → (3,5)
dibujar(P) → tablero1
P=punto(3,5) → (3,5)
dibujar(P) → tablero1
P=punto(2,-1) → (2,-1)
```

**Ejemplos**

```
A=punto(3,2) → (3,2)
B=punto(6,-1) → (6,-1)
r=recta(A,B) → y=-x+5
dibujar({r,A,B}) → tablero1
A=punto(3,2) → (3,2)
B=punto(6,-1) → (6,-1)
r:=recta(A,B) → recta(A,B)
dibujar({r,A,B}) → tablero1
```

## `dibujar2d`

```
dibujar ()
si estado_geometría =2 entonces dibujar =dibujar2d sino dibujar =dibujar3d fin
```

```
dibujar2d (v:Variable (Dibujable2d ) )
```

**Ejemplos**

```
P=punto(3,5) → (3,5)
dibujar2d(P) → tablero1
```

**Ejemplos**

```
P=punto(3,5) → (3,5)
dibujar2d(P) → tablero1
P=punto(2,-1) → (2,-1)
```

`dibujar2d (f:Dibujable2d )`

Ejemplos

`dibujar2d(punto(3,5)) → tablero1`

Ejemplos

`dibujar2d(punto(3,5)) → tablero1`  
`point1 → (3,5)`

`dibujar2d (f:Dibujable2d ,o: )`

Ejemplos

`dibujar2d(punto(3,5),{color=azul}) → tablero1`  
`dibujar2d(poligono_regular(5),{llenar=cierto}) → tablero1`

`dibujar2d (p:Tablero ,f... )`

Ejemplos

`t=tablero(punto(0,0),100,100) → tablero1`  
`dibujar2d(t,punto(35,50)) → tablero1`

`dibujar2d (e:Ecuación )`

`dibujar2d (f,x:Identificador )`

`dibujar2d (f,x:Identificador ,r:Recorrido )`

`dibujar2d (f,x:Identificador ,a:Real ,b:Real )`

```
dibujar2d ( f )
```

```
dibujar2d ( f, r: Recorrido )
```

```
dibujar2d ( f, a: Real , b: Real )
```

### dibujar3d

```
dibujar ( )  
si estado_geometría =2 entonces dibujar =dibujar2d sino dibujar =dibujar3d fin
```

```
dibujar3d ( p: Plotter3D , f: Dibujable3d , t: Tabla )
```

**Ejemplos 3D**

```
t=tablero3d({mostrar_ejes=falso});  
dibujar3d(t,z=0,{color=amarillo}) → tablero1  
dibujar3d(z=0,{color=amarillo}) → tablero1  
dibujar3d(z=0) → tablero1  
t=tablero3d({mostrar_ejes=falso});  
dibujar3d(t,z=0) → tablero1
```

```
dibujar3d ( v: Variable(Plotable3d) )
```

**Ejemplos 3D**

```
P=punto(1,1,-1) → (1,1,-1)  
dibujar3d(P) → tablero1  
P=punto(1,1,-1) → (1,1,-1)  
dibujar3d(P) → tablero1  
P=punto(3,3,-3) → (3,3,-3)
```

```
dibujar3d ( t: Plotter3D , f: ... )
```

**Ejemplos 3D**

```
t=tablero3d({centro=punto(2,2,2)});  
dibujar3d(t,punto(1,2,3)) → tablero1
```

dibujar3d (e:Ecuación )

**Ejemplos 3D**

dibujar3d(x+z=0) → tablero1

dibujar3d (f:... ,t:Tabla )

**Ejemplos 3D**

dibujar3d(poliedro(4,12),{color=azul,llenar=cierto}) → tablero1

dibujar3d (f:Dibujable3d )

**Ejemplos 3D**

dibujar3d(segmento(punto(-5,-5,-5),punto(5,5,5))) → tablero1

dibujar3d (f )

**Ejemplos 3D**

dibujar3d(x·y) → tablero1  
 dibujar3d( $6 \cdot \frac{\cos\sqrt{x^2+y^2}}{1+\sqrt{x^2+y^2}}$ ) → tablero1

dibujar3d (f,x:Identificador ,y:Identificador )

**Ejemplos 3D**

dibujar3d(x·y,x,y) → tablero1  
 dibujar3d(4·sen(x)·cos(y),x,y) → tablero1



`dibujar3d (f,x:Identificador ,ax:Real ,bx:Real ,y:Identificador ,ay:Real ,by:Real )`

Ejemplos 3D

`dibujar3d(2·ln(x2+y2)-6,x,-10,10,y,-10,10) → tablero1`

`dibujar3d (f,x:Identificador ,r1:Recorrido ,y:Identificador ,r2:Recorrido )`

Ejemplos 3D

`r1=-10..10..0.5 → -10..10..0.5`

`r2=-10..10..0.7 → -10..10..0.7`

`dibujar3d(2·(cos√x2+y2),x,r1,y,r2) → tablero1`

`r1=-15..15..0.5 → -15..15..0.5`

`r2=-10..10..0.7 → -10..10..0.7`

`dibujar3d(2·sen(x)·cos(y),x,r1,y,r2) → tablero1`

`r1=0..2.1·π..0.1 → 0..6.5973..0.1`

`r2=-1..1..0.1 → -1..1..0.1`

`dibujar3d`

`{4·cos(x)+3·y·cos( $\frac{x}{2}$ )·cos(x),4·sen(x)+3·y·cos( $\frac{x}{2}$ )·sen(x),4·y·sen( $\frac{x}{2}$ )} ,x,r1,y,r2`

`→ tablero1`

`r1=0..4·π..0.1 → 0..4·π..0.1`

`r2=0.001..2..0.1 → 0.001..2..0.1`

`dibujar3d`

`{5·cos(x)·sen(y),5·sen(x)·sen(y),5·(cos(y)+log(tan( $\frac{y}{2}$ ))) +2·x} ,x,r1,y,r2`

`→ tablero1`

`dibujar3d (f,r1:Recorrido ,r2:Recorrido )`

Ejemplos 3D

`r1=-10..10..0.5 → -10..10..0.5`

`r2=-10..10..0.7 → -10..10..0.7`

`dibujar3d(cos(x)·cos(y),r1,r2) → tablero1`

`dibujar3d (f,ax:Real ,bx:Real ,ay:Real ,by:Real )`

Ejemplos 3D

`dibujar3d(2·|x|-2·cos(0.5·y),-10,10,-12,12) → tablero1`

Más información en

## dibujar3d

dibujar un objeto: `dibujar3d (d:Dibujable3d )`

Por lo general, esta función dibuja un objeto `d` en un tablero de dibujo. Algunos de los objetos dibujables son `Point`, `Line`, `Plane3d`, `Segment`. Si el argumento es una `Lista`, entonces se dibujan todos sus elementos.

`Punto`, `Recta`, `Plano3d`, `Segmento`, `Triángulo`, `Poligonal`, `Poliedro3d`, `Superficie`, `Curva3d` y `Caja_de_texto`

### Ejemplos 3D

```
dibujar3d(punto(7,2,0)) → tablero1
dibujar3d(punto(-3,3,1)) → tablero1
dibujar3d(recta(punto(3,5,6),punto(-2,1,-4))) → tablero1
```

Mención aparte merece el caso de que el parámetro `d` sea un identificador (variable). Si tiene como valor un objeto dibujable, entonces se dibuja; de lo contrario no se hace nada y obtenemos un aviso. Si más adelante el valor de `d` cambia, entonces el dibujo se actualiza para mostrar el nuevo objeto. Se podría decir que el tablero de dibujo recuerda qué elementos hay dibujados en él y, si cambian de valor, los redibuja.

En el siguiente ejemplo podemos constatar este comportamiento. Si definimos `P` como el punto (3,5,0) y lo dibujamos (primer bloque), aparece el punto (3,5,0) en el tablero de dibujo. Si, a continuación, `P` toma como valor el punto (2,-1,0), éste será el punto que aparece dibujado. Notemos que esto pasa sin tener que volver a usar el comando `dibujar3d` con el punto `P`.

### Ejemplos 3D

```
P=punto(3,5,0) → (3,5,0)
dibujar3d(P) → tablero1
P=punto(3,5,0) → (3,5,0)
dibujar3d(P) → tablero1
P=punto(2,-1,0) → (2,-1,0)
```

### Ejemplos 3D

```
A=punto(3,2,1) → (3,2,1)
B=punto(6,-1,0) → (6,-1,0)
r=recta(A,B) → -x-y+5=0 ∩ -x-6·y+15·z=0
dibujar3d({r,A,B}) → tablero1
A=punto(3,2,1) → (3,2,1)
B=punto(6,-1,0) → (6,-1,0)
r:=recta(A,B) → recta(A,B)
dibujar3d({r,A,B}) → tablero1
```

## dimensiones

`dimensiones (A:Matriz )`

**Ejemplos** `dimensiones`  $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 5 \\ 5 & 6 \end{pmatrix} \rightarrow 3,2$

Más información en [dimensiones](#)

### ***dimensiones\_fijas***

`dimensiones_fijas`

Indica si, en cambiar las medidas del tablero de dibujo, los objetos se tienen o no que reposicionar en el plano. Por defecto, se reposicionan.

Valores posibles : true, false. [cierto](#) y [falso](#)

Valor por defecto : [falso](#)

Más información en [opciones dibujar](#) , [dibujar](#)

### ***directriz***

`directriz (p:Parábola )`

**Ejemplos** `directriz`  $(y^2=2 \cdot 4 \cdot x) \rightarrow x=-2$   
`directriz`  $(x^2=2 \cdot 3 \cdot y) \rightarrow y=-\frac{3}{2}$   
`p=parábola(3) \rightarrow -x^2+6 \cdot y=0  
dibujar(p) \rightarrow tablero1  
dibujar(directriz(p),{color=azul}) \rightarrow tablero1`

### ***discontinuidades***

`discontinuidades (f,x:Identificador )`

`discontinuidades (f )`

**Ejemplos** `discontinuidades`  $\left(\frac{1}{x}\right) \rightarrow \{0\}$   
`discontinuidades`  $\left(\frac{1}{(x-2) \cdot (x+7)}\right) \rightarrow \{-7,2\}$   
`discontinuidades`  $(\ln(x^2+1)) \rightarrow \{\}$

discontinuidades ( $f,x:Identificador ,v:Vector$  )  
 discontinuidades ( $f,v:Vector$  )

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{discontinuidades}\left(\frac{1}{x^2-1},x\right) \rightarrow \{-1,1\} \\ \text{discontinuidades}\left(\frac{1}{x^2-1},x,0,1\right) \rightarrow \{1\} \end{array} \right.$

**distancia**

distancia ( $A:Punto ,c:Circunferencia$  )

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{distancia}(\text{punto}(1,2),\text{circunferencia}(\text{punto}(1,2),5)) \rightarrow 5 \\ \text{distancia}(\text{circunferencia}(\text{punto}(0,0),\text{punto}(1,0)),\text{punto}(0,1)) \rightarrow 0 \end{array} \right.$

distancia ( $A:Punto ,B:Punto$  )

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{distancia}(\text{punto}(3,4),\text{punto}(0,0)) \rightarrow 5 \\ \text{distancia}(\text{punto}(2,4),\text{punto}(-3,4)) \rightarrow 5 \end{array} \right.$

**Ejemplos 3D**  $\left[ \begin{array}{l} \text{distancia}(\text{punto}(3,4,5),\text{punto}(0,0,0)) \rightarrow 5 \cdot \sqrt{2} \\ \text{distancia}(\text{punto}(2,4,7),\text{punto}(-3,4,7)) \rightarrow 5 \end{array} \right.$

Más información en [distancia](#)

**distancia\_intercuartil**

distancia\_intercuartil (VA:Dato\_estadístico )

**Ejemplos**

- distancia\_intercuartil({1,2,3,4,5}) → 2.
- distancia\_intercuartil({1,2,3,4,5,6}) → 3.
- distancia\_intercuartil({1,2,-3,2,5,7,-5}) → 4.5
- distancia\_intercuartil([1.2→3,3→1,5→1]) → 1.8
- distancia\_intercuartil([5→1,7→2]) → 1.
- distancia\_intercuartil([a→{1,2,-2,1},b→[1→2,2→1,-2→1]]) → {a→2.,b→2.}

## distribución

distribución (v:Vector )

**Ejemplos**

- distribución([9, 1, 7, 8, 3, 7, 3, 4]) → {1→2,3→(5,7),4→8,7→(3,6),8→4,9→1}

## diversos\_resultados\_como

diversos\_resultados\_como

**Ejemplos**

- resolver( $4 \cdot x^2 + 10 \cdot x + C = 0, x, \{\text{diversos\_resultados\_como} = \text{"lista"}\}$ )  
 →  $\left\{ \left\{ x = \frac{\sqrt{-4 \cdot C + 25}}{4} - \frac{5}{4} \right\}, \left\{ x = -\frac{\sqrt{-4 \cdot C + 25}}{4} - \frac{5}{4} \right\} \right\}$
- resolver( $4 \cdot x^2 + 10 \cdot x + C = 0, x, \{\text{diversos\_resultados\_como} = \text{"solamente\_una\_solución"}\}$ )  
 →  $\left\{ x = \frac{\sqrt{-4 \cdot C + 25}}{4} - \frac{5}{4} \right\}$
- resolver( $\left\{ \begin{array}{l} \frac{x+2 \cdot y}{2} = 2 \\ (x+3 \cdot y) = 10 \end{array} \right\}, \{\text{diversos\_resultados\_como} = \text{"valor\_múltiple"}\}$ )  
 →  $\{x = -8, y = 6\}$
- resolver( $\left\{ \begin{array}{l} \frac{x+2 \cdot y}{2} = 2 \\ (x+3 \cdot y) = 10 \end{array} \right\}, \{\text{diversos\_resultados\_como} = \text{"vector"}\}$ ) →  $[\{x = -8, y = 6\}]$
- resolver( $2 \cdot \cos(\alpha)^2 + \cos(\alpha) - 1, \{\text{diversos\_resultados\_como} = \text{"secuencia"}\}$ )  
 →  $\{\alpha = -\pi\}, \{\alpha = \pi\}, \{\alpha = -1.0472\}, \{\alpha = 1.0472\}$

## divisor

`divisor (l:Lista |Vector ,k:Lista |Vector )`

**Ejemplos**

`divisor({a,b,c},{1,2,3}) → [a→1,b→2,c→3]`

**Divisor**

Divisor

**Ejemplos**

`[1+0→1-1,1·0→1+1] → [0→2]`  
`es?([a→3],Divisor) → cierto`

`índice_borrar posición seleccionar soporte`

**divisor\_vacío**

`divisor_vacío`

**Ejemplos**

`D=divisor_vacio → [nulo]`  
`D[[P→2] → [P→2]`

**divisores**

`divisores (n:ZZ )`

**Ejemplos**

`divisores(6) → {1,2,3,6}`  
`divisores(60) → {1,2,4,3,6,12,5,10,20,15,30,60}`

`divisores (n:ZZ,b:Booleano )`

**Ejemplos**

`divisores(6,falso) → {1,2,3,6}`  
`divisores(6,cierto) → {1,-1,2,-2,3,-3,6,-6}`

### **divisores\_mu\_de\_moebius**

`divisores_mu_de_moebius (n:ZZ )`

**Ejemplos**

`divisores_mu_de_moebius(2·3) → {1,-2,-3,6}`  
`divisores_mu_de_moebius(213·34) → {1,-2,-3,6}`  
`divisores_mu_de_moebius(400) → {1,-2,-5,10}`

### **dodecaedro**

`dodecaedro (p:Punto ,c:Real )`

**Ejemplos 3D**

`t=dodecaedro(punto(4,0,0),5);`  
`dibujar3d(t,{color=verde,anchura_linea=3}) → tablero1`

`dodecaedro (c:Real )`

**Ejemplos 3D**

`t=dodecaedro(5);`  
`dibujar3d(t,{color=verde,anchura_linea=3,llenar=cierto}) → tablero1`

`dodecaedro`

`dodecaedro()=dodecaedro(1)`

### **dominio**

dominio ( $f, x:Identificador$  )

Ejemplos

$d = \text{dominio}\left(\frac{1}{x}, x\right) \rightarrow x \neq 0$   
 $\{x > 2\}d ? \rightarrow \text{cierto}$   
 $\{x > 0\}d ? \rightarrow \text{falso}$   
 $\text{sustituir}(d, x, 20.1) ? \rightarrow \text{cierto}$   
 $\text{dominio}(\sqrt{-x^2 - 1}, x) \rightarrow \text{conjunto\_vacío}$   
 $\text{dominio}(e^{x^2 + 3 \cdot x}, x) \rightarrow \mathbb{R}$

dominio ( $f$  )

Ejemplos

$\text{dominio}\left(\frac{1}{t}\right) \rightarrow t \neq 0$   
 $\text{dominio}\left(y \mapsto \frac{1}{y}\right) \rightarrow y \neq 0$

dominio ( $r:Relación$  )

Ejemplos

$\text{dominio}\{a \rightarrow 0, b \rightarrow 2, c \rightarrow 3\} \rightarrow \{a, b, c\}$

dominio ( $t:Tabla$  )

Ejemplos

$\text{dominio}(\{a=0, b=2, c=3\}:Tabla) \rightarrow \{a, b, c\}$   
 $a$   
 $a=3;$   
 $\text{dominio}(\{a=0, b=2, c=3\}:Tabla) \rightarrow \{3, b, c\}$

## Dominio



## Dominio

**Ejemplos**

- $f(x : \mathbb{Z}) := x^2 + 1;$
- $f(3) \rightarrow 10$
- $f(\pi) \rightarrow f(\pi)$
- $\text{obtener\_dominio}(\sqrt{2}) \rightarrow \text{Irracional}$
- $\text{obtener\_dominio}(\mathbb{Z}[x]) \rightarrow \text{Anillo}$
- $\text{obtener\_dominio}(\mathbb{R}) \rightarrow \text{Cuerpo}$

`implicar implicar? Matriz Variable Vector`

**dominio\_de\_coeficientes**

`dominio_de_coeficientes (p:Polinomio )`

**Ejemplos**

- $\text{dominio\_de\_coeficientes}(x^2) \rightarrow \mathbb{Z}$
- $\text{dominio\_de\_coeficientes}\left(x^2 + \frac{1}{2}\right) \rightarrow \mathbb{Q}$
- $\text{dominio\_de\_coeficientes}(x^2 + \pi) \rightarrow \mathbb{R}$
- $\text{dominio\_de\_coeficientes}(x^2 + i) \rightarrow \mathbb{C}$
- $P = x^3 \cdot y^2 \cdot z - y \cdot z^2 + x \cdot y;$
- $P = \text{agrupar}(P, y) \rightarrow x^3 \cdot z \cdot y^2 + (x - z^2) \cdot y$
- $\text{dominio\_de\_coeficientes}(P) \rightarrow \mathbb{Z}[x, z]$

**donde**

`{x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde p}`

**Ejemplos**

- $\{\{x, y, z\} \text{ con } x, y, z \text{ en } 1..10, 1..10, 1..10 \text{ donde es } ?(\sqrt[3]{x^3 + y^3 + z^3}, \mathbb{Z}) \ \& \ x \leq y \ \& \ y \leq z\}$
- $\rightarrow \{\{1, 6, 8\}, \{3, 4, 5\}, \{6, 8, 10\}\}$

$\{p \Rightarrow v \text{ con } r_1, \dots, r_n \text{ en } R_1, \dots, R_n \text{ [donde ]}\}$

**Ejemplos**

- $T = \{x, y, z\};$
- $\{T.i \Rightarrow T.i^i \text{ con } i \text{ en } 1..3\} \rightarrow \{x \Rightarrow x, y \Rightarrow y^2, z \Rightarrow z^3\}$
- $\{i \Rightarrow i^2 \text{ con } i \text{ en } 1..10 \text{ donde primo?}(i)\} \rightarrow \{2 \Rightarrow 4, 3 \Rightarrow 9, 5 \Rightarrow 25, 7 \Rightarrow 49\}$

$[x \text{ con } i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \text{ donde } p]$

**Ejemplos**

- $[i \text{ con } i \text{ en } 1..10] \rightarrow [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]$
- $[i \text{ con } i \text{ en } 1..10 \text{ donde primo?}(i)] \rightarrow [2, 3, 5, 7]$
- $[\{x, y, z\} \text{ con } x, y, z \text{ en } 1..10, 1..10, 1..10 \text{ donde es?}(\sqrt{x^2+y^2+z^2} \in \mathbb{Z}) \& x \leq y \& y \leq z] \rightarrow [\{1, 1, 1\}, \{1, 1, 2\}]$

donde

$\prod_{\substack{i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \\ \text{cond}}} \text{expr}$

productorio  $\text{expr}$  con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde  $p$  donde  $i_j$  : Identificador,  $r_j$  : Lista / Vector / Recorrido,  $\text{expr}$  : Expresión,  $\text{expr}$  : Expresión



**Ejemplos**

- $1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 5 = 40$
- $\prod_{\substack{i \text{ en } 1..5 \\ i \neq 3}} i \rightarrow 40$
- $\prod_{i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3} i \rightarrow 40$
- productorio  $i$  con  $i$  en  $1..5$  donde  $i \neq 3 \rightarrow 40$
- $2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 11 \cdot 13 = 30030$
- $\prod_{\substack{k \text{ en } 2..13 \\ \text{primo?}(k)}} k \rightarrow 30030$
- productorio  $k$  con  $k$  en  $2..13$  donde  $\text{primo?}(k) \rightarrow 30030$

$$\sum_{\substack{i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \\ \text{cond}}} \text{expr}$$

sigma expr con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde p donde  $i_j$ : Identificador,  $r_j$ : Lista / Vector / Recorrido, expr: Expresión



Ejemplos

$$1+2+4+5=12$$

$$\sum_{\substack{i \text{ en } 1..5 \\ i \neq 3}} i \rightarrow 12$$

$$\sum_{i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3} i \rightarrow 12$$

$$\text{sigma } i \text{ con } i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3 \rightarrow 12$$

$$2+3+5+7+11+13=41$$

$$\sum_{\substack{k \text{ en } 2..13 \\ \text{primo?}(k)}} k \rightarrow 41$$

$$\text{sigma } k \text{ con } k \text{ en } 2..13 \text{ donde } \text{primo?}(k) \rightarrow 41$$

sigma x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde p donde  $i_j$ : Identificador,  $r_j$ : Lista / Vector / Recorrido



$x, i_1, \dots, i_n, r_1, \dots, r_n, i_1, \dots, i_n$ .

Ejemplos

$$1+2+4+5=12$$

$$\sum_{\substack{i \text{ en } 1..5 \\ i \neq 3}} i \rightarrow 12$$

$$\sum_{i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3} i \rightarrow 12$$

$$\text{sigma } i \text{ con } i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3 \rightarrow 12$$

$$2+3+5+7+11+13=41$$

$$\sum_{\substack{k \text{ en } 2..13 \\ \text{primo?}(k)}} k \rightarrow 41$$

$$\text{sigma } k \text{ con } k \text{ en } 1..13 \text{ donde } \text{primo?}(k) \rightarrow 41$$

sigma x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde p donde  $i_j$  :Identificador ,  $r_j$  :Lista / Vector / Recorrido



$x, i_1, \dots, i_n, r_1, \dots, r_n, i_1, \dots, i_n$ .

**Ejemplos**

$1+2+4+5=12$   
 $\sum_{\substack{i \text{ en } 1..5 \\ i \neq 3}} i \rightarrow 12$

$\sum_{i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3} i \rightarrow 12$   
 sigma i con i en 1..5 donde  $i \neq 3 \rightarrow 12$

$2+3+5+7+11+13=41$   
 $\sum_{\substack{k \text{ en } 2..13 \\ \text{primo?}(k)}} k \rightarrow 41$   
 sigma k con k en 1..13 donde  $\text{primo?}(k) \rightarrow 41$

productorio x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde p

**Ejemplos**

$(x - (-4)) \cdot (x - (-2)) \cdot x$   
 productorio  $x - a$  con a en  $-4..4..2$  donde  $a \geq 0 \rightarrow x^3 - 6 \cdot x^2 + 8 \cdot x$

e

e\_

Icono 

e\_

**Ejemplos**

- e\_  $\rightarrow$  2.7183
- ln(e\_)  $\rightarrow$  1.

E\_

Icono 

E\_

**Ejemplos**

- E\_  $\rightarrow$  e
- ln(e)  $\rightarrow$  1

ecuación

ecuación (r:Recta ,{x:Variable , y:Variable }:Lista )

**Ejemplos**

- ecuación(recta(y=x+4),{y,x})  $\rightarrow$  x=y+4
- ecuación(recta(y=x),{a,a})  $\rightarrow$  a=a

ecuación (r:Recta )

**Ejemplos**

- ecuación(y=2)  $\rightarrow$  y=2
- ecuación(y=2·x)  $\rightarrow$  y=2·x

ecuación (*c:Circunferencia* ,{*x:Expresión* ,*y:Expresión* }:Lista )

Ejemplos

ecuación(circunferencia(punto(1,2),5),{X,Y}) →  $X^2 - 2 \cdot X + Y^2 - 4 \cdot Y - 20 = 0$   
 ecuación(circunferencia(punto(0,0),punto(1,0)),{a,a}) →  $2 \cdot a^2 - 1 = 0$

ecuación (*c:Circunferencia* )

Ejemplos

ecuación(circunferencia(punto(1,2),5)) →  $x^2 - 2 \cdot x + y^2 - 4 \cdot y - 20 = 0$   
 ecuación(circunferencia(punto(0,0),punto(1,0))) →  $x^2 + y^2 - 1 = 0$

ecuación (*c:Cónica* ,{*x,y*}:Lista )

Ejemplos

ecuación(cónica([[3,2,1],[2,4,-5],[1,-5,-20]]),{x,y})  
 →  $-3 \cdot x^2 - 4 \cdot x \cdot y - 2 \cdot x - 4 \cdot y^2 + 10 \cdot y + 20 = 0$   
 ecuación(ellipse(2,1,punto(0,0),0),{r,r}) →  $-\frac{5}{4} \cdot r^2 + 1 = 0$   
 ecuación(parábola(2,punto(0,0), $\frac{\pi}{2}$ ),{1,3}) →  $11 = 0$   
 ecuación(cónica([[ -1,0,-2],[0,0,-3],[ -2,-3,-10]])) →  $-x^2 - 4 \cdot x - 6 \cdot y - 10 = 0$

ecuación (*p:Plane* ,{*x:Variable* , *y:Variable* , *z:Variable* }:Lista )

Ejemplos 3D

p=plano(punto(0,0,0),punto(1,0,0),punto(0,1,0));  
 ecuación(p,{t,g,d}) →  $d = 0$   
 p=plano(punto(1,1,1),punto(1,2,3),punto(-1,1,0));  
 ecuación(p,{a,b,c}) →  $-a - 4 \cdot b + 2 \cdot c + 3 = 0$

ecuación (*p:Plane* )

xyz

Ejemplos 3D

p=plano(punto(0,0,0),punto(1,0,0),punto(0,1,0));  
 ecuación(p) →  $z = 0$   
 p=plano(punto(1,1,1),punto(1,2,3),punto(-1,1,0));  
 ecuación(p) →  $-x - 4 \cdot y + 2 \cdot z + 3 = 0$

**Ecuación**

Ecuación

**Ejemplos**

- es? ( $x^2+1$ , Ecuación) → falso
- es? ( $x^2+1=0$ , Ecuación) → cierto
- es? ( $x^2+1 \neq 0$ , Ecuación) → falso
- es? ( $x^2+1 \leq 8$ , Ecuación) → falso
- es? ( $\frac{3}{2}$ , Ecuación) → falso
- es? (punto(0,0), Ecuación) → falso

atributos2d atributos3d punto\_más\_cercano2d punto\_más\_cercano3d dibujar  
dibujar2d dibujar3d dibujar3d

**eje\_de\_tangencia**

eje\_de\_tangencia (c:Circunferencia ,A:Punto )

**Ejemplos**

- eje\_de\_tangencia(circunferencia(punto(1,2),5),punto(-5,-5)) →  $y = -\frac{6}{7} \cdot x - \frac{5}{7}$
- eje\_de\_tangencia(circunferencia(punto(0,0),punto(1,0)),punto(2,2)) →  $y = -x + \frac{1}{2}$

**eje\_definición\_simetría\_central**

eje\_definición\_simetría\_central

**Ejemplos**

- representar ( $x^3$ , {eje\_definición\_simetría\_central={color=marrón,anchura\_linea=5}})  
→ tablero1

**eje\_radical**

eje\_radical (c:Circunferencia |Punto ,k:Circunferencia |Punto )

**Ejemplos** [ eje\_radical(circunferencia(punto(1,2),5),circunferencia()) →  $y = -\frac{1}{2} \cdot x - \frac{19}{4}$   
 eje\_radical(circunferencia(punto(0,0),punto(1,0)),punto(2,1)) →  $y = -2 \cdot x + 3$

eje\_simetría

eje\_simetría

**Ejemplos** [ representar( $x^2$ , {eje\_simetría={anchura\_línea=10,color=azul}}) → tablero1

ejes

ejes (c:Cónica )

**Ejemplos** [ ejes( $\frac{x^2}{4} - \frac{y^2}{1} = 1$ ) → [0,0,1]  
 ejes\_locales( $\frac{x^2}{9} + \frac{y^2}{25} = 1$ ) → {nulo,x=0}  
 ejes\_locales(parábola(2,punto(-1,2), $3 \cdot \frac{\pi}{4}$ )) → {y=x+3,y=-x+1}  
 elipse(5,3,punto(0,0), $\frac{\pi}{2}$ ) →  $-\frac{1}{9} \cdot x^2 - \frac{1}{25} \cdot y^2 + 1 = 0$

elemento

elemento (i:ZZ,R:Anillo )

**Ejemplos** [ k=extensión( $\mathbb{Z}_7, x^2+1$ ) →  $\mathbb{Z}_7([x])$   
 elemento(8,k) → x+1  
 elemento(48,k) → 6·x+6



`elemento (i:ZZ,A:Zn )`

**Ejemplos**

`elemento(3,Zn 7) → 3`  
`elemento(0,Zn 17) → 0`

## Elemento

`Elemento`

**Ejemplos**

`es?( $\sqrt{2}$ , Elemento(Cuerpo)) → cierto`  
`s?( $\pi$ , Elemento(Cuerpo)) → s?( $\pi$ ,Element(Cuerpo))`  
`es?(x, Elemento(Cuerpo)) → falso`  
`es?( $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$ , Elemento(Cuerpo)) → falso`  
`f(x:Elemento(Anillo)):=x2 → x:Elemento(Anillo)↦x2`  
`f( $\frac{2}{3}$ ) →  $\frac{4}{9}$`   
`f( $\pi$ ) →  $\pi^2$`   
`v=[1,2,3] → [1,2,3]`  
`f(v) → f([1,2,3])`

componentes conjugados evaluar cuerpo buscar\_uno buscar\_cero frobenius mcd  
 índice entero inverso invertible? mcm polinomio\_mínimo norma uno? orden  
 residuo? raíz raíces raíz2 raíces\_cuadradas traza cero?

## elemento\_adjunto

`elemento_adjunto (R:Extensión )`

**Ejemplos**

`k1=cuerpo_finito(74) →  $\mathbb{Z}_7[[x1]]$`   
`elemento_adjunto(k1) → x1`  
`k2=extensión(k1,y2+1) →  $\mathbb{Z}_7[[x1]][[y]]$`   
`elemento_adjunto(k2) → y`

## elemento\_de\_orden

`elemento_de_orden (A:Anillo ,r:ZZ )`

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{elemento\_de\_orden}(\mathbb{Z}_{13},6) \rightarrow 4 \\ k=\text{cuerpo\_finito}(7^7,x) \rightarrow \mathbb{Z}_7([x]) \\ \text{elemento\_de\_orden}(k,29) \rightarrow x^6+5 \cdot x^5+2 \cdot x^4+5 \cdot x^3+4 \cdot x^2+2 \cdot x+5 \end{array} \right.$

**elemento\_primitivo**

`elemento_primitivo (K:Cuerpo )`

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} k=\text{cuerpo\_finito}(7^7,x) \rightarrow \mathbb{Z}_7([x]) \\ \alpha=\text{elemento\_primitivo}(k) \rightarrow 3 \cdot x \\ \text{orden}(\alpha) \rightarrow 823542 \end{array} \right.$

**elementos**

`elementos`

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} e1=x^2-3; \\ e2=y=3-x; \\ e3=\text{cfr}(6); \\ \text{dibujar}(\{e1,e2,e3\}) \rightarrow \text{tablero1} \\ \text{elementos}(\text{tablero1}) \rightarrow \{e3,\text{line1},\text{curve1}\} \end{array} \right.$

`elementos ({j1 ,...,jr }:Lista ,R:Anillo )`

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{elementos}(\{4,5\},\mathbb{Z}_{13}) \rightarrow \{4,5\} \\ k=\text{extensión}(\mathbb{Z}_6,x^{12}+x+1) \rightarrow \mathbb{Z}_6([x]) \\ \text{elementos}(\{230,5,6,10,23\},k) \rightarrow \{x^3+2 \cdot x+2,5,x,x+4,3 \cdot x+5\} \end{array} \right.$

**eliminación\_gaussiana**

`eliminación_gaussiana (A:Matriz )`

**Ejemplos**

$$\text{eliminación\_gaussiana} \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 1 & 0 & 5 & 2 \\ 1 & 2 & 5 & 9 \\ 3 & 1 & 4 & 1 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 0 & -7 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 77 & 37 \\ 0 & 0 & 0 & -3465 \end{pmatrix}$$

`eliminación_gaussiana (A:Matriz ,o: )`

**Ejemplos**

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 1 & 0 & 5 & 2 \\ 1 & 2 & 5 & 9 \\ 3 & 1 & 4 & 1 \end{pmatrix};$$

`eliminación_gaussiana(M,{método="gauss_libre_de_divisiones"})`

$$\rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 0 & -7 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 77 & 37 \\ 0 & 0 & 0 & -3465 \end{pmatrix}$$

`eliminación_gaussiana(M,{método="gauss_libre_de_fracciones"})`

$$\rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 0 & -7 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & 77 & 37 \\ 0 & 0 & 0 & 495 \end{pmatrix}$$

`eliminación_gaussiana(M,{método="gauss"})`  $\rightarrow$  
$$\begin{pmatrix} 1 & 7 & 5 & 4 \\ 0 & -7 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & -11 & -\frac{37}{7} \\ 0 & 0 & 0 & \frac{45}{7} \end{pmatrix}$$

## elipse

`elipse (a:RR,b:RR,C:Punto ) =elipse (a,b,C,[1,0])`

`elipse (a:RR,b:RR,v:Vector ) =elipse (a,b,punto (0,0),v)`

`elipse (a:RR,b:RR ) =elipse (a,b,punto (0,0),[1,0])`

`elipse (a:RR,b:RR,C:Punto ,v:Vector )`

Ejemplos

$$\text{elipse}(2,1,\text{punto}(0,0),[1,0]) \rightarrow -\frac{1}{4} \cdot x^2 - y^2 + 1 = 0$$

$$\text{elipse}(4,3,\text{punto}(2,-1),[0,1]) \rightarrow -\frac{1}{9} \cdot x^2 + \frac{4}{9} \cdot x - \frac{1}{16} \cdot y^2 - \frac{1}{8} \cdot y + \frac{71}{144} = 0$$

`elipse (a:RR,b:RR,C:Punto ,#:RR ) = elipse (a,b,C,[cos (#),sen (#)])`

Ejemplos

$$\text{elipse}(2,1,\text{punto}(0,0),0) \rightarrow -\frac{1}{4} \cdot x^2 - y^2 + 1 = 0$$

$$\text{elipse}(2,1) \rightarrow -\frac{1}{4} \cdot x^2 - y^2 + 1 = 0$$

$$\text{elipse}(4,3,\text{punto}(2,-1),\frac{\pi}{2}) \rightarrow -\frac{1}{9} \cdot x^2 + \frac{4}{9} \cdot x - \frac{1}{16} \cdot y^2 - \frac{1}{8} \cdot y + \frac{71}{144} = 0$$

## Elipse

Elipse

Ejemplos

$$E = \text{elipse}(x^2 + 2 \cdot y^2 = 5) \rightarrow -x^2 - 2 \cdot y^2 + 5 = 0$$

$$H = \text{hipérbola}(2,1) \rightarrow \frac{1}{4} \cdot x^2 - y^2 - 1 = 0$$

$$\text{es?}(E, \text{Elipse}) \rightarrow \text{cierto}$$

$$\text{es?}(H, \text{Elipse}) \rightarrow \text{falso}$$

`área atributos3d centro focos punto_más_cercano2d punto_más_cercano3d  
dibujar dibujar2d dibujar3d punto`

## en

`[x->y con i1 ,...,in en r1 ,...,rn ]`

Ejemplos

$$[(i,j) \rightarrow x^i \cdot y^j \text{ con } i,j \text{ en } 1..2,1..2]$$

$$\rightarrow [(1,1) \rightarrow x \cdot y, (1,2) \rightarrow x \cdot y^2, (2,1) \rightarrow x^2 \cdot y, (2,2) \rightarrow x^2 \cdot y^2]$$

$\{x \rightarrow y \text{ con } i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \text{ donde } p\}$

Ejemplos

$$\left\{ \begin{array}{l} \{(i,j) \rightarrow x^i \cdot y^j \text{ con } i,j \text{ en } 1..2, 1..2 \text{ donde } i+j=3\} \rightarrow \{(1,2) \rightarrow x \cdot y^2, \{2,1\} \rightarrow x^2 \cdot y\} \end{array} \right.$$

$\{x \text{ con } i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n\}$

Ejemplos

$$\left\{ \begin{array}{l} \{2^i \text{ con } i \text{ en } 2..-2..-1\} \rightarrow \left\{4, 2, 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}\right\} \\ \{x^2 + y^2 \text{ con } x, y \text{ en } \{A, B\}, 1..3\} \rightarrow \{A^2 + 1, A^2 + 4, A^2 + 9, B^2 + 1, B^2 + 4, B^2 + 9\} \end{array} \right.$$

$\{x \text{ con } i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \text{ donde } p\}$

Ejemplos

$$\left\{ \begin{array}{l} \{\{x, y, z\} \text{ con } x, y, z \text{ en } 1..10, 1..10, 1..10 \text{ donde es } ?(\sqrt[3]{x^3 + y^3 + z^3}, \mathbb{Z}) \ \& \ x \leq y \ \& \ y \leq z\} \\ \rightarrow \{\{1, 6, 8\}, \{3, 4, 5\}, \{6, 8, 10\}\} \end{array} \right.$$

$\{x \rightarrow y \text{ con } i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n\}$

Ejemplos

$$\left\{ \begin{array}{l} \{i \rightarrow i^2 \text{ con } i \text{ en } 1..5\} \rightarrow \{1 \rightarrow 1, 2 \rightarrow 4, 3 \rightarrow 9, 4 \rightarrow 16, 5 \rightarrow 25\} \\ \{x \rightarrow x^2 - c^2 \text{ con } x, c \text{ en } \{A, B\}, 1..2\} \rightarrow \{A \rightarrow (A^2 - 1, A^2 - 4), B \rightarrow (B^2 - 1, B^2 - 4)\} \end{array} \right.$$

$\{p \Rightarrow v \text{ con } r_1, \dots, r_n \text{ en } R_1, \dots, R_n \text{ [donde ]}\}$

Ejemplos

$$\left\{ \begin{array}{l} T = \{x, y, z\}; \\ \{T.i \Rightarrow T.i^i \text{ con } i \text{ en } 1..3\} \rightarrow \{x \Rightarrow x, y \Rightarrow y^2, z \Rightarrow z^3\} \\ \{i \Rightarrow i^2 \text{ con } i \text{ en } 1..10 \text{ donde primo?}(i)\} \rightarrow \{2 \Rightarrow 4, 3 \Rightarrow 9, 5 \Rightarrow 25, 7 \Rightarrow 49\} \end{array} \right.$$

[x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$ ]

**Ejemplos**

- $[2^i \text{ con } i \text{ en } 2..-2..-1] \rightarrow [4, 2, 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}]$
- $[x^2+y^2 \text{ con } x,y \text{ en } \{A,B\}, 1..3] \rightarrow [A^2+1, A^2+4, A^2+9, B^2+1, B^2+4, B^2+9]$

[x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde p]

**Ejemplos**

- [i con i en 1..10]  $\rightarrow [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]$
- [i con i en 1..10 donde primo?(i)]  $\rightarrow [2, 3, 5, 7]$
- [{x,y,z} con x,y,z en 1..10, 1..10, 1..10 donde es?  $(\sqrt{x^2+y^2+z^2} \in \mathbb{Z}) \ \& \ x \leq y \ \& \ y \leq z$ ]  $\rightarrow [\{1,1,1\}, \{1,1,2\}]$

en

$$\prod_{i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n} \text{expr}$$

productorio expr con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde  $i_j$ : Identificador,  $r_j$ : Lista / Vector / Recorrido, expr: Expresión



**Ejemplos**

- $1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5$
- $\prod_{i \text{ en } 1..5} i \rightarrow 120$
- $\prod_{i=1}^5 i \rightarrow 120$
- productorio i con i en 1..5  $\rightarrow 120$
- $1^3 \cdot \left(1 + \frac{1}{2}\right)^3 \cdot 2^3$
- $\prod_{k \text{ en } 1..2.. \frac{1}{2}} k^3 \rightarrow 27$
- productorio  $k^3$  con k en  $1..2.. \frac{1}{2} \rightarrow 27$

$$\prod_{\substack{i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \\ \text{cond}}} \text{expr}$$

productorio *expr* con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde  $p$  donde  $i_j$ : *Identificador*,  $r_j$ : *Lista* / *Vector* / *Recorrido*, *expr*: *Expresión*, *expr*: *Expresión*



**Ejemplos**

$1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 5 = 40$   
 $\prod_{\substack{i \text{ en } 1..5 \\ i \neq 3}} i \rightarrow 40$

$\prod_{i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3} i \rightarrow 40$   
 productorio  $i$  con  $i$  en  $1..5$  donde  $i \neq 3 \rightarrow 40$

$2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 11 \cdot 13 = 30030$   
 $\prod_{\substack{k \text{ en } 2..13 \\ \text{primo?}(k)}} k \rightarrow 30030$   
 productorio  $k$  con  $k$  en  $2..13$  donde  $\text{primo?}(k) \rightarrow 30030$

$$\sum_{i=a}^b \text{expr}$$

sigma *expr* con  $i$  en  $a..b$  donde  $i$ : *Identificador*,  $a$ : *ZZ*,  $b$ : *ZZ*, *expr*: *Expresión*



**Ejemplos**

$1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 = 55$   
 $\sum_{i=1}^5 i^2 \rightarrow 55$

$-1^3 + 2^3 - 3^3 + 4^3 - 5^3 = -81$   
 $\sum_{n=1}^5 (-1)^n \cdot n^3 \rightarrow -81$

$$\sum_{i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n} \text{expr}$$

sigma expr con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$   
*Vector / Recorrido ,expr:Expresión*

donde  $i_j$  :Identificador ,  $r_j$  :Lista /



Ejemplos

$$1+2+3+4+5$$

$$\sum_{i \text{ en } 1..5} i \rightarrow 15$$

$$\sum_{i=1}^5 i \rightarrow 15$$

sigma i con i en 1..5 → 15

$$1^3 + \left(1 + \frac{1}{2}\right)^3 + 2^3$$

$$\sum_{k \text{ en } 1..2.. \frac{1}{2}} k^3 \rightarrow \frac{99}{8}$$

sigma  $k^3$  con k en  $1..2.. \frac{1}{2}$  →  $\frac{99}{8}$



$$\sum_{\substack{i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \\ \text{cond}}} \text{expr}$$

sigma expr con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde  $p$  donde  $i_j$ : Identificador,  $r_j$ : Lista / Vector / Recorrido,  $\text{expr}$ : Expresión,  $\text{cond}$ : Expresión



**Ejemplos**

$1+2+4+5=12$   
 $\sum_{\substack{i \text{ en } 1..5 \\ i \neq 3}} i \rightarrow 12$

$1+2+4+5=12$   
 $\sum_{i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3} i \rightarrow 12$   
 sigma i con i en 1..5 donde  $i \neq 3 \rightarrow 12$

$2+3+5+7+11+13=41$   
 $\sum_{\substack{k \text{ en } 2..13 \\ \text{primo?}(k)}} k \rightarrow 41$   
 sigma k con k en 2..13 donde  $\text{primo?}(k) \rightarrow 41$

$$\prod_{i=a}^b \text{expr}$$

productorio expr con  $i$  en  $a..b$  donde  $i$ : Identificador,  $a$ : ZZ,  $b$ : ZZ,  $\text{expr}$ : Expresión



**Ejemplos**

$1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 = 120$   
 $\prod_{i=1}^5 i \rightarrow 120$

$-1^3 + 2^3 - 3^3 + 4^3 - 5^3 = -81$   
 $\prod_{n=1}^5 (-1)^n \cdot n^3 \rightarrow -n^3$

sigma x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde  $i_j$ :Identificador,  $r_j$ :Lista / Vector / Recorrido

$$\sum_{i \text{ en } r} x$$

donde  $i_j$ :Identificador,  $r_j$ :Lista / Vector / Recorrido

$$\sum_{0 \leq i}$$

$$\sum_{i=1}^n$$

**Ejemplos**

$1+2+3+4+5$   
 $\sum_{i \text{ en } 1..5} i \rightarrow 15$   
 $\sum_{i=1}^5 i \rightarrow 15$   
 sigma i con i en 1..5  $\rightarrow 15$

$1^3 + \left(1 + \frac{1}{2}\right)^3 + 2^3$   
 $\sum_{k \text{ en } 1..2.. \frac{1}{2}} k^3 \rightarrow \frac{99}{8}$   
 sigma  $k^3$  con k en  $1..2.. \frac{1}{2} \rightarrow \frac{99}{8}$

$$\sum_{i=a}^b x$$

donde  $i$ :Identificador,  $a:ZZ, b:ZZ, x$ :Expresión

$$\sum_{a \leq i \leq b}$$

$$\sum_{i=a}^b x = \text{sigma } x \text{ con } i \text{ en } a..b$$

**Ejemplos**

$1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 = 55$   
 $\sum_{i=1}^5 i^2 \rightarrow 55$   
 $-1^3 + 2^3 - 3^3 + 4^3 - 5^3 = -81$   
 $\sum_{n=1}^5 (-1)^n \cdot n^3 \rightarrow -81$

sigma x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde p donde  $i_j$  :Identificador ,  $r_j$  :Lista / Vector / Recorrido



$x, i_1, \dots, i_n, r_1, \dots, r_n, i_1, \dots, i_n$ .

**Ejemplos**

$1+2+4+5=12$   
 $\sum_{\substack{i \text{ en } 1..5 \\ i \neq 3}} i \rightarrow 12$

$\sum_{i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3} i \rightarrow 12$   
 sigma i con i en 1..5 donde  $i \neq 3 \rightarrow 12$

$2+3+5+7+11+13=41$   
 $\sum_{\substack{k \text{ en } 2..13 \\ \text{primo?}(k)}} k \rightarrow 41$   
 sigma k con k en 1..13 donde primo?(k)  $\rightarrow 41$

sigma x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde  $i_j$  :Identificador ,  $r_j$  :Lista / Vector / Recorrido



**Ejemplos**

$1+2+3+4+5$   
 $\sum_{i \text{ en } 1..5} i \rightarrow 15$

$\sum_{i=1}^5 i \rightarrow 15$   
 sigma i con i en 1..5  $\rightarrow 15$

$1^3 + \left(1 + \frac{1}{2}\right)^3 + 2^3$   
 $\sum_{k \text{ en } 1..2.. \frac{1}{2}} k^3 \rightarrow \frac{99}{8}$   
 sigma  $k^3$  con k en  $1..2.. \frac{1}{2} \rightarrow \frac{99}{8}$

sigma x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde p donde  $i_j$  :Identificador ,  $r_j$  :Lista / Vector / Recorrido



$x, i_1, \dots, i_n, r_1, \dots, r_n, i_1, \dots, i_n$ .

**Ejemplos**

$1+2+4+5=12$   
 $\sum_{\substack{i \text{ en } 1..5 \\ i \neq 3}} i \rightarrow 12$   
 $\sum_{i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3} i \rightarrow 12$   
 sigma i con i en 1..5 donde  $i \neq 3 \rightarrow 12$

$2+3+5+7+11+13=41$   
 $\sum_{\substack{k \text{ en } 2..13 \\ \text{primo?}(k)}} k \rightarrow 41$   
 sigma k con k en 1..13 donde  $\text{primo?}(k) \rightarrow 41$

productorio x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$

**Ejemplos**

$1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5$   
 productorio i con i en 1..5  $\rightarrow 120$   
 $5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$   
 productorio i con i en 5..1..-1  $\rightarrow 120$   
 $1^3 \cdot \left(1 + \frac{1}{2}\right)^3 \cdot 1 + 1^3$   
 productorio  $i^3$  con i en 1..2.. $\frac{1}{2} \rightarrow 27$

productorio x con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde p

**Ejemplos**

$(x - (-4)) \cdot (x - (-2)) \cdot x$   
 productorio  $x - a$  con a en -4..4..2 donde  $a \geq 0 \rightarrow x^3 - 6 \cdot x^2 + 8 \cdot x$

entero

```
entero (a:Elemento (Zn ) )
```

**Ejemplos**

```
representar_signo falso; entero(4 :Zn 7) → 4
representar_signo cierto; entero(4 :Zn 7) → -3
representar_signo (□) → cierto
representar_signo falso;
```

## Entero

Entero

ZZ



**Ejemplos**

```
0 → 0
es?(3,Z) → cierto
es?(-5,Z) → cierto
es?(-2/3,Z) → falso
```

mcd\_extendido progresión\_geométrica momento reemplazar tomar

Más información en [contorno](#) , [tamaño\\_fuente](#) , [altura\\_ventana](#) , [anchura\\_ventana](#)

## entonces

si...: Icono o , sentencia

```
si B entonces A fin
si B entonces A sino A2 fin
si B entonces A sino_si B2 entonces A2 sino A3 fin
```

Realiza las instrucciones de  $A$  si se cumple la condición  $B$  . En caso de no cumplirse la condición y, si hay una instrucción **sino** , entonces realiza las instrucciones de  $A2$  . También existe la posibilidad de condicionantes múltiples y diversos grupos de instrucciones con la inserción de condicionales del tipo **sino\_si** a través del menú de la pestaña de programación.

Ejemplos

```
pos?(x) := si x ≥ 0 entonces
          cierto
          sino
          falso
          fin ;
```

pos?(3) → cierto

pos?(-5) → falso

pos?(0) → cierto

```
f(x) := si 0 < x ∧ x < 2 entonces
         0
         sino
         x2
         fin ;
```

f(1.2) → 0

$f\left(\frac{8}{3}\right) \rightarrow \frac{64}{9}$

### equilátero?

equilátero? (T:Triángulo3d )

Ejemplos 3D

equilátero?(triángulo(punto(0,0,0), punto(0,1,0), punto(1,0,0))) → falso

equilátero?(triángulo(punto(0,0,0), punto(1,0,0), punto( $\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}, 0$ )))) → cierto

equilátero? (T:Triángulo )

Ejemplos

equilátero?(triángulo\_equilátero(punto(0,0), punto(2,0))) → cierto

equilátero?(triángulo(punto(1,2), punto(0,0), punto(2,0))) → falso

### es?

```
es? (o,D:Dominio )
```

**Ejemplos**

```

es?(4,Z) → cierto
es?(-4,R) → cierto
es?([3, 3/5, 8], Vector) → cierto
es?(√2,Q) → falso

```

### escribir

```
escribir (x,P:Punto )
```

```

escribir ()
si estado_geometría =2 entonces escribir =escribir2d sino escribir =escribir3d fin

```

### escribir2d

```

escribir ()
si estado_geometría =2 entonces escribir =escribir2d sino escribir =escribir3d fin

```

### escribir3d

```

escribir ()
si estado_geometría =2 entonces escribir =escribir2d sino escribir =escribir3d fin

```

### esfera\_poliédrica

```

esfera_poliédrica (p:Punto ,r:Real )
esfera poliédrica(p, r)=esfera poliédrica(20,p,r)

```

```

esfera_poliédrica (n:Natural ,r:Real )
esfera poliédrica(n, r)=esfera poliédrica(n,punto(0,0,0),r)

```

```
esfera_poliédrica (n:Natural ,p:Punto ,r:Real )
```

**Ejemplos 3D**

```

p=esfera_poliédrica(15, punto(3,3,3), 6);
dibujar3d(p, {color=rojo}) → tablero1

```

```
esfera_poliédrica (r:Real )
esfera poliédrica(r)=esfera poliédrica(20,punto(0,0,0),r)
```

### estado\_geometría

```
estado_geometría (c:Cadena )
```

**Ejemplos**

```
estado_geometría("2d");
atributos → atributos2d
estado_geometría("3D");
atributos → atributos3d
```

```
estado_geometría (n:Natural )
```

**Ejemplos**

```
estado_geometría(2);
dibujar → dibujar2d
estado_geometría(3);
dibujar → dibujar3d
```

```
estado_geometría ()
```

**Ejemplos**

```
estado_geometría() → 2
estado_geometría("3D");
estado_geometría() → 3
```

### estandarizar

```
estandarizar (va:Dato_estadístico )
```

**Ejemplos**

```
L=estandarizar ({3,perdido,5,perdido,-6})
→ {0.39822,perdido,0.73954,perdido,-1.1378}
media(L) → 0.
desviación_estándar(L) → 1.
estandarizar ([1.2→3,3→1,5.7→1]) → [-0.63901→3,0.27386→1,1.6432→1]
M=estandarizar ([a→{3,2,-5,3,1},b→[7→2,6→1,-2→2]]); media(M)
→ {a→0.,b→0.}
```

### estilo\_de\_ejes



## estilo\_de\_ejes

**Ejemplos**

```

tablero1=tablero({estilo_de_ejes="flecha_xy"}) → tablero1
defecto(tablero)(estilo_de_ejes) → none
tablero1=tablero({estilo_de_ejes="flecha_XY"}) → tablero1

```

## estilo\_de\_ejes

**Ejemplos**

```

tablero2d({estilo_de_ejes="nada"}) → tablero1
dibujar2d(exp(x),{color=rojo,anchura_linea=2});
escribir("nada AXIS_STYLE",punto(3,-3),{color={255,0,0}});

tablero2d({estilo_de_ejes="flecha"}) → plotter2
dibujar2d(ln(x),{color=verde,anchura_linea=2});
escribir("flecha AXIS_STYLE",punto(-6,4),{color={0,255,0}});

tablero2d({estilo_de_ejes="flecha_xy"}) → plotter3
dibujar2d(x·(x2-6),{color=marrón,anchura_linea=2});
escribir("arrow_xy AXIS_STYLE",punto(-8,8),{color={200,100,100}});

tablero2d({estilo_de_ejes="flecha_XY"}) → plotter4
dibujar2d(x2·(x2-6),{color=magenta,anchura_linea=2});
escribir("arrow_XY AXIS_STYLE",punto(4,6),{color={255,0,255}});

```

## estilo\_de\_ejes

Indica como se representan los ejes de coordenadas, si bien como dos rectas perpendiculares, o bien como un par de flechas perpendiculares entre si. Además, en este segundo caso, el eje de abscisas se puede identificar por  $x$  o por  $X$  y el eje de ordenadas por  $y$  o por  $Y$ .

Valores posibles: "none", "arrow", "arrow\_xy", "arrow\_XY". "nada" , "flecha" , "flecha\_xy" y "flecha\_XY"

Valor por defecto: "nada"

Más información en [opciones tablero](#) , [tablero](#)

**etiqueta**

## etiqueta

Indica cuál es la etiqueta que se muestra junto a la figura.

Valores posibles: cualquier objeto y "automático" ; si escogemos este segundo valor de la opción, la etiqueta indica el nombre de la figura.

Valor por defecto: "automático"

### etiqueta

Indica cuál es la etiqueta que se muestra junto a la figura.

*Valores posibles* : cualquier objeto y "automático" ; si escogemos este segundo valor de la opción, la etiqueta indica el nombre de la figura.

*Valor por defecto* : "automático"

Más información en [opciones dibujar](#) , [opciones dibujar3d](#) , [dibujar](#) , [dibujar3d](#)

### etiqueta\_de\_ejes

#### etiqueta\_de\_ejes

**Ejemplos**

```

tablero1=tablero({etiqueta_de_ejes={"EAST", "NORTH"}, color_ejes=magenta})
→ tablero1
dibujar(x2) → tablero1
  
```

### etiqueta\_de\_ejes

Da nombre a los ejes de coordenadas. La primera componente de la lista da nombre al eje de las abscisas, mientras que la segunda lo da al eje de las ordenadas.

*Valores posibles* : cualquier [Lista](#) de dos componentes.

*Valor por defecto* : {,} (una [Lista\\_vacía](#) de dos elementos).

Más información en [opciones tablero](#) , [tablero](#)

### etiqueta\_fuente

#### etiqueta\_fuente

Indica el tipo de fuente que se usa para escribir las etiquetas al tablero.

*Valores posibles* : cualquier objeto de tipo [Fuente](#) .

*Valor por defecto* : {**negrita** =falso ,**cursiva** =falso ,**nombre** ="SansSerif",**tamaño** =12}

#### etiqueta\_fuente

Indica el tipo de fuente que se usa para escribir las etiquetas del tablero.

*Valores posibles* : cualquier objeto de tipo [Fuente](#) .

*Valor por defecto* : {**negrita** =falso ,**cursiva** =falso ,**nombre** ="SansSerif",**tamaño** =12}

Más información en [opciones dibujar](#) , [opciones dibujar3d](#) , [dibujar](#) , [dibujar3d](#)

### evaluar

`evaluar (p:Polinomio ,a:Elemento (Anillo ) )`

Ejemplos

$$\text{evaluar}(x^3+5,7) \rightarrow 348$$

$$\text{evaluar}((x-1) \cdot (x+7),-7) \rightarrow 0$$

`evaluar (p:Polinomio ,{x1 #a1 ,...,xn #an } )`

`evaluar (p:Polinomio ,{x1 =>a1 ,...,xn =>an } )`

Ejemplos

$$\text{evaluar}(x^3+y,\{x \rightarrow z,y \rightarrow 3\}) \rightarrow z^3+3$$

$$\text{evaluar}(x+y,\{x \Rightarrow \text{sen}(t),y \Rightarrow \text{cos}(t)\}) \rightarrow \text{sen}(t) + \text{cos}(t)$$

`evaluar (p:Polinomio ,{a1 ,...,an } )`

Ejemplos

$$\text{evaluar}(x^3+2 \cdot y,\{4,-1\}) \rightarrow 62$$

`evaluar (f:Fracción ,a:Elemento (Anillo ) )`

Ejemplos

$$\text{evaluar}\left(\frac{x^3}{x+1},7\right) \rightarrow \frac{343}{8}$$

$$\text{evaluar}\left(\frac{x^3+2 \cdot y}{x+y},\{4,-1\}\right) \rightarrow \frac{62}{3}$$

$$\text{evaluar}\left(\frac{x^3}{x+1},[4,0]\right) \rightarrow \left[\frac{64}{5},0\right]$$

$$\text{evaluar}\left(\frac{x}{y},\{x \rightarrow 2\}\right) \rightarrow \frac{2}{y}$$

evaluar ( $f:Fracción$  ,  $\{x_1 \#a_1 , \dots, x_n \#a_n \}$  )  
 evaluar ( $f:Fracción$  ,  $\{x_1 \#a_1 , \dots, x_n \#a_n \}$  )

**Ejemplos**

$$\text{evaluar}\left(\frac{x^3}{y}, \{x \rightarrow z, y \rightarrow 3\}\right) \rightarrow \frac{1}{3} \cdot z^3$$

$$\text{evaluar}\left(\frac{x}{y}, \{x \Rightarrow \text{sen}(t), y \Rightarrow \text{cos}(t)\}\right) \rightarrow \frac{\text{sen}(t)}{\text{cos}(t)}$$

evaluar ( $f:Fracción$  ,  $\{a_1 , \dots, a_n \}$  )

**Ejemplos**

$$\text{evaluar}\left(\frac{x^3}{2 \cdot y}, \{4, -1\}\right) \rightarrow -32$$

evaluar

Indica si el elemento se evalúa en el momento de hacer el dibujo o no.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **falso**

evaluar

Indica si el elemento se evalúa en el momento de hacer el dibujo o no.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **falso**

Más información en [opciones dibujar](#) , [opciones dibujar3d](#) , [dibujar](#) , [dibujar3d](#)

### excentricidad

excentricidad ( $c:Cónica$  )

**Ejemplos**

$$\text{excentricidad}(x^2 + y^2 = 1) \rightarrow 0$$

$$\text{excentricidad}\left(\frac{x^2}{2} + y^2 = 1\right) \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\text{excentricidad}(x^2 - y^2 = 1) \rightarrow \sqrt{2}$$

exp

`exp (x:RR )`

$$e = \lim_{x \rightarrow +\infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x$$

**Ejemplos**

- `exp(0)` → 1
- `exp(1)` → e
- `exp(2.4)` → 11.023

Más información en [exponencial](#)

### expandir

`expandir (p:Polinomio )`

**Ejemplos**

- `p=agrupar(x·y+y,y)` →  $(x+1)·y$
- `expandir(p)` →  $x·y+y$

`expandir (f:Fracción )`

**Ejemplos**

- `f=agrupar( $\frac{x}{y},x$ )` →  $\frac{1}{y}·x$
- `expandir(f)` →  $\frac{x}{y}$

### expresión

`expresión (c:Curva /Curva_polar )`

**Ejemplos**

- `expresión(curva(sen(x),x,0..3..0.1))` →  $\text{sen}(x)$
- `expresión(curva({sen(x),cos(x)},0,3))` →  $\{\text{sen}(x),\text{cos}(x)\}$

expresión (t:Cadena )

**Ejemplos**

expresión("1+1") → 2  
 $x$ expresión("1+1") →  $x^2$

**Expresión**

Expresión

**Ejemplos**

es? (sen(x)=0,Expresión) → cierto  
 es? ( $x^2+1 \neq 0$ ,Expresión) → cierto  
 es? ( $x^2+1 \leq 8$ ,Expresión) → cierto  
 es? ( $x^2+1$ ,Expresión) → falso  
 es? ( $\frac{3}{2}$ ,Expresión) → falso  
 es? (punto(0,0),Expresión) → falso

convergente? curva2d función

**extensión**

```

extensión (A:Anillo ,x:Identificador ,f:Polinomio )
extensión (A:Anillo ,f:Polinomio )
extensión (A:Anillo ,x:Identificador ,f:Polinomio ,b:Booleano )

```

```

extensión(A :Anillo,f :Polinomio)=extensión(A,variable f,f)

```

**Ejemplos**

```

k1=Z3 → Z3
k2=extensión(k1,x,t2+1) → Z3 ([x])
torre(k2) → {Z3 ([x]),x1+1,Z3}
k=extensión(Q,x2-2) → Q ([x])
torre(k) → {Q ([x]),x1-2,Q}
k=extensión(Z13,t13-t+1,cierto) → Z13 ([t])

```

**Ejemplos**

```

extensión(Z3,x,t2+1) → Z3 ([x])
extensión(Z3,x,t2+1) → extensión(Z3,x,t2+1)
limpiar x → OK
extensión(Z3,x,t2+1) → Z3 ([x])

```

## Extensión

Extensión

**Ejemplos**

```

R=Zn 8 → Z8
R2=extensión(R,x2+1) → Z8 ([x])
es?(R,Extensión) → falso
es?(R2,Extensión) → cierto

```

```

elemento_adjunto inverso polinomio precedente grado_relativo subextensión?
grado_total torre

```

## externo?

```

externo? (c:Circunferencia ,A:Punto )

```

**Ejemplos**

```

externo?(circunferencia(punto(1,2),5),punto(1,2)) → falso
externo?(circunferencia(punto(0,0),punto(1,0)),punto(0,1)) → falso

```

```
externo? (T:Triángulo ,P:Punto )
```

Ejemplos

```
externo?(triángulo_equilátero(punto(0,0),punto(2,0)),punto(0,0)) → falso
```

```
T=triángulo (punto(1,2),punto(0,0),punto(2,0)) → (1,2) - (0,0) - (2,0)
```

```
externo?(T,punto(3,3)) → cierto
```

```
externo?(T,punto(1,0)) → falso
```

```
externo?(T,punto(1,1)) → falso
```



**factor\_de\_conversión**

`factor_de_conversión (u:Unidad )`

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} \text{factor\_de\_conversión}(\text{dam}) &\rightarrow 10 \text{ dam}^{-1} \text{ m} \\ \text{factor\_de\_conversión}(\text{g}) &\rightarrow \frac{1}{1000} \text{ kg g}^{-1} \end{aligned}$$

`factor_de_conversión (u:Unidad ,u':Unidad )`

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} \text{factor\_de\_conversión}(\text{dam}, \text{dm}) &\rightarrow 100 \text{ dam}^{-1} \text{ dm} \\ \text{factor\_de\_conversión}\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}, \frac{\text{km}}{\text{h}}\right) &\rightarrow \frac{18}{5} \text{ kmm}^{-1} \text{ sh}^{-1} \\ \text{factor\_de\_conversión}(\text{s}, \text{s}) &\rightarrow 1 \text{ unidad\_adimensional} \end{aligned}$$

Más información en [factor de conversión](#)

**factorial**

`n!`  
`factorial (n:ZZ )`

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} 5! &\rightarrow 120 \\ 0! &\rightarrow 1 \\ 1! &\rightarrow 1 \end{aligned}$$

`factorial (n:ZZ,k:ZZ )`

$$n \cdot (n-k) \cdot (n-2k) \cdot \dots \cdot a \text{ con } 1 \leq a < k$$

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} \text{factorial}(10,7) &\rightarrow 30 \\ \text{factorial}(5,1) &\rightarrow 120 \\ \text{factorial}(0,4) &\rightarrow 1 \end{aligned}$$

**factorizar**

factorizar (n:ZZ )

Ejemplos

factorizar(12) →  $2^2 \cdot 3$

factorizar(-120) →  $-1 \cdot 2^3 \cdot 3 \cdot 5$

factorizar (p:Polinomio )

factorizar (p:Polinomio ,A:Anillo )

Ejemplos

factorizar( $x^2 - 1$ ) →  $(x - 1) \cdot (x + 1)$

factorizar( $x^4 + 5 \cdot x^3 + 4 \cdot x^2 - 3 \cdot x + 9$ ) →  $(x + 3)^2 \cdot (x^2 - x + 1)$

factorizar( $x^3 + x, \mathbb{R}$ ) →  $x \cdot (x^2 + 1)$

factorizar( $x^3 + x, \mathbb{C}$ ) →  $x \cdot (x - i) \cdot (x + i)$

factorizar( $x^3 \cdot y^6 + x^3 \cdot z^6 - y^7 \cdot z^2 - y \cdot z^8, \mathbb{Z}$ ) →  $(y^2 + z^2) \cdot (x^3 - y \cdot z^2) \cdot (y^4 - y^2 \cdot z^2 + z^4)$

Ejemplos

factorizar( $y \cdot x^2 - y^2 \cdot x^2$ ) →  $(-y + 1) \cdot y \cdot x^2$

factorizar( $y \cdot x^2 - y^2 \cdot x^2 : \mathbb{Z}[y][x]$ ) →  $(-y^2 + y) \cdot x^2$

factorizar( $x^2 \cdot y^3 - x^2 \cdot y^2 + 2 \cdot y^3 - 2 \cdot y^2, \mathbb{C}$ ) →  $y^2 \cdot (y - 1) \cdot (x - \sqrt{2} \cdot i) \cdot (x + \sqrt{2} \cdot i)$

factorizar( $x^2 \cdot y^3 - x^2 \cdot y^2 - y^3 + y^2 : \mathbb{Z}[y][x], \mathbb{C}$ ) →  $(x - 1) \cdot (x + 1) \cdot (y^3 - y^2)$

factorizar( $x^2 \cdot y^3 - x^2 \cdot y^2 + 2 \cdot y^3 - 2 \cdot y^2 : \mathbb{Z}[y][x], \mathbb{C}$ ) →  $(x - \sqrt{2} \cdot i) \cdot (x + \sqrt{2} \cdot i) \cdot (y^3 - y^2)$

factorizar (p:Polinomio ,K:Cuerpo )

factorizar (p:Polinomio )

Ejemplos

$p = x^4 + x + (1 : \mathbb{Z}_5)$  →  $x^4 + x + 1$

factorizar p →  $(x + 2) \cdot (x^3 + 3 \cdot x^2 + 4 \cdot x + 3)$

factorizar( $x^{10} + 1, \mathbb{Z}_3$ ) →  $(x^2 + 1) \cdot (x^4 + x^3 + 2 \cdot x + 1) \cdot (x^4 + 2 \cdot x^3 + x + 1)$

```
factorizar (p:Polinomio ,o: )
factorizar (p:Polinomio ,A:Anillo ,o: )
```

Ejemplos

```
Op1={multiplicidades=cierto,contar_multiplicidades=cierto};
Op2={multiplicidades=cierto,contar_multiplicidades=falso};
Op3={multiplicidades=falso,contar_multiplicidades=falso};
Op4={multiplicidades=falso,contar_multiplicidades=cierto};
p=x2+2·x+1;
```

```
factorizar(p,Z,Op1) → (x+1)2
```

```
factorizar(p,Z,Op2) → {x+1,x+1}
```

```
factorizar(p,Z,Op3) → {x+1}
```

```
factorizar(p,Z,Op4) → x+1
```

```
factorizar (p:Polinomio ,a )
```

Ejemplos

```
factorizar(x8-x5+ $\frac{x^2}{4}$ +1,i) →  $\frac{1}{4} \cdot (2 \cdot x^4 - x - 2 \cdot i) \cdot (2 \cdot x^4 - x + 2 \cdot i)$ 
```

```
extensión(Q,w2-5) → Q([w])
```

```
factorizar(t4-5,w) → ((w+5)·t2+(-5·w-5))· $\left(\left(-\frac{1}{20} \cdot w + \frac{1}{4}\right) \cdot t^2 + \left(\frac{1}{4} \cdot w - \frac{1}{4}\right)\right)$ 
```

```
((w+5)·t2+(-5·w-5))· $\left(\left(-\frac{1}{20} \cdot w + \frac{1}{4}\right) \cdot t^2 + \left(\frac{1}{4} \cdot w - \frac{1}{4}\right)\right)$  = (t2-w)·(t2+w)
```

Más información en [factorizar](#)

[factorizar\\_en\\_libre\\_de\\_cuadrados](#)

`factorizar_en_libre_de_cuadrados (p:Polinomio ,R:Anillo )`  
`factorizar_en_libre_de_cuadrados (p:Polinomio )`

**Ejemplos**

`factorizar_en_libre_de_cuadrados(x2+2·x+1) → {1,x+1}`  
`factorizar_en_libre_de_cuadrados(2·x3-4·(x2·y)+2·(x·y2)) → {2·x,-x+y}`  
`f=factorizar_en_libre_de_cuadrados(x7+1,Z7) → {1,1,1,1,1,1,x+1}`  
`obtener_dominio(f.2) → Z7[x]`  
`factorizar_en_libre_de_cuadrados(2·x2) → {2,x}`  
`factorizar_en_libre_de_cuadrados(4·x2) → {4,x}`  
`factorizar_en_libre_de_cuadrados(agrupar(x2/y2,x)) → { $\frac{1}{y^2}$ ,x}`

**factorizar\_en\_libre\_de\_cuadrados\_multiplicidad**

`factorizar_en_libre_de_cuadrados_multiplicidad (p:Polinomio ,R:Anillo )`  
`factorizar_en_libre_de_cuadrados_multiplicidad (p:Polinomio )`

**Ejemplos**

`factorizar_en_libre_de_cuadrados_multiplicidad(x2+2·x+1) → {{x+1,2}}`  
`factorizar_en_libre_de_cuadrados_multiplicidad(2·x3-4·(x2·y)+2·(x·y2))`  
`→ {{2·x,1},{-x+y,2}}`  
`factorizar_en_libre_de_cuadrados_multiplicidad(x7+1,Z7) → {{x+1,7}}`

**falso**

falso

**Ejemplos**

`1>4? → falso`  
`falso & cierto → falso`

Más información en [fondo](#) , [negrita](#) , [fuente\\_negrita](#) , [contorno](#) , [evaluar](#) , [llenar](#) , [dimensiones\\_fijas](#) , [cursiva](#) , [fuente\\_italica](#) , [móvil](#) , [mostrar\\_ejes](#) , [mostrar\\_cubo](#) , [mostrar\\_malla](#) , [mostrar\\_etiqueta](#) , [visible](#) , [alambre](#)

**fibonacci**

`fibonacci (n:ZZ )`

`fibonacci(n)=F(n)=0n=01n=1F(n-2)+F(n-1)n≥2`

**Ejemplos**

`fibonacci(43) → 433494437`  
`fibonacci(0)=fibonacci(-2)+fibonacci(-1)? → cierto`

## figura

`figura (f:Función )`

**Ejemplos**

`f=sen(t) → sen(t)`  
`F=figura(sen(t)) → sen(t) con t en  $-\infty..+\infty$`   
`F2=figura( $x^2+y^2=8$ ) →  $x^2+y^2=8$`   
`es?(f,Curva) → falso`  
`es?(F,Curva) → cierto`  
`es?(F2,Figura) → cierto`

## Figura

Figura

**Ejemplos**

`P=punto(0,0) → (0,0)`  
`c=cfr(5) →  $x^2+y^2=25$`   
`es?(P,Figura) → cierto`  
`es?(c,Figura) → cierto`  
`es?( $x^2-1$ ,Figura) → falso`

**Ejemplos 3D**

`Q=punto(1,2,3) → (1,2,3)`  
`p=cubo(4)`  
`→  $\{(-2,-2,-2), (-2,2,-2), (2,2,-2), (2,-2,-2)\}$ --`  
 `$\{(-2,-2,-2), (-2,-2,2), (2,-2,2), (2,-2,-2)\}$ --`  
 `$\{(-2,-2,-2), (-2,-2,2), (-2,2,2), (-2,2,-2)\}$ --`  
 `$\{(2,2,2), (2,2,-2), (2,-2,-2), (2,-2,2)\}$ -- $\{(2,2,2), (2,2,-2), (-2,2,-2), (-2,2,2)\}$ --`  
 `$\{(2,2,2), (2,-2,2), (-2,-2,2), (-2,2,2)\}$`   
`es?(Q,Figura) → cierto`  
`es?(p,Figura) → cierto`  
`es?( $x^2-y^2+z=1$ ,Figura) → falso`

**figura2d**

figura2d (*f:Función* )

**Ejemplos**

- f=sen(t) → sen(t)
- F=figura2d(sen(t)) → sen(t) con t en  $-\infty..+\infty$
- F2=figura2d( $x^2-y^2=8$ ) →  $x^2-y^2-8=0$
- es?(f,Curva) → falso
- es?(F,Curva) → cierto
- es?(F2,Figura) → cierto

**Figura2d**

Figura2d

Punto , Recta , Circunferencia , Arco , Segmento , Triángulo , Poligonal o Cónica

**Ejemplos**

- P=punto(0,0) → (0,0)
- c=cfr(P,3) →  $x^2+y^2=9$
- a=arco(c,0, $\pi$ ) → centro: (0,0) radio: 3 ángulo\_inicial: 0 amplitud:  $\pi$
- es?(P,Figura2d) → cierto
- es?(c,Figura2d) → cierto
- es?(a,Figura2d) → cierto
- es?( $x^2-1$ ,Figura2d) → falso

**figura3d**

figura3d (*f:Función* )

**Ejemplos**

- f=sen(t) → sen(t)
- F=figura3d(sen(t)) → sen(t) con (t en  $-\infty..+\infty$ ) & (y en  $-\infty..+\infty$ )
- F2=figura3d( $x \cdot y=5$ ) →  $x \cdot y-5=0$
- es?(f,Superficie) → falso
- es?(F,Superficie) → cierto
- es?(F2, Figura) → cierto

**Figura3d**


Figura3d

Punto3d , Recta3d , Plano3d , Poligonal3d , Poliedro3d , Cuádrica3d o Segmento3d

**Ejemplos 3D**

- C=curva3d({sen(t), cos(t), t}, t, -10, 10) → {sen(t), cos(t), t} con t en -10..10
- es?(C, Figura3d) → cierto
- es?( $x^2+y^2+z^2=1$ , Figura3d) → falso
- es?(poliedro(6,2), Figura3d) → cierto


**fin**

mientras...: Icono , sentencia  
mientras B hacer A fin

Repite las instrucciones de A mientras se cumple la condición B .

**Ejemplos**



- wiriplus\_1\_Eliminate\_powers\_of\_2\_in\_x
- x=344 → 344
- factorizar(x) →  $2^3 \cdot 43$
- mientras resto(x,2)=0 hacer → 43
- $x = \frac{x}{2}$
- fin

para...: Icono , sentencia  
para R hacer A fin

Repite las instrucciones de A según el recorrido de R .

**Ejemplos**

- L={ } → { }
- para a en {1,9,3,10} hacer → {1,81,9,100}
- L=adjuntar(L,a<sup>2</sup>)
- fin

si...: Icono  o , sentencia  
si B entonces A fin  
si B entonces A sino A2 fin  
si B entonces A sino\_si B2 entonces A2 sino A3 fin

Realiza las instrucciones de  $A$  si se cumple la condición  $B$ . En caso de no cumplirse la condición y, si hay una instrucción `sino`, entonces realiza las instrucciones de  $A2$ . También existe la posibilidad de condicionantes múltiples y diversos grupos de instrucciones con la inserción de condicionales del tipo `sino_si` a través del menú de la pestaña de programación.

Ejemplos

```

pos? (x) := si x ≥ 0 entonces
    cierto
sino
    falso
fin ;
pos? (3) → cierto
pos? (-5) → falso
pos? (0) → cierto

f(x) := si 0 < x ∧ x < 2 entonces
    0
sino
    x2
fin ;
f(1.2) → 0
f( $\frac{8}{3}$ ) →  $\frac{64}{9}$ 
                
```

### finito?

finito? (A:Anillo )

Ejemplos

```

finito?(Zn 7) → cierto
finito?(Z) → falso
                
```

### Flotante

Flotante

Ejemplos

```

es?(3.14159, Flotante) → cierto
es?(2.0, Flotante) → cierto
es?(π, Flotante) → falso
es?( $\frac{3}{2}$ , Flotante) → falso
es?(√2, Flotante) → falso
                
```

### focos



focos (*p:Parábola* )

Ejemplos

```
focos( $y^2=2\cdot 4\cdot x$ ) → (2,0)
focos( $x^2=2\cdot 3\cdot y$ ) →  $(0, \frac{3}{2})$ 
p=parábola(3) →  $-x^2+6\cdot y=0$ 
dibujar(p) → tablero1
dibujar(focos(p),{color=azul}) → tablero1
```

focos (*c:Elipse /Hipérbola /Cónica\_centrada* )

Ejemplos

```
focos(cónica([3,2,1],[2,4,-5],[1,-5,-20])) → {(1.4697,-0.38884),(-4.9697,4.6388)}
focos(ellipse(2,1,punto(0,0),0)) → {( $\sqrt{3}$ ,0),(- $\sqrt{3}$ ,0)}
```

## fondo

fondo

Ejemplos

```
escribir("Picto ergo suma", punto(1,1),{fondo=falso,color_de_fondo=gris_claro})
→ tablero1
escribir("Picto ergo suma", punto(1,-1),{fondo=cierto,color_de_fondo=gris_claro})
→ tablero1
```

fondo

Indica si se tiene que pintar o no el fondo correspondiente al objeto que se representa.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **falso**

Más información en [opciones](#) [escribir](#) , [caja\\_de\\_texto](#)

## forma\_normal\_de\_smith

`forma_normal_de_smith (M:Matriz )`

**Ejemplos** `forma_normal_de_smith`  $\left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 7 \end{pmatrix} \right) \rightarrow [1,1,6]$

**Fracción**

Fracción

Icono 

**Ejemplos**

- `es?`  $\left( \frac{x-1}{x+1}, \text{Fracción} \right) \rightarrow$  cierto
- `es?`  $\left( x^2-2, \text{Fracción} \right) \rightarrow$  falso
- `es?`  $\left( \frac{1}{3}, \text{Fracción} \right) \rightarrow$  falso
- `es?`  $\left( \frac{1}{3}, \text{Racional} \right) \rightarrow$  cierto
- `es?`  $\left( \frac{x^2-3}{2}, \text{Fracción} \right) \rightarrow$  falso
- `es?`  $\left( \frac{x^2-3}{2}, \text{Polinomio} \right) \rightarrow$  cierto

[todas\\_las\\_variables](#) [grado](#) [den](#) [denominador](#) [denominador](#) [evaluar](#) [expandir](#)  
[mcd](#) [mcm](#) [num](#) [num](#) [numerador](#) [numerador](#) [fracciones\\_simples](#) [variable](#) [variables](#)

**fracciones\_simples**

fracciones\_simples ( $f$ :Fracción )  
 fracciones\_simples ( $f$ :Fracción , $A$ :Anillo )

$$f = g + \frac{h_{ij}}{q_i^j}$$

**Ejemplos**

- fracciones\_simples  $\left(\frac{x-1}{x^2-9}, \mathbb{Z}\right) \rightarrow \left\{\left\{\frac{1}{3}, x-3\right\}, \left\{\frac{2}{3}, x+3\right\}\right\}$
- fracciones\_simples  $\left(\frac{x-1}{x^2+1}, \mathbb{C}\right) \rightarrow \left\{\left\{\frac{1}{2} + \frac{i}{2}, x-i\right\}, \left\{\frac{1}{2} - \frac{i}{2}, x+i\right\}\right\}$
- fracciones\_simples  $\left(\frac{x^3}{x+1}\right) \rightarrow \left\{\{x^2-x+1, 1\}, \{-1, x+1\}\right\}$

### frobenius

frobenius ( $a$ :Elemento (Cuerpo ) )  
 $a^p$ ,  $p$ =característica (K),  $K$ =cuerpo ( $a$ )

**Ejemplos**

- $K = \text{cuerpo\_finito}(5^3, t) \rightarrow \mathbb{Z}_5([t])$
- frobenius( $t$ )  $\rightarrow 4 \cdot t^2 + t + 1$
- $K = \text{cuerpo\_finito}(13^2, x) \rightarrow \mathbb{Z}_{13}([x])$
- frobenius( $x$ )  $\rightarrow 12 \cdot x$

frobenius ( $K$ :Cuerpo )  
 frobenius (cardinal (K))

**Ejemplos**

- $K = \text{cuerpo\_finito}(5^3, t) \rightarrow \mathbb{Z}_5([t])$
- frobenius( $K$ )  $\rightarrow x \mapsto x^{125}$
- frobenius( $\mathbb{Z}_5$ )  $\rightarrow x \mapsto x^5$

### fuenta

tamaño

Valores posibles :  
 Valor por defecto : 12

**nombre**

Valores posibles: "Serif" , "SansSerif" o "Monospaced"

Valor por defecto: "SansSerif"

**negrita**

Valores posibles: cierto o falso

Valor por defecto: falso

**cursiva**

Valores posibles: cierto o falso

Valor por defecto: falso

Más información en [fuente](#) , [fuente](#) , [fuente](#) , [fuente](#) , [fuente](#) , [fuente](#) , [fuente](#) , [fuente](#)

**Fuente**

Más información en [fuente\\_ejes](#) , [fuente](#) , [etiqueta\\_fuente](#)

**fuente****fuente**

Las principales opciones del comando `fuente` son:

**cursiva**

Valores posibles: cierto o falso

Valor por defecto: falso

**negrita**

Valores posibles: cierto o falso

Valor por defecto: falso

**tamaño**

Valores posibles:

Valor por defecto: 12

**nombre**

Valores posibles: "Serif" , "SansSerif" o "Monospaced"

Valor por defecto: "SansSerif"

Ejemplos

```
F=fuente ({negrita=cierto, tamaño=40})
→ {negrita=cierto,cursiva=falso,nombre=SansSerif,tamaño=40}
escribir ("OK",punto(0,0),{fuente=F, color=rojo}) → tablero1
```

### fuente\_ejes

fuente\_ejes

```
tablero1=tablero (□) → tablero1
atributos
(tablero1,{estilo_de_ejes="flecha_xy", fuente_ejes={tamaño=20, negrita = cierto}})
→ OK
dibujar (tablero1,sen(x)) → tablero1
```

fuente\_ejes

Indica la fuente que se usa para escribir el texto y los valores que acompañan los ejes.

Valores posibles : cualquier objeto de tipo [Fuente](#) .

Valor por defecto : {[negrita](#) =falso ,[cursiva](#) =falso ,[nombre](#) ="SansSerif",[tamaño](#) =10}

Más información en [opciones tablero](#) , [tablero](#)

### fuente\_itálica

fuente\_itálica

Indica si el texto usa letra cursiva.

Valores posibles : true, false. [cierto](#) y [falso](#)

Valor por defecto : [falso](#)

Más información en [opciones escribir](#) , [caja\\_de\\_texto](#)

### fuente\_negrita

fuente\_negrita

Indica si el texto del tablero usa letra en negrita.

Valores posibles : true, false. [cierto](#) y [falso](#)

Valor por defecto : [falso](#)

Más información en [opciones escribir](#) , [caja\\_de\\_texto](#)

### función

función (E:Expresión ,x:Identificador )

**Ejemplos**

- $\sqrt{x} \rightarrow \sqrt{x}$
- función( $\sqrt{x}, x$ )  $\rightarrow x \mapsto \sqrt{x}$
- función( $x^2 + y^2 - z^2, z$ )  $\rightarrow z \mapsto x^2 + y^2 - z^2$


**Función**

**Funciones**

Una de las capacidades más valiosas de **wiris** es que nos permite definir nuevas funciones, de manera que estas funciones tienen la misma consideración que las que **wiris** ya tiene incorporadas. Los argumentos de estas funciones pueden ser cualquier objeto matemático.

En este apartado aprendemos cómo se definen las funciones y cómo se usan. También estudiaremos varias funciones de variable real de uso fundamental en matemáticas y que **wiris** tiene incorporadas.

**Definición de funciones** ▲

Para definir funciones, usamos el símbolo **:=**, creado con el teclado o con el icono . A la izquierda de este símbolo escribimos el nombre de la función seguido de la lista de argumentos de la función entre paréntesis, y a la derecha escribimos el cuerpo de la función, es decir, las operaciones que queremos realizar con los argumentos.

Una función puede tener tantos argumentos como queramos o incluso ninguno. En el cuerpo de la función, se pueden usar otras funciones ya definidas. Para aplicar la función a unos valores concretos, escribimos el nombre de la función seguido de los valores de los argumentos separados por comas y entre paréntesis (esta estructura se llama **Secuencia** ).

Si intentamos aplicar una función que no está definida, no se realiza ningún cálculo.

**Ejemplos**

- $f(x) := x^2 + 1 \rightarrow x \mapsto x^2 + 1$
- $f(2) \rightarrow 5$
- $f(3) \rightarrow 10$
- $f(y+1) \rightarrow y^2 + 2 \cdot y + 2$

La función **f** del ejemplo anterior tiene un único argumento, pero, tal y como ya hemos dicho, el número de argumentos puede ser cualquier número no negativo. Además, una misma función puede tener diferentes definiciones dependiendo del número de argumentos que reciba.

Ejemplos

```

g(a):=a+1 → a→a+1
g(a,b):=máximo(a,b) → (a,b)→max(a,b)
g(a,b,c):=mínimo(a,b,c) → (a,b,c)→min(a,b,c)
g():=2 → nulo→2
g(3) → 4
g() → 2
g(3,-4) → 3
g(3,-4,1) → -4
g(x,y,z,t) → g(x,y,z,t)

```

Una función también puede tener más de una definición según el dominio de sus argumentos. Para especificar, en la definición de una función, el dominio de uno de sus argumentos, escribimos el argumento, seguido del carácter `:` y del nombre del dominio. También podemos definir una función para un objeto concreto. Los ejemplos siguientes ilustran todas estas posibilidades. Notemos que el comando `definición`, aplicado a una función, nos muestra las definiciones de esta función.

Ejemplos

```

f(a:Z):=a+1 → a:Z→a+1
f(a:Q):=1/a → a:Q→1/a
f(3):=9 → 3→9
f(a):={a,a,a} → a→{a,a,a}
definición(f) → {3→9,a:Z→a+1,a:Q→1/a,a→{a,a,a}}

f(5) → 6
f(1/7) → 7
f(3) → 9
f(x+1) → {x+1,x+1,x+1}

```

Un comando útil para definir una función que se evaluará de una manera para determinados elementos de su dominio de aplicación y de otra manera en otro subconjunto del dominio es el comando `comprobar`. Debemos escribirlo entre los argumentos de la función y el símbolo `:=` en la forma `check <condición>`, donde `<condición>` es una expresión booleana (es decir, una expresión que siempre podrá evaluarse como `cierto` o `falso`) construida a partir de los argumentos de la función. De esta manera, podemos con ellas definir funciones a trozos que, sin embargo, no se convierten en elementos analíticos (se pueden evaluar pero no calcular límites, derivarlas, ni integrarlas).

`comprobar <condición> comprobar <condición>`

Ejemplos

```


myabs(x)comprobar x≥0:=x → x comprobar x≥0→x
myabs(x)comprobar x≤0:=-x → x comprobar x≤0→-x

myabs(5) → 5
myabs(-12) → 12

```

Los nombres que podemos dar a las funciones tienen la misma forma que los que podemos dar a las `variables`.

Las funciones, como cualquier objeto en `wiris`, son entidades independientes del nombre que se les da. Por ejemplo, la función que, dado un número, lo eleva al cuadrado y le suma 1 puede ser considerada en sí misma, aun cuando a

menudo nos convendrá darle un nombre para poder trabajar con comodidad. Una función a la cual no asignamos ningún nombre, se llama una función anónima. Las funciones anónimas se definen con el icono , que es equivalente a  $-->$ , escribiendo sus argumentos, entre paréntesis, a la izquierda del símbolo  $-->$  y el cuerpo de la función a la derecha de este símbolo. Notemos que el comando `definición` devuelve, como se ha visto en ejemplos anteriores, una lista de funciones anónimas.

**Ejemplos**


```

x → x2+1 → x → x2+1
(x,y) → sen(x) + cos(y) → (x,y) → sen(x) + cos(y)
x : ℝ → ex → x : ℝ → ex
f = x → x2+1 → x → x2+1
f(6) → 37
f' → x → 2 · x
    
```

Si hemos definido una función y queremos que vuelva a quedar libre, debemos aplicarle el comando `limpiar`.

**Funciones reales** ▲

Vamos a descubrir ahora algunas de las funciones reales predefinidas en `wiris` y que se corresponden con funciones matemáticas básicas.

**raíz cuadrada:** Icono , comando `raíz2` o `raíz_cuadrada`

Calcula una raíz cuadrada del argumento que recibe. Una forma alternativa de calcular la raíz cuadrada de un número es elevarlo a 1/2. El `sqrtsquare_roots` calculan todas las raíces cuadradas de un número real.

1/2 comando `raíces2` o `raíces_cuadradas`

**Ejemplos**

```

√9 → 3
√7 → √7
√12 → 2 · √3
√(12/5) → (2 · √15) / 5
raíz2(25) → 5
raíces2(9) → {3, -3}
raíces2(7) → {√7, -√7}
raíces2(12) → {2 · √3, -2 · √3}
raíces_cuadradas(25) → {5, -5}
    
```

**raíz:** Icono , comando `raíz`

Calcula la raíz  $n$ -ésima de  $x$ , donde  $x$  es el primer argumento (el de la caja principal si hemos utilizado el icono) y  $n$  el segundo (el de la caja superior). Como en el caso anterior, el cálculo de la raíz  $n$ -ésima es equivalente a elevar  $x$  a  $1/n$ . El comando `raíces` calcula todas las raíces complejas (o reales) de un número real.



Ejemplos

$$\sqrt[3]{125} \rightarrow 5$$

$$\sqrt[4]{7} \rightarrow \sqrt[4]{7}$$

$$\sqrt[3]{-8} \rightarrow -2$$

$$\sqrt[3]{16} \rightarrow 2 \cdot \sqrt[3]{2}$$

$$\text{raiz}(1,3) \rightarrow 1$$

$$\text{raices}(125,3) \rightarrow \left\{ 5, -\frac{5}{2} + \frac{5 \cdot \sqrt{3} \cdot i}{2}, -\frac{5}{2} - \frac{5 \cdot \sqrt{3} \cdot i}{2} \right\}$$

$$\text{raices}(7,4) \rightarrow \{ \sqrt[4]{7}, \sqrt[4]{7} \cdot i, -\sqrt[4]{7}, -\sqrt[4]{7} \cdot i \}$$

$$\text{raices}(16,3) \rightarrow \{ 2 \cdot \sqrt[3]{2}, -\sqrt[3]{2} + \sqrt[6]{108} \cdot i, -\sqrt[3]{2} - \sqrt[6]{108} \cdot i \}$$

$$\text{raices}(1,3) \rightarrow \left\{ 1, -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3} \cdot i}{2}, -\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3} \cdot i}{2} \right\}$$

### trigonométricas:

Las funciones trigonométricas son las siguientes: , sin, cos, tan, cosec, sec, cotan

Corresponden, respectivamente, a seno, coseno, tangente, cosecante, secante y cotangente. El argumento de estas funciones se supone expresado en radianes. Si queremos usar grados, lo podemos hacer mediante el símbolo  $^{\circ}$  , que se encuentra a la pestaña de Unidades .

sen  
cosec

cos  
sec

tan  
cotan

Las funciones trigonométricas inversas que incorpora **wiris** son: , asin, acos, atan

Corresponden, respectivamente, al arco seno, el arco coseno y el arco tangente. El argumento de estas funciones es un número real. El resultado de todas ellas es la determinación principal de la función, expresada en radianes (la misma que nos dan las teclas sin-1, cos-1 i tan-1 de las calculadoras de bolsillo). Si queremos la respuesta en grados, podemos usar la función **convertir** .

asen

acos

atan

sen<sup>-1</sup> cos<sup>-1</sup> tan<sup>-1</sup>

Ejemplos

$$\text{sen}(0) \rightarrow 0$$

$$\text{sen}(45^{\circ}) \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2}$$



$$\text{cos}\left(\frac{\pi}{3}\right) \rightarrow \frac{1}{2}$$



$$\text{tan}\left(\frac{\pi}{4}\right) \rightarrow 1$$

$$\text{tan}(90^{\circ})$$

$$\text{atan}(1) \rightarrow \frac{\pi}{4}$$

$$\text{convertir}(\text{atan}(1),^{\circ}) \rightarrow 45. ^{\circ}$$

exponencial: comando `exp` , Icono  o 


Calcula el resultado de aplicar la función exponencial a su único argumento (es decir, el número que resulta de elevar el número e al argumento). Con el icono , se obtienen valores exactos (esto es, sin evaluar) y con  se obtienen valores aproximados. **wiris** también incorpora la exponencial compleja.

e

<b>Ejemplos</b>	<code>exp(2)</code> → $e^2$
	<code>exp(2.0)</code> → 7.3891
	$e^4 \cdot e^{-6}$ → $\frac{1}{e^2}$


logaritmo: comando `ln` o `log`

Si los comandos anteriores reciben un único argumento, calcularan el logaritmo neperiano y decimal, respectivamente. Si `log` recibe dos argumentos, *a* y *b* , calcula el logaritmo de *a* en base *b* .

ba calcula el logaritmo de *a* en base *b* . Es equivalente a  $\log(a,b)$ . Recordemos que para crear un subíndice usaremos el icono 

`logb (a)` `log (a,b)` `log (a,b)`

<b>Ejemplos</b>	<code>ln(e<sup>2</sup>)</code> → 2
	<code>log(1000)</code> → 3
	<code>log(12345)</code> → 4.0915
	<code>log(7<sup>3</sup>,7)</code> → 3.
	<code>log(2,10)</code> → 0.30103
	<code>log<sub>10</sub> (1000)</code> → 3.
	<code>log<sub>7</sub> (7<sup>3</sup>)</code> → 3.
	<code>log<sub>3</sub> (9)</code> → 2.

valor absoluto: Icono , comando `absoluto`

Calcula el valor absoluto del argumento.

<b>Ejemplos</b>	<code>  -3  </code> → 3
	<code>  <math>\frac{5}{2}</math>  </code> → $\frac{5}{2}$
	<code>absoluto (-13)</code> → 13

**signo:** comando [signo](#)

Permite obtener el signo de un número real. Devuelve 1 si el número es positivo, -1 si es negativo y 0 si no es ninguno de ambos.

**Ejemplos**

- `signo(-3)` → -1
- `signo( $\frac{5}{2}$ )` → 1
- `signo(0)` → 0

**máximo:** comando [máximo](#) o [max](#)

Calcula el máximo de los argumentos que recibe la función. Si el argumento es una [Lista](#) o [Vector](#), calcula el máximo de sus elementos.

**mínimo:** comando [mínimo](#) o [min](#)

Calcula el mínimo de los argumentos que recibe la función. Si el argumento es una [Lista](#) o [Vector](#), calcula el mínimo de sus elementos.

**Ejemplos**

- `máximo(2,-5)` → 2
- `mínimo(2,-5)` → -5
- `máximo(2,-1,3,-4)` → 3
- `mínimo(2,-1,3,-4)` → -4
- `máximo([42,-61,37,-4])` → 42
- `mínimo([42,-61,37,-4])` → -61

## Función

**Ejemplos**

- `es?( $x \mapsto x+1$ , Función)` → cierto
- `es?( $\text{sen}(x)$ , Función)` → falso
- `es?( $f(x) := \text{sen}(x)$ , Función)` → cierto
- `es?( $\sqrt{2}$ , Función)` → falso

[atributos3d](#) [composición](#) [máximo\\_con\\_restricciones](#) [máximo\\_con\\_restricciones](#) [mínimo\\_con\\_restricciones](#) [mínimo\\_con\\_restricciones](#) [curva2d](#) [defecto](#) [figura](#) [figura2d](#) [figura3d](#) [aplicar\\_función](#) [punto\\_más\\_cercano2d](#) [punto\\_más\\_cercano3d](#) [derivada\\_numérica](#) [integral\\_numérica](#) [dibujar](#) [dibujar2d](#) [dibujar3d](#) [seleccionar](#) [serie](#) [ordenar](#) [serie\\_de\\_taylor](#)

## Función

Ejemplos

- dirac (f:Función) :=f(0);
- dirac (x→x+12) → 12
- dirac (sen) → 0

**función\_identidad**

función\_identidad (x:Cualquier )

Ejemplos

- función\_identidad (z) → z

## g

## girar

`girar (l:Relación | Divisor | Tabla | Regla )`

`girar (l)=l`

**Ejemplos**

- `girar({a→1,b→3,c→4}) → {a→1,b→3,c→4}`
- `girar([a→1,b→3,c→4]) → [a→1,b→3,c→4]`
- `girar({a=1,b=3,c=4}) → {c=4,b=3,a=1}`
- `girar({x⇒2,y⇒7}) → {x⇒2,y⇒7}`
- `{a=3} → {a=3}`

`girar (l:Lista | Vector )`

`girar (l)=longitud (l)..1..-1`

**Ejemplos**

- `girar({a,b,c,d,e}) → {e,d,c,b,a}`
- `girar([x,x2,x3]) → [x3,x2,x]`
- `girar({1,x,4,3,6}) → {6,3,4,x,1}`

`girar (l:Recorrido )`

`girar (a..b..k)=b..a..-k`

**Ejemplos**

- `girar(1..8..2) → 8..1..-2`
- `girar(10..20) → 20..10..-1`

## grado

`grado (p:Polinomio )`

**Ejemplos**

- `grado(x6+5) → 6`
- `p=x6·y+y3+4 → x6·y+y3+4`
- `grado(p) → 7`

```
grado (p:Polinomio ,i:ZZ )
grado (p:Polinomio ,x:Identificador )
```

**Ejemplos**

```
p=x6·y+y3+4 → x6·y+y3+4
grado(p,x) → 6
grado(p,2) → 3
```

```
grado (f:Fracción )
grado (f:Fracción ,t:Identificador )
```

**Ejemplos**

```
grado((x+1)/(x-2)) → 0
grado((x+1)/(y2-2)) → -1
grado((x+1)/(y2-2),x) → 1
```

```
grado (u:Unidad )
```

**Ejemplos**

```
grado(m2) → 2
grado(g) → 1
grado(Ja) → a
```

### **grado\_relativo**

```
grado_relativo (B:Extensión ,A:Extensión )
grado_relativo (B:Extensión )
```

**Ejemplos**

```
R1=cuerpo_finito(79,x) → Z7 ([x])
grado_relativo(R1) → 9
R2=extensión(R1,y5+y+1) → Z7 ([x]) ([y])
grado_relativo(R2,R1) → 5
grado_relativo(R2,Z7) → 45
```

### **grado\_total**

`grado_total (A:Extensión )`

**Ejemplos**

- `k1=extensión( $\mathbb{Z}_{17}, x, t^3-5$ ) →  $\mathbb{Z}_{17}([x])$`
- `k2=extensión(k1,y,t2+t+5) →  $\mathbb{Z}_{17}([x])([y])$`
- `grado_total(k1) → 3`
- `grado_relativo(k2,k1) → 2`
- `grado_total(k2) → 6`
- `grado_relativo(k2, $\mathbb{Z}_{17}$ ) → 6`

### **grados\_minutos\_segundos**

`grados_minutos_segundos (x:Cantidad )`

**Ejemplos**

- `grados_minutos_segundos(180.5°) → 180 ° 30 '`
- `grados_minutos_segundos(180.5050°) → 180. ° 30. ' 18. "`
- `grados_minutos_segundos(1rad) → 57. ° 17. ' 44.806 "`

### **gráfica\_de\_cajas**

`gráfica_de_cajas (VA:Dato_estadístico )`

**Ejemplos**

- `gráfica_de_cajas({1,2,-3,2,5,7,-5}) → tablero1`
- `gráfica_de_cajas[1.2→3, 3→1, 5→1] → plotter2`
- `gráfica_de_cajas[5→1, 7→2] → plotter3`
- `gráfica_de_cajas[a→{1,2,-2,1}, b→[1→2, 2→1, -2→1]] → plotter4`

### **gris**

Más información en [color](#)

### **gris**

#### **gris**

`gris = {128,128,128}`

### **gris\_claro**

Más información en [color](#)

***gris\_claro***

**gris claro**

`gris_claro` = {64,64,64}

***gris\_oscuro***

Más información en [color](#)

***gris\_oscuro***

**gris oscuro**

`gris_oscuro` = {192,192,192}



h


**hacer**

**mientras...:** Icono , sentencia  
**mientras**  $B$  **hacer**  $A$  **fin**

Repite las instrucciones de  $A$  mientras se cumple la condición  $B$  .

**Ejemplos**

```
wirisplus_1_Eliminate_powers_of_2_in_x
x=344 → 344
factorizar(x) → 23·43
mientras resto(x,2)=0 hacer → 43
  x =  $\frac{x}{2}$ 
fin
```


**para...:** Icono , sentencia  
**para**  $R$  **hacer**  $A$  **fin**

Repite las instrucciones de  $A$  según el recorrido de  $R$  .

**Ejemplos**

```
L={ } → { }
para a en {1,9,3,10} hacer → {1,81,9,100}
  L=adjuntar(L,a2)
fin
```

**hasta**

**repetir...:** Icono , sentencia  
**repetir**  $A$  **hasta**  $B$

Repite las instrucciones de  $A$  hasta que se cumple la condición  $B$  .

**Ejemplos**

```
wirisplus_1_Eliminate_powers_of_2_in_x
x=344 → 344
factorizar(x) → 23·43
repetir → 43
  x =  $\frac{x}{2}$ 
hasta resto(x,2) ≠ 0
```

**hipérbola**

hipérbola (a:RR,b:RR,C:Punto ) =hipérbola (a,b,C,[1,0])

hipérbola (a:RR,b:RR,v:Vector ) =hipérbola (a,b,punto (0,0),v)

hipérbola (a:RR,b:RR ) =hipérbola (a,b,punto (0,0),[1,0])

hipérbola (a:RR,b:RR,C:Punto ,v:Vector )

<b>Ejemplos</b>	hipérbola(2,1,punto(0,0),0) → $\frac{1}{4} \cdot x^2 - y^2 - 1 = 0$
	hipérbola(2,1) → $\frac{1}{4} \cdot x^2 - y^2 - 1 = 0$
	hipérbola(4,3,punto(2,-1),[0,1]) → $-\frac{1}{9} \cdot x^2 + \frac{4}{9} \cdot x + \frac{1}{16} \cdot y^2 + \frac{1}{8} \cdot y - \frac{199}{144} = 0$

**Hipérbola**

Hipérbola

<b>Ejemplos</b>	E=elipse ( $x^2 + 2 \cdot y^2 = 5$ ) → $-x^2 - 2 \cdot y^2 + 5 = 0$
	H=hipérbola(2,1) → $\frac{1}{4} \cdot x^2 - y^2 - 1 = 0$
	es? (E,Hipérbola) → falso
	es? (H,Hipérbola) → cierto

atributos3d centro focos punto\_más\_cercano2d punto\_más\_cercano3d dibujar  
dibujar2d dibujar3d punto

**hipérbola\_de\_apolonio**

`hipérbola_de_apolonio (c:Cónica ,p:Punto )`

**Ejemplos**

```
hipérbola_de_apolonio(hipérbola(2,1,punto(0,0)),punto(2,1)) →  $\frac{5}{4} \cdot x \cdot y - \frac{1}{4} \cdot x - 2 \cdot y = 0$ 
hipérbola_de_apolonio(parábola(2,punto(0,0), $\frac{\pi}{2}$ ),punto(-1,-1)) →  $-x \cdot y - 3 \cdot x - 2 = 0$ 
hipérbola_de_apolonio(cónica([[ -1,0,-2],[0,0,-3],[ -2,-3,-10]]),punto(0,1))
→  $-x \cdot y + 4 \cdot x - 2 \cdot y + 2 = 0$ 
```

## homotecia

`homotecia (centro :Punto ,razón :Real ,f:Figura )`

**Ejemplos**

```
f=triángulo(punto(1,1),punto(-1,0),punto(-1,1));
c=punto(0,0) → (0,0)
h:=homotecia(c,5,f) → homotecia(c,5,f)
dibujar(c,{color=azul}) → tablero1
dibujar(f,{color=verde}) → tablero1
dibujar(h,{color=rojo}) → tablero1
```

**Ejemplos 3D**

```
f=cubo(punto(-3,-3,-3),2);
c=punto(2,1,1) → (2,1,1)
h:=homotecia(c,2,f) → homotecia(c,2,f)
dibujar3d(c,{color=azul}) → tablero1
dibujar3d(f,{color=verde}) → tablero1
dibujar3d(h,{color=rojo}) → tablero1
```

## householder

`householder (v:Vector )`

**Ejemplos**

```
householder([1,2]) →  $\begin{pmatrix} 0.44721 & 0.89443 \\ 0.89443 & -0.44721 \end{pmatrix}$ 
```

*i*

Icono 

*i*

$$i = \sqrt{-1}$$

Ejemplos

$$\begin{cases} i^2 \rightarrow -1 \\ (1+i)^2 \rightarrow 2 \cdot i \end{cases}$$

*icosaedro*

*icosaedro* (*c:Real* )

*icosaedro*(*c*)=*icosaedro*(punto(0,0,0),*c*)

Ejemplos 3D

```
t=icosaedro(5.1);
dibujar3d(t,{color=gris,anchura_linea=3,llenar=cierto}) → tablero1
```

*icosaedro*

*icosaedro*()=*icosaedro*(1)

*icosaedro* (*p:Punto* ,*c:Real* )

Ejemplos 3D

```
t=icosaedro(punto(4,0,0),5.1);
dibujar3d(t,{color=gris,anchura_linea=3}) → tablero1
```

*identidad*

identidad (*p*:Permutación )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} p = \text{permutación}\{1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 7, 7 \rightarrow 3\} \rightarrow [2, 1, 7, 4, 5, 6, 3] \\ \text{identidad } p \rightarrow [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7] \end{array} \right.$

### identidad?

identidad? (*p*:Permutación )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} p = \text{permutación}\{1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 1\} \rightarrow [2, 1] \\ \text{uno?}(p) \rightarrow \text{falso} \\ \text{uno?}(p^2) \rightarrow \text{cierto} \end{array} \right.$

### Identificador

Identificador

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} x \rightarrow x \\ \text{es?}(x, \text{Identificador}) \rightarrow \text{cierto} \\ \text{es?}(\pi, \text{Identificador}) \rightarrow \text{falso} \\ \text{es?}(\sqrt{3}, \text{Identificador}) \rightarrow \text{falso} \end{array} \right.$

polinomio anulador polinomio anulador pertenece\_a\_dominio? coeficientes  
 nombre\_variable\_compleja curva2d definición grado derivar discontinuidades  
 dominio extensión cuerpo\_finito función integrar interpolar  
 polinomio\_irreducible polinomios\_irreducibles límite maclaurin maclaurin  
 polinomio\_mínimo dibujar2d dibujar3d polinomio progresión representar  
 resultante matriz\_resultante resolver\_inecuación taylor taylor taylor  
 unidad

### imagen

`imagen (A:Matriz )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{imagen} \left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 5 \\ 4 & 5 & 6 & 7 \\ 7 & 8 & 9 & 9 \end{pmatrix} \right) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 5 \\ 7 & 8 \end{pmatrix} \end{array} \right.$

`imagen (l )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{imagen}\{a \rightarrow 1, b \rightarrow \text{nulo}, c \rightarrow x\} \rightarrow \{1, x\} \\ \text{imagen}[a \rightarrow 1, b \rightarrow 0, c \rightarrow 3] \rightarrow \{1, 3\} \\ t = \{a = \text{"punto"}, b = \text{"recta"}\} : \text{Tabla} \rightarrow \{a = \text{point}, b = \text{line}\} \\ \text{imagen}(t) \rightarrow \{\text{point}, \text{line}\} \end{array} \right.$

***implicar***

`implicar (D1 :Dominio ,D2 :Dominio )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{implicar?}(\mathbb{Z}, \mathbb{R}) \rightarrow \text{cierto} \\ \text{implicar?}(\mathbb{Z}, \mathbb{Q}) \rightarrow \text{cierto} \\ \text{implicar?}(\mathbb{Q}, \mathbb{Z}) \rightarrow \text{falso} \\ \text{implicar?}(\mathbb{R}, \mathbb{Q}) \rightarrow \text{falso} \end{array} \right.$

***implicar?***

`implicar? (D1 :Dominio ,D2 :Dominio )`

***incentro***

`incentro (A:Punto ,B:Punto ,C:Punto )`

Ejemplos

`incentro(punto(1,0),punto(0,0),punto(0,1))` →  $\left(-\frac{\sqrt{2}}{2}+1, -\frac{\sqrt{2}}{2}+1\right)$

Ejemplos 3D

```
estado_geometria("3d");
A=punto(4,0,4) → (4,0,4)
B=punto(4,-4,-4) → (4,-4,-4)
C=punto(-4,4,-4) → (-4,4,-4)
t:=triángulo(A,B,C) → triángulo(A,B,C)
m1:=bisectriz(t,1) → bisectriz(t,1)
m2:=bisectriz(t,2) → bisectriz(t,2)
m3:=bisectriz(t,3) → bisectriz(t,3)
inc:=incentro(A,B,C) → incentro(A,B,C)
dibujar3d({A,B,C},{color=rojo,mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
dibujar3d({t,m1,m2,m3},{color=naranja}) → tablero1
dibujar3d(inc,{color=azul,etiqueta="i",mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1
```

`incentro (T:Triángulo )`

`incentro (T)=incentro (T1,T2,T3)`

## índice

`índice (x,l )`

Ejemplos

`índice(a,[a,□b,□b,□a])` → 1  
`índice(b,[a,□b,□b,□a])` → 2  
`índice(c,[a,□b,□b,□a])` → 0

`índice (x,l,i:ZZ )`

Ejemplos

`índice(a,[a,□b,□b,□a],0)` → 1  
`índice(a,[a,□b,□b,□a],1)` → 4  
`índice(a,[a,□b,□b,□a],4)` → 0

`índice (a:Elemento (Anillo ) )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} k=\text{extensión}(\mathbb{Z}_7, x^2+1) \rightarrow \mathbb{Z}_7([x]) \\ \text{índice}(x+1) \rightarrow 8 \\ \text{índice}(6 : \mathbb{Z}_{13}) \rightarrow 6 \end{array} \right.$

**índice\_borrar**

`índice_borrar (l:Relación /Divisor /Tabla ,m:Lista )`

**Ejemplos**  $\left[ \text{índice_borrar}(\{a \rightarrow 1, b \rightarrow 2, c \rightarrow 3\}, \{b, d\}) \rightarrow \{a \rightarrow 1, c \rightarrow 3\} \right.$

**Inecuación**

Inecuación

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{es?}(x^2+1 \neq 0, \text{Inecuación}) \rightarrow \text{cierto} \\ \text{es?}(x^2+1 \leq 8, \text{Inecuación}) \rightarrow \text{cierto} \\ \text{es?}(x^2+1 > 0, \text{Inecuación}) \rightarrow \text{cierto} \\ \text{es?}(\text{sen}(x) = 0, \text{Inecuación}) \rightarrow \text{falso} \\ \text{es?}(x^2+1, \text{Inecuación}) \rightarrow \text{falso} \\ \text{es?}\left(\frac{3}{2}, \text{Inecuación}\right) \rightarrow \text{falso} \end{array} \right.$

**infinito**



Icono 

infinito\_positivo  
infinito

**Ejemplos**


- infinito  $\rightarrow +\infty$
- infinito\_positivo  $\rightarrow +\infty$
- $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x^2} \rightarrow +\infty$
- $\lim_{x \rightarrow +\infty} e^x \rightarrow +\infty$
- $\lim_{x \rightarrow \text{infinito}} e^x \rightarrow +\infty$

**Infinito**

Infinito

**Ejemplos**

- $\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x} \rightarrow +\infty$
- es?  $(-\infty, \text{Infinito}) \rightarrow$  cierto
- es?  $(\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x}, \text{Infinito}) \rightarrow$  cierto
- es?  $(\frac{1}{x}, \text{Infinito}) \rightarrow$  falso


**infinito\_negativo**Icono 

infinito\_negativo

**Ejemplos**

- infinito\_negativo  $\rightarrow -\infty$
- $\lim_{x \rightarrow 0} -\frac{1}{x^2} \rightarrow -\infty$
- $\lim_{x \rightarrow -\infty} (x^3 + x^2 - 7) \rightarrow -\infty$

**infinito\_positivo**


Icono 

infinito\_positivo  
infinito

**Ejemplos**

- infinito →  $+\infty$
- infinito\_positivo →  $+\infty$
- $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x^2} \rightarrow +\infty$
- $\lim_{x \rightarrow +\infty} e^x \rightarrow +\infty$
- $\lim_{x \rightarrow \text{infinito}} e^x \rightarrow +\infty$

**infinito\_sin\_signo**

Icono 

infinito\_sin\_signo

**Ejemplos**

- infinito\_sin\_signo →  $\pm\infty$
- $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x} \rightarrow \pm\infty$
- $\lim_{x \rightarrow \frac{\pi}{2}} \tan(x) \rightarrow \pm\infty$

**información**

## información

$$f(x) := x \cdot \frac{\text{sen}(\pi \cdot x)}{\pi} \rightarrow x \mapsto x \cdot \frac{\text{sen}(\pi \cdot x)}{\pi}$$

**Ejemplos**

```

tablero2d({información="nada"}) → tablero1
dibujar2d(f(x),{color=rojo,anchura_linea=2});
escribir("INFORMATION etiqueta : NONE.",punto(-3.6,6),{color={255,0,0}});

tablero2d({información="nombre"}) → plotter2
dibujar2d(f(x),{color=verde,anchura_linea=2});
escribir
("INFORMATION etiqueta : NAME of the objects.",punto(-5.2,6),{color={0,255,0}});

tablero2d({información="valor"}) → plotter3
dibujar2d(f(x),{color=marrón,anchura_linea=2});
escribir
("INFORMATION etiqueta : VALUE of the objects.",punto(-5.5,6),{color={200,100,100}};
;

tablero2d({información="definición"}) → plotter4
dibujar2d(f(x),{color=magenta,anchura_linea=2});
escribir
("INFORMATION etiqueta : DEFINITION of the objects.",punto(-6,6),{color={255,0,255}};
;

```

## información

Indica qué información debe mostrarse cuando pasamos el ratón por encima de una figura. Esta información puede cambiarse una vez el dibujo está en pantalla mediante los iconos `actionshowname.png`, `actionshowvalue.png`, `actionshowdef.png` de la barra de herramientas del tablero de dibujo.

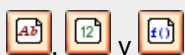


Valores posibles: "none", "name", "definition", "value". "nada", "nombre", "definición" y "valor"

Valor por defecto: "nombre"

## información

Indica qué información debe mostrarse cuando pasamos el ratón por encima de una figura. Esta información puede cambiarse una vez el dibujo está en pantalla mediante los iconos `actionshowname.png`, `actionshowvalue.png`, `actionshowdef.png` de la barra de herramientas del tablero de dibujo.



Valores posibles: "none", "name", "definition", "value". "nada", "nombre", "definición" y "valor"

Valor por defecto: "nombre"

Más información en [opciones tablero](#), [opciones tablero3d](#), [tablero](#), [tablero3d](#)

**inradio**

`inradio (A:Punto ,B:Punto ,C:Punto )`

**Ejemplos**

$$\text{inradio}(\text{punto}(1,0),\text{punto}(0,0),\text{punto}(0,1)) \rightarrow -\frac{\sqrt{2}}{2} + 1$$

**Ejemplos 3D**

$$\text{inradio}(\text{punto}(1,0,0),\text{punto}(0,0,0),\text{punto}(0,1,0)) \rightarrow -\frac{\sqrt{2}}{2} + 1$$

`inradio (T:Triángulo )`

`inradio (T)=inradio (T1,T2,T3)`

**insertar**

`insertar (l:Lista /Vector ,i:ZZ,x )`

`insertar ((l1 ,...,ln ),i,x)=(l1 ,...,li-1 ,x,li ,...,ln )` `insertar ((v1 ,...,vn ),i,x)=(v1 ,...,vi-1 ,x,vi ,...,vn )` donde  $1 \leq i \leq \text{longitud}(l)+1$

**Ejemplos**

$$\text{insertar}(\{a,b,c\},2,x) \rightarrow \{a,x,b,c\}$$

$$\text{insertar}([x, x^2, x^3],1,y) \rightarrow [y,x,x^2,x^3]$$

$$\text{insertar}(\{a,b,c\},4,x) \rightarrow \{a,b,c,x\}$$

```
insertar (p:Poligonal |Polígono ,i:ZZ,A:Punto )
poligonal (P1 ,...,Pi-1 ,A,Pi ,...,Pn) donde n=longitud (P), 1<=i<=n+1
```

Ejemplos

```
insertar(poligono_regular(4),3,punto(1,2)) → (1,0) - (0,1) - (1,2) - (-1,0) - (0,-1)
insertar(poligonal(punto(0,0),punto(0,1)),2,punto(1,0)) → (0,0) - (1,0) - (0,1)
```

Ejemplos 3D

```
insertar(poligonal(punto(0,0,0),punto(0,1,3)),2,punto(1,0,1))
→ (0,0,0) - (1,0,1) - (0,1,3)
insertar(poligono(punto(0,0,3),punto(0,1,3),punto(1,2,3),punto(3,3,3)),2,punto(1,0,3))
→ (0,0,3) - (1,0,3) - (0,1,3) - (1,2,3) - (3,3,3)
```

**integral\_numérica**


```
integral_numérica (f:Función ,a:Real ,b:Real )
```

Ejemplos

```
f(x) := ln(1+tan(x)) → x ↦ ln(1+tan(x))
numerical_integration(f, 0, π/4) → 0.2722
```

**integrar**

#

Icono 

integrar (  $f, x:Identificador$  )

**Ejemplos**

$$\int x^2 \rightarrow \frac{1}{3} \cdot x^3$$

$$\int (x^2 - x) \rightarrow \frac{1}{3} \cdot x^3 - \frac{1}{2} \cdot x^2$$

$$\int \text{sen}(x) \cdot \cos(x) \rightarrow -\frac{\cos(x)^2}{2}$$

$$\int 2 \cdot \text{raiz\_cuadrada}(x) \rightarrow \frac{4 \cdot x \cdot \sqrt{x}}{3}$$

$$\int \frac{\text{sen}(x)}{x} \rightarrow \int \frac{\text{sen}(x)}{x} dx$$


$$\text{integrar}(3 \cdot x^2 - 2 \cdot x, x) \rightarrow x^3 - x^2$$

#

Icono 

integrar (  $f$  )

#

Icono 

integrar (  $f, x:Identificador, a, b$  )

#

Icono 

integrar (  $f, a, b$  )

**interno?**

```
interno? (T:Triángulo2d |Triángulo3d ,n:Natural )
```

Ejemplos

```
T=triángulo(punto(-7,1),punto(-3,2),punto(-6,7)) → (-7,1) - (-3,2) - (-6,7)
mediana(T,1),mediana(T,2),mediana(T,3)
→  $y = \frac{7}{5} \cdot x + \frac{54}{5}$ ,  $y = -\frac{4}{7} \cdot x + \frac{2}{7}$ ,  $y = -\frac{11}{2} \cdot x - 26$ 
dibujar(T) → tablero1
dibujar({T1,mediana(T,1)},{color=azul}) → tablero1
dibujar({T2,mediana(T,2)},{color=verde}) → tablero1
dibujar({T3,mediana(T,3)},{color=rojo}) → tablero1
dibujar(baricentro(T)) → tablero1
```

```
interno? (c:Circunferencia ,A:Punto )
```

Ejemplos

```
interno?(circunferencia(punto(1,2),5),punto(1,2)) → cierto
interno?(circunferencia(punto(0,0),punto(1,0)),punto(0,1)) → falso
```

```
interno? (T:Triángulo ,P:Punto )
```

Ejemplos

```
interno?(triángulo_equilátero(punto(0,0),punto(2,0)),punto(0,0)) → falso
T=triángulo(punto(1,2),punto(0,0),punto(2,0)) → (1,2) - (0,0) - (2,0)
interno?(T,punto(3,3)) → falso
interno?(T,punto(1,0)) → falso
interno?(T,punto(1,1)) → cierto
```

*interpolar*

```
interpolar ( {x1 , ..., xn } , {y1 , ..., yn } )
interpolar ( {x1 , ..., xn } , {y1 , ..., yn } , x:Identificador )
interpolar ( {punto (x1 , y1 ) , ..., punto (xn , yn ) } )
interpolar ( {punto (x1 , y1 ) , ..., punto (xn , yn ) } , x:Identificador )
interpolar ( {x1 #y1 } , ..., {xn #yn } )
```

**Ejemplos**

```
interpolar({3,4},{6,7},x) → x+3
interpolar({punto(3,4),punto(7,-1)},x) → -5/4 · x + 31/4
interpolar({1→0,3→1,5→0,7→1},t) → 1/12 · t3 - t2 + 41/12 · t - 5/2
```

```
interpolar ( x:Lista , y:Lista )
interpolar ( X,Y):=interpolar ( punto (a1 , ..., b1) , ..., punto (an , ..., bn) ) donde {X={a1 , ..., an } , Y={b1 , ..., bn } }
```

**Ejemplos**

```
l1={1,2,3,-1} → {1,2,3,-1}
l2={2,5,-1,6} → {2,5,-1,6}
p=interpolar(l1,l2) → -37/24 · x3 + 19/4 · x2 - 11/24 · x - 3/4
dibujar(p) → tablero1
dibujar({punto(l1i,l2i) con i en 1..longitud(l1)}, {color=rojo}) → tablero1
```

```
interpolar ( P1 :Punto , ..., Pn :Punto )
```

**Ejemplos**

```
p1=punto(1,2) → (1,2)
p2=punto(2,5) → (2,5)
p3=punto(3,-1) → (3,-1)
p:=interpolar({p1,p2,p3}) → interpolar({p1,p2,p3})
dibujar(p) → tablero1
dibujar({p1,p2,p3}, {color=rojo}) → tablero1
```

**intersecar**



$f_1 \# f_2$       donde  $f_1 : \text{Figura}$  ,  $f_2 : \text{Figura}$



`intersecar (  $f_1 : \text{Figura}$  ,  $f_2 : \text{Figura}$  )`

**Ejemplos**

- `recta(y=x+1) ∩ recta(x=9) → {(9,10)}`
- `(y=x) ∩ (x2+y2=1) → {(-√2/2, -√2/2), (√2/2, √2/2)}`
- `intersecar(recta(punto(0,0),0),recta(punto(1,2),0)) → {}`

`intersecar (  $l_1 : \text{Lista / Vector}$  ,  $l_2 : \text{Lista / Vector}$  )`    `intersecar (  $l_1, l_2$  ) =  $l_1 / (l_1 / l_2) = l_2 / (l_2 / l_1)$`

**Ejemplos**

- `intersecar({1,2,3,4},{2,3}) → {2,3}`
- `intersecar([1, 2, 3, 4],[3, 4, 5]) → [3,4]`
- `intersecar([1, 1, 1, 2, 2, 2, 3, 3, 3],[2]) → [2]`
- `intersecar({segmento(punto(0,0),punto(2,0)),segmento(punto(-1,0),punto(1,0))}) → {(0,0) - (1,0)}`
- `intersecar({recta(x=4),recta(y=π)}) → {(4,π)}`

Más información en [intersecar](#)

### [intersección de subespacios](#)

`intersección_de_subespacios (  $A : \text{Matriz}$  ,  $B : \text{Matriz}$  )`

**Ejemplos**

- `intersección_de_subespacios([[[1,2],[2,2],[3,2]],[[1,2],[3,4],[5,7]]) →  $\begin{pmatrix} -1 \\ -3 \\ -5 \end{pmatrix}$`

### [intersección ejes](#)

`intersección_ejes`

**Ejemplos**

- `representar(cos(x2),{intersección_ejes={tamaño_punto=20,color=rojo}})`  
`→ tablero1`


**inversión**

`inversión (k:RR,0:Punto ,f:Punto |Recta |Circunferencia )`

<b>Ejemplos</b>	<code>inversión(2,punto(0,0),punto(2,0))</code> → (2,0)
	<code>inversión(2,punto(0,0),punto(1,0))</code> → (4,0)
	<code>inversión(1,punto(0,0),recta(punto(1,2),0))</code> → $x^2 + \left(y - \frac{1}{4}\right)^2 = \frac{1}{16}$
	<code>inversión(3,punto(0,0),circunferencia(3))</code> → $x^2 + y^2 = 9$
	<code>inversión(1,punto(0,0),circunferencia(3))</code> → $x^2 + y^2 = \frac{1}{9}$

**inverso**

$A^{-1}$

Icono 

`inverso (a:Matriz )`

<b>Ejemplos</b>	<code>inverso <math>\begin{pmatrix} x &amp; 1 \\ 2 &amp; 0 \end{pmatrix}</math></code> → $\begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{2} \\ 1 & -\frac{1}{2} \cdot x \end{pmatrix}$
	$\begin{pmatrix} x & 1 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}^{-1}$ → $\begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{2} \\ 1 & -\frac{1}{2} \cdot x \end{pmatrix}$

`inverso (a:Elemento (Anillo ) )`

<b>Ejemplos</b>	
-----------------	--

`inverso (a:ZZ,m:ZZ )`

**Ejemplos**

- `inverso(3,5) → 2`
- `inverso(1,170) → 1`
- `inverso(5,36) → 29`

`inverso (a:Elemento (Extensión ) )`

**Ejemplos**

- `extensión(Q,x2+1) → Q([x])`
- `inverso(x) → -x`
- `$\frac{1}{x}$  → -x`
- `x-1 → -x`

`inverso (p:Permutación )`

**Ejemplos**

- `p=permutación[4,2,3,5,8,7,1,6] → [4,2,3,5,8,7,1,6]`
- `q=inverso p → [7,2,3,1,4,8,6,5]`
- `p·q → [1,2,3,4,5,6,7,8]`
- `uno?(q·p) → cierto`

`inverso (p:Polinomio ,l:Lista )`

**Ejemplos**

- `inverso(x2+1,x) → 1`
- `inverso(x+y,{x2-2,y3-3}) → -2·x·y2-3·x·y-4·x+2·y3+3·y2+4·y`

`inverso (r:Relación )`

**Ejemplos**

- `r={a→1,b→2,c→2};`
- `inverso(r) → {1→a,2→(b,c)}`

`inverso (a:Elemento (Zn ) )`

**Ejemplos**

`inverso(4 :Zn 7) → 2`  
`inverso(4 :Zn 6)`

Más información en [inverso](#)

***invertible?***

`invertible? (a:Elemento (Anillo ) )`

**Ejemplos**

`invertible?(3 :Zn 6) → falso`  
`invertible?(-1) → cierto`

***invertir\_recorrido***

`invertir_recorrido (r:Recorrido )`

invertir recorrido(a..b..paso)=b..a..-paso

**Ejemplos**

`invertir_recorrido(1..6) → 6..1..-1`

`invertir_recorrido (l:Lista |Vector )`

invertir recorrido(l)=invertir recorrido(recorrido(l))

**Ejemplos**

`l={5,4,3} → {5,4,3}`  
`recorrido(l) → 1..3`  
`invertir_recorrido(l) → 3..1..-1`

***Irracional***

Ejemplos

$$\left[ \begin{array}{l} \sqrt{2} \rightarrow \sqrt{2} \\ \sqrt{5-\sqrt{5}} \rightarrow \sqrt{-\sqrt{5}+5} \\ \pi + \frac{1}{e} \rightarrow \frac{\pi \cdot e + 1}{e} \end{array} \right.$$

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \circ \frac{\sqrt{2}}{2}.$$

Ejemplos

$$\left[ \begin{array}{l} \frac{2+\sqrt{2}}{\sqrt{2}} \rightarrow \sqrt{2}+1 \\ \frac{1}{\sqrt{2}+\sqrt{3}} \rightarrow -\sqrt{2}+\sqrt{3} \\ \frac{1}{\sqrt{2}+\sqrt{3}+\sqrt{5}} \rightarrow \frac{1}{\sqrt{2}+\sqrt{3}+\sqrt{5}} \end{array} \right.$$

Ejemplos

$$\left[ \sqrt{3^2} \rightarrow 3 \right.$$

`constantes_reales ()`

`constantes_reales (b:Booleano )`

Ejemplos

`constantes_reales (cierto);`

$$\sqrt{2} \rightarrow \sqrt{2}$$

$$\text{sen}(120^\circ) \rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2}$$

`constantes_reales (falso);`

$$\sqrt{2} \rightarrow 1.4142$$

$$\text{sen}(120^\circ) \rightarrow 0.86603$$

`polinomio anulador (r:Irracional ,t:Identificador )`

Ejemplos

$$\text{polinomio anulador}(\sqrt{2},t) \rightarrow t^2-2$$

$$\text{polinomio anulador}(\text{raiz2}(2)+\text{raiz2}(3),t) \rightarrow t^4-10 \cdot t^2+1$$

racionaliza (r:RR )


**Ejemplos**

- racionaliza  $\left(\frac{1}{\sqrt{2}+\sqrt{3}+\sqrt{5}}\right) \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{4} + \frac{\sqrt{3}}{6} - \frac{\sqrt{30}}{12}$
- racionaliza  $\left(\frac{97}{\sqrt{2}+\sqrt{3}+4} - 44\right) \rightarrow -17 \cdot \sqrt{2} - 15 \cdot \sqrt{3} + 8 \cdot \sqrt{6}$

simplificar\_radical (r:RR )


**Ejemplos**

- simplificar\_radical  $(\sqrt{5-\sqrt{5}} \cdot \sqrt{5+\sqrt{5}}) \rightarrow 2 \cdot \sqrt{5}$
- simplificar\_radical  $(\sqrt{5-\sqrt{7}} + \sqrt{5+\sqrt{7}}) \rightarrow \sqrt{6 \cdot \sqrt{2} + 10}$

Icono   
Pi\_


**Ejemplos**

- Pi\_  $\rightarrow \pi$
- $(\pi+1) \cdot (\pi-1) \rightarrow \pi^2-1$

Icono   
pi\_


**Ejemplos**

- pi\_  $\rightarrow 3.1416$
- sen  $\left(\frac{\text{pi}_-}{2}\right) = 1? \rightarrow$  cierto

Icono   
E\_


**Ejemplos**

- E\_  $\rightarrow e$
- ln(e)  $\rightarrow 1$

Icono   
`e_`

**Ejemplos**

- `e_` → 2.7183
- `ln(e_)` → 1.

Icono   
`raíz (r:RR,n:ZZ )`

**Ejemplos**

- $\sqrt[3]{2} \rightarrow \sqrt[3]{2}$
- $\sqrt{50} \rightarrow 5 \cdot \sqrt{2}$
- $\sqrt[6]{2^3} \rightarrow \sqrt{2}$
- $\sqrt{\sqrt{2}} \rightarrow \sqrt[4]{2}$


**Ejemplos**

- constantes\_reales (falso) ;**
- $\sqrt[3]{2} \rightarrow 1.2599$
- $\sqrt{50} \rightarrow 7.0711$
- $\sqrt{\sqrt{2}} \rightarrow 1.1892$
- constantes\_reales (cierto) ;**
- $\sqrt{\sqrt{2}} \rightarrow \sqrt[4]{2}$

`raíces (r:RR,n:ZZ )`

**Ejemplos**

- `raíces(1,3)` →  $\left\{ 1, -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3} \cdot i}{2}, -\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3} \cdot i}{2} \right\}$
- `raíces(50,2)` →  $\{5 \cdot \sqrt{2}, -5 \cdot \sqrt{2}\}$
- `raíces(-1,2)` →  $\{i, -i\}$

Icono 

`raíz2 (r:RR ) raíz2(r)=raíz(r,2)`

**Ejemplos**

- $\sqrt{4} \rightarrow 2$
- $\sqrt{18} \rightarrow 3 \cdot \sqrt{2}$
- $\sqrt{\sqrt{2}} \rightarrow \sqrt[4]{2}$

`raíces2 (r:RR ) raíces2 (r)={raíz2(r), -raíz2(r)}`

**Ejemplos**

- `raíces2(4) → {2, -2}`
- `raíces2(18) → {3·√2, -3·√2}`

`Irracional`

**Ejemplos**

- `es?(√2, Irracional) → cierto`
- `es?(e, Irracional) → cierto`
- `es?(2, Irracional) → falso`
- `es?(x, Irracional) → falso`

***irreducible?***

`irreducible? (p:Polinomio )`  
`irreducible? (p:Polinomio ,A:Anillo )`

**Ejemplos**

- `irreducible?(x2-2) → falso`
- `irreducible?(x2-2,ℤ) → falso`

`irreducible? (p:Polinomio ,K:Cuerpo )`

**Ejemplos**

- `irreducible?(x2+1,ℤ2) → falso`
- `irreducible?(x17-x+1,ℤ17) → cierto`



**j****j**

**Ejemplos**

$$\begin{cases} j^2 \rightarrow -1 \\ (1+j)^2 \rightarrow 2 \cdot j \end{cases}$$

**jacobi**

jacobi (a:ZZ,n:ZZ )

**Ejemplos**

$$\begin{cases} \{\text{jacobi}(7,15), \text{jacobi}(7,17), \text{jacobi}(7,15 \cdot 17)\} \rightarrow \{-1, -1, 1\} \\ \text{jacobi}(7^2, 21) \rightarrow 0 \\ \text{jacobi}(25, 21) \rightarrow 1 \end{cases}$$

**jordan**

jordan (A:Matriz )

**Ejemplos**

$$\text{jordan}([1, -4, -1, -4], [2, 0, 5, -4], [-1, 1, -2, 3], [-1, 4, -1, 6]) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}$$

jordan (A:Matriz ,o: )

**Ejemplos**

$$\text{jordan}([1, -4, -1, -4], [2, 0, 5, -4], [-1, 1, -2, 3], [-1, 4, -1, 6], \{\text{matriz\_de\_transformaci3n} = \text{cierto}\})$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -3 & -4 & -1 \\ -1 & -2 & -1 & -2 \\ 1 & \frac{8}{3} & \frac{8}{3} & \frac{5}{3} \end{pmatrix} \right\}$$

**juntar**

```
juntar (p:Poligonal |Polígono ,q:Poligonal |Polígono )
      juntar (p,q)=polígono /al(p1 ,... ,pn ,p1 ,q1 ,... ,qm )
obtener_dominio (juntar (p,q))=obtener_dominio (q)
```

**Ejemplos**

```
p=poligonal(punto(2,2),punto(4,5),punto(3,7)) → (2,2)-(4,5)-(3,7)
q=poligonal(punto(-1,2),punto(-3,4),punto(-2,6)) → (-1,2)-(-3,4)-(-2,6)
pq=juntar(q,p) → (-1,2)-(-3,4)-(-2,6)-(2,2)-(4,5)-(3,7)
dibujar(p,{color=negro, anchura_linea=5}) → tablero1
dibujar(q,{color=azul, anchura_linea=5}) → tablero1
dibujar(pq,{color=rojo, anchura_linea=2}) → tablero1
```

**Ejemplos 3D**

```
p=poligonal(punto(2,2,0),punto(4,5,2),punto(3,7,2)) → (2,2,0)-(4,5,2)-(3,7,2)
q=poligonal(punto(-2,6,1),punto(-4,6,4),punto(-3,4,5))
  → (-2,6,1)-(-4,6,4)-(-3,4,5)
pq=juntar(q,p) → (-2,6,1)-(-4,6,4)-(-3,4,5)-(2,2,0)-(4,5,2)-(3,7,2)
dibujar3d(p,{color=negro, anchura_linea=5}) → tablero1
dibujar3d(q,{color=azul, anchura_linea=5}) → tablero1
dibujar3d(pq,{color=rojo, anchura_linea=3}) → tablero1
```

k

**kurtosis**

kurtosis (VA:Dato\_estadístico )

$$\frac{m_4}{m_2^2} - 3$$

**Ejemplos**

- kurtosis({1,2,-3,2,5,7,-5}) → -1.0128
- kurtosis([1.2→3,3→1,5→1]) → -0.82849
- kurtosis([5→1,7→2]) → -1.5
- kurtosis([a→{1,2,-2,1},b→[1→2,2→1,-2→1]]) → {a→-0.81481,b→-0.81481}

lado

lado (T:Triángulo ,i:ZZ )

**Ejemplos**  $T = \text{triángulo}(\text{punto}(1,2), \text{punto}(0,0), \text{punto}(2,0)) \rightarrow (1,2) - (0,0) - (2,0)$   
 $\text{lado}(T,1) \rightarrow 2$   
 $\text{lado}(T,2) \rightarrow \sqrt{5}$   
 $\text{lado}(T,3) \rightarrow \sqrt{5}$

**Ejemplos 3D**  $T = \text{triángulo}(\text{punto}(1,2,3), \text{punto}(0,0,0), \text{punto}(2,0,1)) \rightarrow (1,2,3) - (0,0,0) - (2,0,1)$   
 $\text{lado}(T,1) \rightarrow (1,2,3) - (0,0,0)$   
 $\text{lado}(T,2) \rightarrow (0,0,0) - (2,0,1)$   
 $\text{lado}(T,3) \rightarrow (2,0,1) - (1,2,3)$

lados

lados (P:Polyhedra |Poligonal3d )

**Ejemplos**  $\text{lados}(\text{triángulo}(\text{punto}(1,2,0), \text{punto}(0,0,0), \text{punto}(2,0,0)))$   
 $\rightarrow \{(1,2,0) - (0,0,0), (0,0,0) - (2,0,0), (2,0,0) - (1,2,0)\}$   
 $\text{lados}(\text{tetraedro}(2\sqrt{2}))$   
 $\rightarrow \{(1,1,1) - (1,-1,-1) - (-1,1,-1), (1,1,1) - (1,-1,-1) - (-1,-1,1), (1,1,1) - (-1,1,-1)$   
 $\text{lados}(\text{cubo}(2))$   
 $\rightarrow \{(-1,-1,-1) - (-1,1,-1) - (1,1,-1) - (1,-1,-1), (-1,-1,-1) - (-1,-1,1) - (1,-1,1)$   
 $\text{lados}(\text{poligonal}(\text{punto}(1,2,3), \text{punto}(4,5,6), \text{punto}(7,8,9), \text{punto}(8,7,6), \text{punto}(5,4,3)))$   
 $\rightarrow \{(1,2,3) - (4,5,6), (4,5,6) - (7,8,9), (7,8,9) - (8,7,6), (8,7,6) - (5,4,3)\}$

legendre

`legendre (a:ZZ,p:ZZ )`

**Ejemplos**

`legendre(2347,3221) → 1`  
`legendre(5,7) → -1`

**Ejemplos**

`{e en 0..6 donde legendre(e,7)=1} → {1,2,4}`

### **libre\_de\_cuadrados?**

`libre_de_cuadrados? (p:Polinomio )`

**Ejemplos**

`libre_de_cuadrados?(x2-1) → cierto`  
`libre_de_cuadrados?((x-1)2) → falso`


### **librería**

librería

**Ejemplos**

▲ library ▲  
`f(x):=x2`  
`f(3) → 9`  
`f(4) → 16`  
`g(x):=x2-1;`  
`g(3) → 8`  
`g(4) → g(4)`

### **librería**

librería: Icono 

**Ejemplos**

library

$f(x) := x^2 + 1$

$f(3) \rightarrow 10$

$f(-2) \rightarrow 5$

$f(x,y) := \{x,y\} \rightarrow (x,y) \mapsto \{x,y\}$

definición (f)  $\rightarrow \{x \mapsto x^2 + 1, (x,y) \mapsto \{x,y\}\}$

**Ejemplos**

library

$f(x) := x^2 + 1$

definición (f)  $\rightarrow \{x \mapsto x^2 + 1\}$

$f(2) \rightarrow 5$

$f(3,4) \rightarrow f(3,4)$

library

$f(x,y) := \{x,y\}$


definición (f)  $\rightarrow \{x \mapsto x^2 + 1, (x,y) \mapsto \{x,y\}\}$

$f(2) \rightarrow 5$

$f(3,4) \rightarrow \{3,4\}$

## límite

$\lim_{x \# a} f$

Icono 

límite ( $f, x: \text{Identificador}, a: \text{RR} \mid \text{Infinito}$ )

límite ( $f, x \# a: \text{RR} \mid \text{Infinito}$ )

límite ( $f, a: \text{RR} \mid \text{Infinito}$ )

**Ejemplos**

$\lim_{x \rightarrow 2} (x-5) \rightarrow -3$

$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x^2} \rightarrow +\infty$

límite(log(x), x, 100)  $\rightarrow 2.$

límite( $x^2 + a^2, x \rightarrow 0$ )  $\rightarrow a^2$

límite(sen(x), 0)  $\rightarrow 0$

$$\lim_{x \rightarrow a^+} f$$

$$\lim_{x \rightarrow a^-} f$$

Icono  o 

límite (  $f, x:Identificador, a:RR \mid Infinito, dir$  )

límite (  $f, x#a:RR \mid Infinito, dir$  )

límite (  $f, a:RR \mid Infinito, dir$  )

**Ejemplos**

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x} \rightarrow +\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{1}{x} \rightarrow -\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x} \rightarrow \pm\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow 3^-} \frac{1}{\frac{1}{e^{x-3} + 1}} \rightarrow 1$$

$$\text{límite} \left( \frac{1}{\frac{1}{e^{x-3} + 1}}, x, 3, -1 \right) \rightarrow 1$$

$$\lim_{x \rightarrow 3^+} \frac{1}{\frac{1}{e^{x-3} + 1}} \rightarrow 0$$

$$\text{límite} \left( \frac{1}{\frac{1}{e^{x-3} + 1}}, x, 3, 1 \right) \rightarrow 0$$

***límite\_derecha***

$$\lim_{x \rightarrow a^+} f$$

$$\lim_{x \rightarrow a^-} f$$

Icono  o 

límite (  $f, x$ :Identificador ,  $a$ :RR | Infinito ,  $dir$  )

límite (  $f, x$ :a:RR | Infinito ,  $dir$  )

límite (  $f, a$ :RR | Infinito ,  $dir$  )

Ejemplos

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x} \rightarrow +\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{1}{x} \rightarrow -\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x} \rightarrow \pm\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow 3^-} \frac{1}{\frac{1}{e^{x-3} + 1}} \rightarrow 1$$

$$\text{límite} \left( \frac{1}{\frac{1}{e^{x-3} + 1}}, x, 3, -1 \right) \rightarrow 1$$

$$\lim_{x \rightarrow 3^+} \frac{1}{\frac{1}{e^{x-3} + 1}} \rightarrow 0$$

$$\text{límite} \left( \frac{1}{\frac{1}{e^{x-3} + 1}}, x, 3, 1 \right) \rightarrow 0$$

[límite\\_izquierda](#)



$\lim_{x \rightarrow a^+} f$ 
 $\lim_{x \rightarrow a^-} f$ 

 Icono  o 
 $\text{límite } (f, x: \text{Identificador}, a: \text{RR} \mid \text{Infinito}, \text{dir})$ 
 $\text{límite } (f, x \# a: \text{RR} \mid \text{Infinito}, \text{dir})$ 
 $\text{límite } (f, a: \text{RR} \mid \text{Infinito}, \text{dir})$ 

**Ejemplos**

$$\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x} \rightarrow +\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{1}{x} \rightarrow -\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x} \rightarrow \pm\infty$$

$$\lim_{x \rightarrow 3^-} \frac{1}{e^{x-3} + 1} \rightarrow 1$$

$$\text{límite} \left( \frac{1}{e^{x-3} + 1}, x, 3, -1 \right) \rightarrow 1$$

$$\lim_{x \rightarrow 3^+} \frac{1}{e^{x-3} + 1} \rightarrow 0$$

$$\text{límite} \left( \frac{1}{e^{x-3} + 1}, x, 3, 1 \right) \rightarrow 0$$

### limpiar

 $\text{limpiar } v_1, \dots, v_n$ 

**Ejemplos**

$$a=4 \rightarrow 4$$

$$a \rightarrow 4$$

$$\text{limpiar } a \rightarrow \text{OK}$$

$$a \rightarrow a$$

### linealmente\_independientes?

`linealmente_independientes? (u:Vector ,v:Vector )`  
`linealmente_independientes? (l:Lista )`

**Ejemplos**

- `linealmente_independientes?([1, 2, 0],[1, 2, 3]) → cierto`
- `linealmente_independientes?([1, 2],[2, 4]) → falso`
- `linealmente_independientes?({[-1, 2,0],[2, 4,1],[4,3,-3]}) → cierto`

Más información en

[\*\*lista\*\*](#)

`lista (r:Recorrido /Vector )`

**Ejemplos**

- `lista(1..4) → {1,2,3,4}`
- `lista( $\frac{1}{2}.. \frac{2}{3}.. \frac{1}{6}$ ) →  $\{\frac{1}{2}, \frac{2}{3}\}$`
- `lista([1, 2, 3]) → {1,2,3}`

`lista (p:Permutación )`

**Ejemplos**

- `p=permutación{1->2,2->1} → [2,1]`
- `lista(p) → {2,1}`

`lista (p:Poligonal )`

**Ejemplos**

- `lista(poligonal(punto(1,2),punto(1,0),punto(3,-4))) → {(1,2),(1,0),(3,-4)}`
- `lista(poligono_regular(4)) → {(1,0),(0,1),(-1,0),(0,-1)}`

**Ejemplos 3D**

- `lista(poligonal(punto(1,2,0),punto(1,0,0),punto(3,-4,7)))`  
`→ {(1,2,0),(1,0,0),(3,-4,7)}`
- `lista(poligono(punto(14,2,-5),punto(-1,0,-3),punto(5,-4,2)))`  
`→ {(14,2,-5),(-1,0,-3),(5,-4,2)}`

lista (A:Punto )

**Ejemplos**

- lista(punto(3,4)) → {3,4}
- lista(punto( $\pi$ )) → { $\pi$ ,0}

**Ejemplos 3D**

- lista(punto(3,4,7)) → {3,4,7}
- lista(punto( $\pi$ ,3,4)) → { $\pi$ ,3,4}

lista (F:Muestra\_frecuencia\_de ( ZZ ) )

**Ejemplos**

- lista([a→1,b→2,c→2]) → {a,b,b,c,c}
- lista([3→2,1→1,-4→3]) → {-4,-4,-4,1,3,3}

## Lista

Lista

**Ejemplos**

- {1,2,3,4} → {1,2,3,4}
- es({1,x,Z,3,{a→b}},Lista)? → cierto

adjuntar agrupar columna combinaciones combinaciones  
 combinaciones\_con\_repetición máximo\_con\_restricciones  
 máximo\_con\_restricciones mínimo\_con\_restricciones  
 mínimo\_con\_restricciones coplanares? correlación\_n contar\_elemento  
 curva2d matriz\_diagonal diagrama divisor elementos ecuación borrar  
 progresión\_geométrica cabeza índice\_borrar insertar interpolar  
 inverso longitudes linealmente\_independientes? matriz max min  
 momento multiplicidad resolver\_numéricamente permutación permutaciones  
 permutaciones\_con\_repetición plano punto preponer progresión cuádrlica  
 cuádrlica3d recorrido relación reemplazar resultante matriz\_resultante  
 invertir\_recorrido raíces\_a\_polinomio seleccionar conjunto resolver  
 ordenar desviación\_estándar\_n subcadena tabla cola tomar a\_decimal  
 variancia\_n variaciones variaciones\_con\_repetición cero?

Más información en [etiqueta\\_de\\_ejes](#)

**lista\_constante**

lista\_constante (n:ZZ,x )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{lista\_constante}(4,x) \rightarrow \{x,x,x,x\} \\ \text{lista\_constante}(2,3) \rightarrow \{3,3\} \\ \text{lista\_constante}(0,3) \rightarrow \{\} \end{array} \right.$

**Lista\_de**

Lista\_de

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} L=\{1,0\} \rightarrow \{1,0\} \\ \text{es?}(L,\text{Lista\_de}(\text{Entero})) \rightarrow \text{cierto} \\ \text{es?}(L,\text{Lista\_de}(\text{Punto})) \rightarrow \text{falso} \\ U=\{\text{punto}(1,1),\text{punto}(2,2)\} \rightarrow \{(1,1),(2,2)\} \\ \text{es?}(U,\text{Lista\_de}(\text{Punto})) \rightarrow \text{cierto} \end{array} \right.$

**lista\_de\_coeficientes\_densos**

lista\_de\_coeficientes\_densos (p:Polinomio )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{lista\_de\_coeficientes\_densos}(x^4-2 \cdot x^2+7) \rightarrow \{7,0,-2,0,1\} \\ \text{lista\_de\_coeficientes\_densos}(y^3+4) \rightarrow \{4,0,0,1\} \end{array} \right.$

**lista\_de\_término**

lista\_de\_término (s:Serie ,n:Natural )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} s=\text{serie\_de\_taylor}(\text{sen}(x),x,0) \rightarrow x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7 + \frac{1}{362880} \cdot x^9 + \dots \\ \text{lista\_de\_término}(s,5) \rightarrow \left\{ \frac{1}{362880}, 9 \right\} \end{array} \right.$

**lista\_de\_términos**

`lista_de_términos (f:Serie ,n:Natural )`

**Ejemplos**

$$s = \text{serie\_de\_taylor}(\cos(x), x, 0) \rightarrow 1 - \frac{1}{2} \cdot x^2 + \frac{1}{24} \cdot x^4 - \frac{1}{720} \cdot x^6 + \frac{1}{40320} \cdot x^8 + \dots$$

$$\text{lista\_de\_términos}(s, 3) \rightarrow \left\{ \{1, 0\}, \left\{ -\frac{1}{2}, 2 \right\}, \left\{ \frac{1}{24}, 4 \right\} \right\}$$

### Lista\_vacía

`Lista_vacía`

**Ejemplos**

$$\text{es?}(\{\}, \text{Lista\_vacía}) \rightarrow \text{cierto}$$

$$\text{es?}(\{\}, \text{Lista\_vacía}) \rightarrow \text{falso}$$

$$\text{es?}(\{1, 2, 3\}, \text{Lista\_vacía}) \rightarrow \text{falso}$$

### llenar

`llenar`

En el caso de tener una figura cerrada, el comando indica si se pinta su interior.

Valores posibles : true, false, "automatic". `cierto` , `falso` y "automático"

Valor por defecto : "automático"

`llenar`

En el caso de tener una figura cerrada, indica si se pinta el interior.

Valores posibles : true, false. `cierto` y `falso`

Valor por defecto : `falso`

Más información en `opciones dibujar` , `opciones dibujar3d` , `dibujar` , `dibujar3d`

### ln

`ln (a:RR )`

$$e = \lim_{x \rightarrow +\infty} \left( 1 + \frac{1}{x} \right)^x$$

**Ejemplos**

$$\ln(1) \rightarrow 0$$

$$\ln(e^3) \rightarrow 3$$

$$\ln(2) \rightarrow 0.69315$$

Más información en [logaritmo](#)

**log**

$\log_b(a)$   
 $\log(a:RR, b:RR)$

- Ejemplos**
- $\log_2(8) \rightarrow 3.$
  - $\log_5\left(\frac{1}{5}\right) \rightarrow -1.$
  - $\log(5,3) \rightarrow 1.465$
  - $\log(0,4)$

$\log(a:RR)$   
 $\log_{10}(a:RR)$

- Ejemplos**
- $\log(1) \rightarrow 0$
  - $\log(1000) \rightarrow 3$
  - $\log(2) \rightarrow 0.30103$
  - $\log_{10}(10^{1.5}) \rightarrow 1.5$

Más información en [logaritmo](#)

**log10**

$\log(a:RR)$   
 $\log_{10}(a:RR)$

- Ejemplos**
- $\log(1) \rightarrow 0$
  - $\log(1000) \rightarrow 3$
  - $\log(2) \rightarrow 0.30103$
  - $\log_{10}(10^{1.5}) \rightarrow 1.5$

**log2**

`log2 (a:RR )`

**Ejemplos**

- `log2(1) → 0`
- `log2(8) → 3`
- `log2(10) → 3.3219`

## **longitud**

`longitud (l:Lista | Vector | Recorrido | Relación | Divisor | Tabla | Regla )`

**Ejemplos**

- `longitud({a,b,c,d,e}) → 5`
- `longitud([x, x2, x3]) → 3`
- `longitud(1..8..2) → 4`
- `longitud({a→1,b→3,c→4}) → 3`
- `longitud([a→1, b→3, c→4]) → 3`
- `longitud({a=1,b=3,c=4}) → 3`
- `f=factorizar(5625) → 32·54`
- `longitud(f) → 2`

`longitud (s:Segmento )`

**Ejemplos**

- `longitud(segmento(punto(1,2),punto(0,0))) →  $\sqrt{5}$`
- `longitud(segmento(punto(1,0),punto(-2,1))) →  $\sqrt{10}$`

**Ejemplos 3D**

- `longitud(segmento(punto(1,1,0),punto(1,0,0))) → 1`
- `longitud(segmento(punto(1,0,1),punto(-2,1,1))) →  $\sqrt{10}$`

Más información en [longitud](#)

## **longitudes**

`longitudes (x:Matriz |Lista |Vector )`

**Ejemplos**

- `longitudes`  $\left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 76 \\ 34 & 4 & 33 \end{pmatrix} \right) \rightarrow 3,3$
- `longitudes`  $(\{1,4,-3,2,6,2,9,-1,x^2,i\}) \rightarrow 10$
- `longitudes`  $([1,4,-3,2]) \rightarrow 4$
- `longitud`  $([1,4,-3,2]) \rightarrow 4$

**lucas**

`lucas (n:ZZ )`

`lucas (n) = L (n) = 2n = 01n = 1L (n-2) + L (n-1) n ≥ 2`

**Ejemplos**

- `{lucas(n) con n en 1..5}`  $\rightarrow \{1,3,4,7,11\}$



m

**maclaurin**

maclaurin (e,x:Identificador ,n:ZZ )  
 taylor (e,x:Identificador ,n:ZZ )

Ejemplos

$$\text{taylor}(\text{sen}(x),x,4) \rightarrow -\frac{1}{6} \cdot x^3 + x$$

**magenta**

Más información en [color](#)

**magenta****magenta**

magenta = {255,0,255}

**marrón**

Más información en [color](#)

**marrón****marrón**

marrón = {180,60,0}

**matriz**

matriz (c:Circunferencia )

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -P_x \\ 0 & 1 & -P_y \\ -P_x & -P_y & P_x^2 + P_y^2 - r^2 \end{pmatrix}$$

Ejemplos

$$\text{matriz}(\text{circunferencia}(\text{punto}(1,2),5)) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & -2 \\ -1 & -2 & -20 \end{pmatrix}$$

$$\text{matriz}(\text{circunferencia}(\text{punto}(0,0),\text{punto}(1,0))) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & -1 \end{pmatrix}$$

matriz (c:Cónica )

Ejemplos

$$\text{matriz}(\text{parábola}(2,\text{punto}(0,0),\frac{\pi}{2})) \rightarrow \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 2 \\ 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\text{matriz}\left(\text{cónica}\begin{pmatrix} -3 & -2 & -1 \\ -2 & -4 & 5 \\ -1 & 5 & 20 \end{pmatrix}\right) \rightarrow \begin{pmatrix} -3 & -2 & -1 \\ -2 & -4 & 5 \\ -1 & 5 & 20 \end{pmatrix}$$

$$\text{matriz}(\text{elipse}(2,1,\text{punto}(0,0),0)) \rightarrow \begin{pmatrix} -\frac{1}{4} & 0 & 0 \\ 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

matriz (l:Lista )

Ejemplos

$$\text{matriz}(\{x+y,x-3\cdot y+z\}) \rightarrow \left\{ \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & -3 & 1 \end{pmatrix}, [0,0] \right\}$$

## Matriz

Matriz

Matriz (D:Dominio )

Ejemplos

 $f(A : \text{Matriz}) := A - I_2;$ 

$$f \left( \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 5 \end{pmatrix} \right) \rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$$

 $\text{es?} \left( \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 5 \end{pmatrix}, \text{Matriz} \right) \rightarrow \text{cierto}$ 

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 7 & 7 & 7 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 7 & 7 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 7 & 7 & 7 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 7 & 7 \end{pmatrix}$$



$$\begin{pmatrix} 1 : \mathbb{Z}_2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix} : \text{Matriz}(\mathbb{Z}_2) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

matriz\_adjunta matriz\_característica polinomio\_característico columna  
 cónica determinante determinante determinante determinante  
 dimensiones vaps valores\_y\_vectores\_propios veps eliminación\_gaussiana  
 eliminación\_gaussiana eliminación\_gaussiana eliminación\_gaussiana  
 base\_hermite reducción\_de\_hessenberg reducción\_de\_hessenberg imagen  
 inverso jordan jordan núcleo núcleo longitudes descomposición\_lu  
 descomposición\_lu recorrido\_de\_matriz polinomio\_mínimo polinomio\_mínimo  
 menor n\_columnas n\_filas número\_de\_columnas número\_de\_filas  
 proyectividad descomposición\_qr rango forma\_normal\_de\_smith  
 base\_en\_forma\_normal\_de\_smith resolver intersección\_de\_subespacios  
 suma\_de\_subespacios suplemento simétrica? traza transponer

Más información en [transforma\\_matriz](#)

## Matriz

**vectores y matrices:** un vector es una secuencia cerrada por corchetes, que podemos crear con las teclas [ , ] , con el icono  , separando sus elementos con una coma, o bien usando el icono  . Si creamos los corchetes usando el icono, el tamaño de estos se ajustará al tamaño de su contenido. El mismo resultado se puede obtener con las combinaciones de teclas [ , ] *ctrl* + [ y *ctrl* + ]

Una matriz es un vector formado por vectores de la misma longitud; cada uno de estos vectores corresponde a una fila de la matriz.


Los iconos  y  , explicados en detalle en el capítulo [Menús, iconos...](#) , permiten la creación de vectores y matrices de manera fácil.

Para descubrir cómo se trabaja con vectores y matrices, puede consultarse el capítulo de [Álgebra Lineal](#) .

**Ejemplos**

- $[1,2,3] \rightarrow [1,2,3]$
- $[1-3, 2, 2^2, 5+2, x^2, \frac{7}{5}] \rightarrow [-2,2,4,7,x^2,\frac{7}{5}]$
- $[[3,4],[-5,6]] \rightarrow \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -5 & 6 \end{pmatrix}$
- $\begin{pmatrix} a & b & 3 \\ c & 5 & d \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} a & b & 3 \\ c & 5 & d \end{pmatrix}$

**Manipulación de listas, vectores y matrices** ▲

Los subíndices creados con el icono  son la herramienta principal para manipular listas, vectores y matrices; en particular, para extraer y cambiar sus elementos.

Dada una lista o un vector  $v$ , y un número entero  $i$ ,  $v_i$  es la  $i$ -ésima componente de  $v$ , siempre que  $1 \leq i \leq \text{length}(v)$ .

$v_i \quad 1 \leq i \leq \text{longitud}(v)$

Al ser toda matriz un vector de vectores, si llamamos  $A$  a una matriz, entonces  $A_i$  es su fila  $i$ -ésima y  $A_{i,j}$  ( $A_{ij}$ ) el  $j$ -ésimo elemento de la fila  $i$ -ésima (suponiendo que exista).

$A_i \quad A_{i,j} \quad (A_{i,j} \text{ o } A_{ij}) \quad A_{i,j}$

Podemos usar el punto como notación equivalente a la anterior; de manera que la expresión  $A_n$  es equivalente a  $A.n$ , y  $A_{i,j}$  es equivalente a  $A.i.j$ . Del mismo modo, si  $v$  es un vector,  $v.i$  es la  $i$ -ésima componente de  $v$ .

$A_n \quad A.n \quad A_{i,j} \quad A.i.j \quad v.i$

**Ejemplos**

- $v=\{10,3,1\} \rightarrow \{10,3,1\}$
- $v_1 \rightarrow 10$
- $v.1 \rightarrow 10$
- $v=[3, a, b] \rightarrow [3,a,b]$
- $v_2 \rightarrow a$
- $L=\{4,t,b,a,5\} \rightarrow \{4,t,b,a,5\}$
- $L_3+L_2 \rightarrow b+t$
- $A=\begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -5 & 6 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -5 & 6 \end{pmatrix}$
- $A_2 \rightarrow [-5,6]$
- $A_{2,2} \rightarrow 6$
- $A_{2,1} \rightarrow -5$

Para cambiar el valor de una componente de una lista, vector o matriz, podemos usar la sintaxis explicada en el subapartado anterior y asignarle el nuevo valor con el operador  $=$ .

**Ejemplos**

$$\begin{cases} v=[3,a,b] \rightarrow [3,a,b] \\ v_2=x \rightarrow [3,x,b] \\ v \rightarrow [3,x,b] \\ v=[4,a,b,c,d] \rightarrow [4,a,b,c,d] \\ v_4=v_1+v_2 \rightarrow [4,a,b,a+4,d] \\ A=\begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -5 & 6 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -5 & 6 \end{pmatrix} \\ A_2=[x,y] \rightarrow \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ x & y \end{pmatrix} \\ B=\begin{pmatrix} a & b & 3 \\ c & 5 & d \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} a & b & 3 \\ c & 5 & d \end{pmatrix} \\ B_{1,2}=B_{1,2}+B_{2,2} \rightarrow \begin{pmatrix} a & b+5 & 3 \\ c & 5 & d \end{pmatrix} \end{cases}$$

**matriz\_adjunta**

`matriz_adjunta (A:Matriz )`

**Ejemplos**

$$\text{matriz\_adjunta} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} -3 & 6 & -3 \\ 6 & -12 & 6 \\ -3 & 6 & -3 \end{pmatrix}$$

**matriz\_característica**

`matriz_característica (A:Matriz ,t )`

**Ejemplos**

$$\text{matriz\_característica} \left( \begin{pmatrix} 2 & 1 \\ 3 & -5 \end{pmatrix}, t \right) \rightarrow \begin{pmatrix} -t+2 & 1 \\ 3 & -t-5 \end{pmatrix}$$

**matriz\_constante**

`matriz_constante (n:ZZ,x )`

**Ejemplos**

$$\text{matriz\_constante}(2,x) \rightarrow \begin{pmatrix} x & x \\ x & x \end{pmatrix}$$

$$\text{matriz\_constante}(4,0) \rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

`matriz_constante (m:ZZ,n:ZZ,x )`

**Ejemplos**

$$\text{matriz\_constante}(2,3,x) \rightarrow \begin{pmatrix} x & x & x \\ x & x & x \end{pmatrix}$$

**matriz\_de\_permutaciones**

`descomposición_lu (A:Matriz ,o: )`

**Ejemplos**

$$\text{descomposición\_lu}(\llbracket\llbracket 0,2,3\rrbracket,\llbracket 4,5,6\rrbracket,\llbracket 7,8,9\rrbracket\rrbracket,\{\text{matriz\_de\_permutaciones}=0\})$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 7 & -3 & 1 \\ 4 & -8 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 4 & 5 & 6 \\ 0 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & -3/8 \end{pmatrix} \right\}$$

$$\text{descomposición\_lu}(\llbracket\llbracket 0,2,3\rrbracket,\llbracket 4,5,6\rrbracket,\llbracket 7,8,9\rrbracket\rrbracket,\{\text{matriz\_de\_permutaciones}=-1\})$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 7 & -3 & 1 \\ 4 & -8 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 4 & 5 & 6 \\ 0 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & -3/8 \end{pmatrix} \right\}$$

$$\text{descomposición\_lu}(\llbracket\llbracket 1,2,3\rrbracket,\llbracket 4,5,6\rrbracket,\llbracket 7,8,9\rrbracket\rrbracket,\{\text{matriz\_de\_permutaciones}=1\})$$

$$\rightarrow \left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 4 & 1 & 0 \\ 7 & 2 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -3 & -6 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \right\}$$

**matriz\_de\_rotación**

matriz\_de\_rotación (x:Real )  
 matriz\_de\_rotación (centro :Punto ,orientación :Vector ,ángulo :Real )

**Ejemplos**

$$\text{matriz\_de\_rotación}\left(\frac{\pi}{2}\right) \rightarrow \begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{matriz\_de\_rotación}(\text{punto}(1,2,3), [1,0,0], 0.4) \rightarrow \begin{pmatrix} 1. & 0. & 0. & 0. \\ 0. & 0.92106 & -0.38942 & 1.3261 \\ 0. & 0.38942 & 0.92106 & -0.54202 \\ 0. & 0. & 0. & 1. \end{pmatrix}$$

$$\text{matriz\_de\_rotación}(\text{punto}(0,0,0), [1,0,0], \frac{\pi}{2}) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{matriz\_de\_rotación}(\text{punto}(123,208,68), [41, -13, 0], 2 \cdot \pi) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

### matriz\_de\_simetría

matriz\_de\_simetría (x:Punto3d |Recta2d |Recta3d |Plane )

**Ejemplos**

$$\text{matriz\_de\_simetría}(\text{punto}(1,2,3)) \rightarrow \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & -1 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & -1 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{matriz\_de\_simetría}(\text{recta}(\text{punto}(1,-1), \text{punto}(1,1))) \rightarrow \begin{pmatrix} -1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{matriz\_de\_simetría}(\text{recta}(\text{punto}(1,-1,2), \text{punto}(1,1,0))) \rightarrow \begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{matriz\_de\_simetría}(\text{plano}(3 \cdot x - 4 \cdot y = 0)) \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{7}{25} & \frac{24}{25} & 0 & 0 \\ \frac{24}{25} & -\frac{7}{25} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

### matriz\_de\_transformación

`jordan (A:Matriz ,o: )`

**Ejemplos**

`jordan([[1,-4,-1,-4],[2,0,5,-4],[-1,1,-2,3],[-1,4,-1,6]},{matriz_de_transformación=cierto})`

$$\rightarrow \left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -3 & -4 & -1 \\ -1 & -2 & -1 & -2 \\ 1 & \frac{8}{3} & \frac{8}{3} & \frac{5}{3} \end{pmatrix} \right\}$$

**matriz\_de\_traslación**

`matriz_de_traslación (v:Vector )`

**Ejemplos**

`matriz_de_traslación([-1,3])`  $\rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 3 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

`matriz_de_traslación([-1,2,3])`  $\rightarrow \begin{pmatrix} 3 & 0 & -1 \\ 0 & 3 & 2 \\ 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}$

`matriz_de_traslación([-1,2,0,6])`  $\rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

**matriz\_diagonal**

`matriz_diagonal (a:Lista /Vector /Recorrido )`

**Ejemplos**

`matriz_diagonal({x,y})`  $\rightarrow \begin{pmatrix} x & 0 \\ 0 & y \end{pmatrix}$


`matriz_diagonal(1..5..2)`  $\rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 5 \end{pmatrix}$

`matriz_diagonal (n:ZZ,x )`

**Ejemplos**

`matriz_diagonal(2,x)`  $\rightarrow \begin{pmatrix} x & 0 \\ 0 & x \end{pmatrix}$



**matriz\_identidad**Icono `matriz_identidad (n:ZZ )`

**Ejemplos**

$$I_3 \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\text{matriz\_identidad}(2) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix}$$

**matriz\_resultante**`matriz_resultante (p:Polinomio ,q:Polinomio )``matriz_resultante (p:Polinomio ,q:Polinomio ,t:Identificador )``matriz_resultante (p:Polinomio ,q:Polinomio ,{t1 ,...,tn }:Lista )`

**Ejemplos**

$$\text{matriz\_resultante}(x-1, 2 \cdot x^2 - 2) \rightarrow \begin{pmatrix} -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \end{pmatrix}$$

$$p=(x-2) \cdot (y-5); q=(x-3) \cdot (y-5);$$

$$\text{matriz\_resultante}(p, q, x) \rightarrow \begin{pmatrix} -2 \cdot y + 10 & y - 5 \\ -3 \cdot y + 15 & y - 5 \end{pmatrix}$$

$$\text{matriz\_resultante}(p, q, \{y\}) \rightarrow \begin{pmatrix} -5 \cdot x + 10 & x - 2 \\ -5 \cdot x + 15 & x - 3 \end{pmatrix}$$

**max**`max (x1 ,...,xn )`

**Ejemplos**

$$\text{max}(0, 1) \rightarrow 1$$

$$\text{max}\left(\frac{1}{2}, 1, 5, 7\right) \rightarrow 7$$

$$\text{max}(6, -4, 3, 1, -5, 2) \rightarrow 6$$

`max (l:Lista |Vector |Recorrido )`

**Ejemplos**

- `max` $\left\{\frac{1}{2}, 1, 5, 7\right\} \rightarrow 7$
- `max` $[1, [4, [3, [6, [5, [2]]]]] \rightarrow 6$
- `max` $(1..100) \rightarrow 100$

Más información en [máximo](#)

### [máximo](#)

Más información en [máximo](#)

### [máximo\\_común\\_divisor](#)

Más información en [máximo común divisor](#)

### [máximo\\_con\\_restricciones](#)

`máximo_con_restricciones (f:Función ,l:Lista )`  
`mínimo_con_restricciones (f:Función ,l:Lista )`

**Ejemplos**

- `máximo_con_restricciones` $(x+y+z, \{x+y \leq 17, x \leq 11, y \leq 11, z \leq 11, y \geq 2, z \geq 2\})$   
 $\rightarrow \{28, \{x \geq 6, y \geq 11, z \geq 11\}\}$
- `mínimo_con_restricciones` $(x+y+z, \{x+y \leq 17, x \leq 11, y \leq 11, z \leq 11, y \geq 2, z \geq 2\})$   
 $\rightarrow \{4, \{x \geq 0, y \geq 2, z \geq 2\}\}$

### [mcd](#)

`mcd (a:ZZ, b:ZZ )`

**Ejemplos**

- `mcd` $(2, 3) \rightarrow 1$
- `mcd` $(120, 21) \rightarrow 3$
- `mcd` $(7, 0) \rightarrow 7$

$\text{mcd} (p:\text{Polinomio} ,q:\text{Polinomio} )$

Ejemplos

$$\text{mcd}(x^{100}-1, x^{80}-1) \rightarrow x^{20}-1$$

$$\text{mcd}(x^2-y^2, x-y+1) \rightarrow 1$$

$\text{mcd} (a_1 : \text{Elemento} (\text{Anillo} ), \dots, a_n : \text{Elemento} (\text{Anillo} ) )$

$\text{mcd} (\{a_1 : \text{Elemento} (\text{Anillo} ), \dots, a_n : \text{Elemento} (\text{Anillo} )\} )$

$\text{mcd} ([a_1 : \text{Elemento} (\text{Anillo} ), \dots, a_n : \text{Elemento} (\text{Anillo} )])$

Ejemplos

$$\text{mcd}(12, 15, 21, 60) \rightarrow 3$$

$$\text{mcd}\{10, 20, 30, 40\} \rightarrow 10$$

$$\text{mcd}([x^2, [x]]) \rightarrow x$$

$\text{mcd} (r:QQ, s:QQ )$

Ejemplos

$$\text{mcd}\left(\frac{120}{11}, 21\right) \rightarrow \frac{3}{11}$$

$$\text{mcd}\left(120, \frac{21}{5}\right) \rightarrow \frac{3}{5}$$

$$\text{mcd}\left(\frac{120}{11}, \frac{21}{5}\right) \rightarrow \frac{3}{55}$$

$\text{mcd} (f_1 : \text{Fracción} , f_2 : \text{Fracción} )$

Ejemplos

$$\text{mcd}((x-2)/(x-1)^2, (x-2)^3/(x-1)) \rightarrow \frac{x-2}{x^2-2 \cdot x+1}$$

$$\text{mcd}((x-1)/(x-3), x-7) \rightarrow \frac{1}{x-3}$$

`mcd (a:Elemento (Cuerpo ),b:Elemento (Cuerpo ) )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{mcd}\left(3.3, \frac{1}{5}\right) \rightarrow 1 \end{array} \right.$

Más información en [máximo común divisor](#)

***mcd\_extendido***

`mcd_extendido (a:Entero ,b:Entero )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{mcd}(2275,5635) \rightarrow 35 \\ \text{mcd\_extendido}(2275,5635) \rightarrow [35,-52,21] \\ (35=2275 \cdot (-52) + 5635 \cdot 21) ? \rightarrow \text{cierto} \end{array} \right.$

`mcd_extendido (p:Polinomio ,q:Polinomio )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{mcd}(x^{10}-1, x^8-1) \rightarrow x^2-1 \\ \text{mcd\_extendido}(x^{10}-1, x^8-1) \rightarrow [x^2-1, 1, -x^2] \\ (x^2-1=1 \cdot (x^{10}-1) + (-x^2) \cdot (x^8-1)) ? \rightarrow \text{cierto} \end{array} \right.$

***mcm***

`mcm (a:ZZ,b:ZZ )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{mcm}(2,3) \rightarrow 6 \\ \text{mcm}(120,21) \rightarrow 840 \\ \text{mcm}(7,0) \rightarrow 0 \end{array} \right.$

$\text{mcm} (p:\text{Polinomio} ,q:\text{Polinomio} )$

Ejemplos

$$\text{mcm}(x^{100}-1, x^{80}-1) \rightarrow x^{160} + x^{140} + x^{120} + x^{100} - x^{60} - x^{40} - x^{20} - 1$$

$$\text{mcm}(x^2-y^2, x-y+1) \rightarrow x^3 - x^2 \cdot y + x^2 - x \cdot y^2 + y^3 - y^2$$

$\text{mcm} (a_1 : \text{Elemento} (\text{Anillo} ), \dots, a_n : \text{Elemento} (\text{Anillo} ) )$

$\text{mcm} (\{a_1 : \text{Elemento} (\text{Anillo} ), \dots, a_n : \text{Elemento} (\text{Anillo} )\} )$

$\text{mcm} ([a_1 : \text{Elemento} (\text{Anillo} ), \dots, a_n : \text{Elemento} (\text{Anillo} )] )$

Ejemplos

$$\text{mcm}(12, 15, 21, 60) \rightarrow 420$$

$$\text{mcm}(\{10, 20, 30, 40\}) \rightarrow 120$$

$$\text{mcm}([x^2, x]) \rightarrow x^2$$

$\text{mcm} (r:\mathbb{Q}, s:\mathbb{Q} )$

Ejemplos

$$\text{mcm}(120/11, 21) \rightarrow 840$$

$$\text{mcm}(120, 21/5) \rightarrow 840$$

$$\text{mcm}(120/11, 21/5) \rightarrow 840$$

$\text{mcm} (f1:\text{Fracción} ,f2:\text{Fracción} )$

Ejemplos

$$\text{mcm}((x-2)/(x-1)^2, (x-2)^3/(x-1)) \rightarrow \frac{x^3 - 6 \cdot x^2 + 12 \cdot x - 8}{x-1}$$

$$\text{mcm}((x-1)/(x-3), x-7) \rightarrow x^2 - 8 \cdot x + 7$$

$\text{mcm} (a:\text{Elemento} (\text{Cuerpo} ), b:\text{Elemento} (\text{Cuerpo} ) )$

Ejemplos

$$\text{mcm}\left(3.3, \frac{1}{5}\right) \rightarrow 0.66$$

Más información en [mínimo común múltiplo](#)

## media

`media (VA:Dato_estadístico )`  $1/(n-1)x_i$

**Ejemplos**

- `media({1,2,-3,4,5,-2})` → 1.1667
- `media({2,perdido,2,5,perdido,-5})` → 1.
- `media([1.2→3,3→1,5→1])` → 2.32
- `media([5→2,7→1])` → 5.6667
- `media([a→{4,-2,4,-2,5},b→[-2→2,4→2,5→1]])` → {a→1.8,b→1.8}

Más información en [media](#)

## media geométrica

`media_geométrica (VA:Dato_estadístico )` raíz2( $x_1 * x_2 * \dots * x_n$ )

**Ejemplos**

- `media_geométrica({15,6,300})` → 30.
- `media_geométrica({1,2,-3,2,5,7,-5})` → 2.9827
- `media_geométrica([1.2→3,3→1,5→1])` → 1.9175
- `media_geométrica([5→2,7→2])` → 5.9161
- `media_geométrica([a→{34,1,54,1},b→[1→2,34→1,54→1]])` → {a→15.,b→15.}

Más información en [media geométrica](#)

## media harmónica

`media_harmónica (VA:Dato_estadístico )`  $n/x_i$

**Ejemplos**

- `media_harmónica({1/3,1/5,-1/6})` → 1.5
- `media_harmónica({1/3,perdido,1/5,perdido,-1/6})` → 1.5
- `media_harmónica([1.2→3,3→1,5→1])` → 1.6484
- `media_harmónica([5→2,7→2])` → 5.8333
- `media_harmónica([a→{3,perdido,-5,3,perdido},b→[3→2,-5→1,perdido→2]])`  
→ {a→6.4286,b→6.4286}

Más información en [media harmónica](#)

## mediana

`mediana (T:Triángulo2d |Triángulo3d ,n:Natural )`

Ejemplos

```
T=triángulo (punto (-7,1),punto (-3,2),punto (-6,7)) → (-7,1) - (-3,2) - (-6,7)
mediana(T,1),mediana(T,2),mediana(T,3)
→  $y = \frac{7}{5} \cdot x + \frac{54}{5}$ ,  $y = -\frac{4}{7} \cdot x + \frac{2}{7}$ ,  $y = -\frac{11}{2} \cdot x - 26$ 
dibujar(T) → tablero1
dibujar({T1,mediana(T,1)},{color=azul}) → tablero1
dibujar({T2,mediana(T,2)},{color=verde}) → tablero1
dibujar({T3,mediana(T,3)},{color=rojo}) → tablero1
dibujar(baricentro(T)) → tablero1
```

`mediana (T:Triángulo ,i:ZZ )`

Ejemplos

```
T=triángulo (punto(1,2),punto(0,0),punto(2,0)) → (1,2) - (0,0) - (2,0)
mediana(T,1) → x=1
mediana(T,2) →  $y = \frac{2}{3} \cdot x$ 
mediana(T,3) →  $y = -\frac{2}{3} \cdot x + \frac{4}{3}$ 
```

Ejemplos

```
estado_geometria("3D") → 2
T=triángulo (punto(1,2,1),punto(0,0,0),punto(2,0,2)) → (1,2,1) - (0,0,0) - (2,0,2)
mediana(T,1) →  $-x+1=0 \cap -x+z=0$ 
mediana(T,2) →  $-x+z=0 \cap -2 \cdot x+3 \cdot y=0$ 
mediana(T,3) →  $-2 \cdot x-3 \cdot y+4=0 \cap -x+z=0$ 
```

Más información en [mediana](#) , [mediana](#)

## mediatriz

`mediatriz (A:Punto ,B:Punto )`

Ejemplos

```
mediatriz(punto(0,0),punto(2,0)) → x=1
```

`mediatriz (s:Segmento )`

**Ejemplos**

$$\text{mediatriz}(\text{segmento}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0))) \rightarrow y = -\frac{1}{2} \cdot x + \frac{5}{4}$$

$$\text{mediatriz}(\text{segmento}(\text{punto}(1,0),\text{punto}(-2,1))) \rightarrow y = 3 \cdot x + 2$$

`mediatriz (T:Triángulo ,i:ZZ )`

**Ejemplos**

$$T = \text{triángulo}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0),\text{punto}(2,0)) \rightarrow (1,2) - (0,0) - (2,0)$$

$$\text{mediatriz}(T,1) \rightarrow y = \frac{1}{2} \cdot x + \frac{1}{4}$$

$$\text{mediatriz}(T,2) \rightarrow y = -\frac{1}{2} \cdot x + \frac{5}{4}$$

$$\text{mediatriz}(T,3) \rightarrow x = 1$$

Más información en [mediatriz](#)

**menor**

`menor (A:Matriz ,i:ZZ,j:ZZ )`

**Ejemplos**

$$\text{menor} \left( \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 2 & 2 & 0 \\ 3 & 4 & 5 \end{pmatrix}, 2, 2 \right) \rightarrow 5$$

$$\text{menor} \left( \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 2 & 2 & 0 \\ 3 & a & 5 \end{pmatrix}, 1, 3 \right) \rightarrow 2 \cdot a - 6$$

Más información en [menor](#)

**método**



## método

**Ejemplos**

```

resolver_numéricamente (2^x=3, {método="newton"}) → {x=1.585}

eliminación_gaussiana ( ( (1 2 2 4)
                        (1 0 5 2)
                        (1 1 3 0)
                        (3 1 4 1) ), {método="gauss"} ) → ( (1 2 2 4)
                                                         (0 -2 3 -2)
                                                         (0 0 -1/2 -3)
                                                         (0 0 0 51) )

determinante ( ( (1 7 5)
                (1 0 5)
                (1 2 9) ), {método="expansión_de_menores"} ) → -28

```

## mientras

**mientras...:** Icono , sentencia  
**mientras**  $B$  **hacer**  $A$  **fin**

Repite las instrucciones de  $A$  mientras se cumple la condición  $B$ .

**Ejemplos**

```

wirisplus_1_Eliminate_powers_of_2_in_x
x=344 → 344
factorizar(x) → 2^3 · 43
mientras resto(x,2)=0 hacer → 43
  x = x/2
fin

```

## min

$\min(x_1, \dots, x_n)$

**Ejemplos**

```

min(0,1) → 0
min(1/2, 1, 5, 7) → 1/2
min(6, -4, 3, 1, -5, 2) → -5

```

`min (l:Lista |Vector |Recorrido )`

**Ejemplos**

- `min`  $\left\{ \frac{7}{2}, 1, 5, 7 \right\} \rightarrow 1$
- `min`  $[1, [4, [3, [6, [5, [2]]]]] \rightarrow 1$
- `min`  $(7..0..-1) \rightarrow 0$

Más información en [mínimo](#)

**mínimo**

Más información en [mínimo](#)

**mínimo\_común\_múltiplo**

Más información en [mínimo común múltiplo](#)

**mínimo\_con\_restricciones**

`máximo_con_restricciones (f:Función ,l:Lista )`  
`mínimo_con_restricciones (f:Función ,l:Lista )`

**Ejemplos**

- `máximo_con_restricciones`  $(x+y+z, \{x+y \leq 17, x \leq 11, y \leq 11, z \leq 11, y \geq 2, z \geq 2\})$   
 $\rightarrow \{28, \{x \geq 6, y \geq 11, z \geq 11\}\}$
- `mínimo_con_restricciones`  $(x+y+z, \{x+y \leq 17, x \leq 11, y \leq 11, z \leq 11, y \geq 2, z \geq 2\})$   
 $\rightarrow \{4, \{x \geq 0, y \geq 2, z \geq 2\}\}$

**mod**

`a mod m`

**Ejemplos**

- $23 \bmod 7 \rightarrow 2$
- $-5 \bmod 70 \rightarrow 65$
- $60+11 \bmod 70 \rightarrow 1$
- $1/3 \bmod 5 \rightarrow 2$

**moda**

`moda (vA:Dato_estadístico )`

**Ejemplos**

- `moda({1,2,1,1,2,5}) → 1.`
- `moda({2,1,1,2,-7}) → {1.,2.}`
- `moda({1,2,perdido,2,5,perdido,-5}) → 2.`
- `moda([1.2→3,3→1,5→1]) → 1.2`
- `moda([5→2,7→1]) → 5.`
- `moda([a→{5,-2,5,-2,4},b→[-2→2,5→2,4→1]]) → {a→{-2.,5.},b→{-2.,5.}}`

Más información en [moda](#)

### **momento**

`momento (n:Entero ,x:Real ,L:Lista )`

**Ejemplos**

- `momento(-2, 4.2, {3,4,5,6,7,8}) → 4.6271`
- `momento(3, 4.2, {3,4,5,6,7,8}) → 13.572`
- `momento(4, 4.2, {3,4,5,6,7,8}) → 47.16`
- `momento(3, 8.9, {3,4,5,6,7,8}) → -69.054`
- `momento(3, media({3,4,5,6,7,8}), {3,4,5,6,7,8}) → 0.`

### **momento\_central**

`momento_central (k:ZZ,x:Dato_estadístico )  $m_k = 1/n(x_i - \bar{x})^k$`

**Ejemplos**

- `momento_central(2,{1,2,-3,2,5,7,-5}) → 15.061`
- `momento_central(3,[1.2→3,3→1,5→1]) → 3.0697`
- `momento_central(1,[5→1,7→2]) → 0`
- `momento_central(2,[a→{1,2,-2,1},b→[1→2,2→1,-2→1]]) → {a→2.25,b→2.25}`

### **mónico**

`mónico (p:Polinomio )`

**Ejemplos**

- `mónico( $5 \cdot x^3 + 4$ ) →  $x^3 + \frac{4}{5}$`
- `mónico( $-2 \cdot x^3 + 2 \cdot y$ ) →  $x^3 - y$`

**mónico?**

mónico? (*p:Polinomio* )

**Ejemplos**

- mónico?( $x^3+2$ ) → cierto
- mónico?( $5 \cdot x^3-2$ ) → falso

**mostrar\_cubo**

mostrar\_cubo

Indica si en la ventana aparece o no un cubo. Los puntos se pueden mover libremente por el tablero de dibujo.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **cierto**

Más información en [opciones tablero3d](#) , [tablero3d](#)

**mostrar\_ejes**

mostrar\_ejes

Indica si los ejes coordenados aparecen o no en el dibujo.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **cierto**

mostrar\_ejes

Indica si los ejes coordenados aparecen o no en el dibujo.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **cierto**

Más información en [opciones tablero](#) , [opciones tablero3d](#) , [tablero](#) , [tablero3d](#)

**mostrar\_etiqueta**

mostrar\_etiqueta

Indica si se tiene que mostrar, en el gráfico, la etiqueta de la figura.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **falso**

**mostrar\_etiqueta**

Indica si se tiene que mostrar, en el gráfico, la etiqueta de la figura.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **falso**

Más información en [opciones dibujar](#) , [opciones dibujar3d](#) , [dibujar](#) , [dibujar3d](#)

**mostrar\_malla****mostrar\_malla**

Indica si en la ventana aparece o no una malla. Si la malla aparece, el movimiento de los puntos dibujados se limita a los puntos de corte de la malla; si no aparece, los puntos se pueden mover libremente por el tablero de dibujo.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **cierto**

Más información en [opciones tablero](#) , [tablero](#)

**mostrar\_términos****mostrar\_términos** (*n:Natural* )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{mostrar_términos}(4) \rightarrow 5 \\ \text{s=serie\_de\_taylor}(\text{sen}(x),x,0) \rightarrow x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7 + \dots \end{array} \right.$

**mover****mover** (*x:Variable* , *v:Vector* )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} P := \text{punto\_más\_cercano}(x=y+1, \text{punto}(3,5)) \\ \rightarrow \text{punto\_más\_cercano}(x=y+1, \text{punto}(3,5)) \\ \text{dibujar}(P) \rightarrow \text{tablero1} \\ \text{mover}(P, [1,0]) \rightarrow (5,4) \end{array} \right.$

**móvil****móvil**

Si el objeto a dibujar no se ha definido de manera estática, permite que éste se pueda o no mover en el espacio.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **cierto**

## móvil

Si el objeto a dibujar no se ha definido de manera estática, permite que éste se pueda o no mover en el plano.

Valores posibles : true, false, [cierto](#) y [falso](#)

Valor por defecto : [cierto](#)

Más información en [opciones dibujar](#) , [opciones dibujar3d](#) , [dibujar](#) , [dibujar3d](#)

## [mu\\_de\\_moebius](#)

`mu_de_moebius (n:ZZ )`

**Ejemplos**

- `mu_de_moebius(6) → 1`
- `mu_de_moebius(2) → -1`
- `mu_de_moebius(20) → 0`

## [Muestra](#)

`Muestra`

**Ejemplos**

- `es?({3,1,1,2,1,3},Muestra) → cierto`
- `es?([1→3,2→1,3→2],Muestra) → cierto`
- `media({3,1,1,2,1,3}) → 1.8333`
- `media([1→3,2→1,3→2]) → 1.8333`

## [Muestra\\_frecuencia](#)

`Muestra_frecuencia`

**Ejemplos**

- `es?([a→2,b→1,c→3],Muestra_frecuencia) → cierto`
- `es?([1→3,2→1,3→2],Muestra_frecuencia) → cierto`
- `media([1→3,2→1,3→2]) → 1.8333`

## [Muestra\\_frecuencia\\_de](#)

## Muestra\_frecuencia\_de

**Ejemplos**

- es? (2, Cantidad) → falso
- es? (2 g, Cantidad) → cierto
- es? (cantidad(2, g), Cantidad) → cierto
- es? (cantidad( $x^2 - x + 2$ , g), Cantidad) → cierto

## Muestra\_lista

## Muestra\_lista

**Ejemplos**

- es?({1,2,2,3}, Muestra\_lista) → cierto
- es?({5,2.3,3.1,5.2,-2}, Muestra\_lista) → cierto
- media({3,1,1,2,1,3}) → 1.8333

## Muestra\_lista\_de

## Muestra\_lista\_de

**Ejemplos**

- L={1,0} → {1,0}
- es? (L, Muestra\_lista\_de(Entero)) → cierto
- es? (L, Muestra\_lista\_de(Punto)) → falso
- U= {punto(1,1), punto(2,2)} → {(1,1), (2,2)}
- es? (U, Muestra\_lista\_de(Punto)) → cierto

## Multimuestra

## Multimuestra

**Ejemplos**

```

es?([nombres→{Anna,Joan,Laia}, altura→{1.55,1.65,1.50}, excentricidad→{13,4,1}],
Dato_estadístico)
→ cierto
es?([nombres→{altura,excentricidad},Anna→{1.55,13},Joan→{1.65,4},Laia→{1.50,1}],
Dato_estadístico)
→ cierto
transponer([nombres→{Anna,Joan,Laia}, altura→{1.55,1.65,1.50}, excentricidad→{2,5,6}])
→ [nombres→{excentricidad,altura},Anna→{2,1.55},Joan→{5,1.65},Laia→{6,1.5}]
    
```

## multiplicidad

`multiplicidad (p:Lista ,f:Polinomio )`

**Ejemplos**

```

multiplicidad({1},x-1) → 1
multiplicidad({1,1,0},(x-y+z)2) → 2
    
```

## multiplicidades

`factorizar (p:Polinomio ,o: )`  
`factorizar (p:Polinomio ,A:Anillo ,o: )`

**Ejemplos**

```

Op1={multiplicidades=cierto,contar_multiplicidades=cierto};
Op2={multiplicidades=cierto,contar_multiplicidades=falso};
Op3={multiplicidades=falso,contar_multiplicidades=falso};
Op4={multiplicidades=falso,contar_multiplicidades=cierto};
p=x2+2·x+1;

factorizar(p,Z,Op1) → (x+1)2
factorizar(p,Z,Op2) → {x+1,x+1}
factorizar(p,Z,Op3) → {x+1}
factorizar(p,Z,Op4) → x+1
    
```



n

***n\_columnas***`n_columnas (A:Matriz )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{n\_columnas} \left( \begin{array}{ccc} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{array} \right) \rightarrow 3 \end{array} \right.$

***n\_filas***`n_filas (A:Matriz )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{n\_filas} \left( \begin{array}{ccc} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{array} \right) \rightarrow 2 \end{array} \right.$

***n\_términos***`n_términos (p:Polinomio )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{n\_términos} (x^7 + x^2 + x^2 - 1) \rightarrow 3 \\ \text{n\_términos} (x^3 \cdot y + x^2 \cdot y + x \cdot y^2 - 1) \rightarrow 4 \\ \text{n\_términos} (\pi) \rightarrow 1 \end{array} \right.$

***n\_variables***`n_variables (p:Polinomio )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{n\_variables} (x^4 \cdot y^2 - z) \rightarrow 3 \\ \text{n\_variables} (x^7 - x^5 + 4 \cdot x^2 + 1) \rightarrow 1 \\ \text{n\_variables} (\pi) \rightarrow 0 \end{array} \right.$

***naranja***Más información en [color](#)


**naranja**

**naranja**

naranja = {255,200,0}

**Natural**

Natural

Icono 

**Ejemplos**

- es? (4, Natural) → cierto
- es? (0, Natural) → cierto
- es? (-7, Natural) → falso
- es? ( $\frac{2}{3}$ , Natural) → falso
- es? ( $x^2+5$ , Natural) → falso

[número\\_de\\_bernouilli](#)
[números\\_de\\_bernouilli](#)
[coeficiente\\_estado\\_geometría interno?](#)
[mediana](#)
[poliedro](#)
[cono\\_poliédrico](#)
[cono\\_tapado\\_poliédrico](#)
[cilindro\\_poliédrico](#)
[cilindro\\_tapado\\_poliédrico](#)
[esfera\\_poliédrica](#)
[toro\\_poliédrico](#)
[serie](#)
[mostrar\\_términos](#)
[subcadena](#)
[serie\\_de\\_taylor](#)
[término](#)
[lista\\_de\\_término](#)
[términos](#)
[lista\\_de\\_términos](#)
[truncar](#)

**negativo?**

negativo? (x:Real )

**Ejemplos**

- negativo?( $\pi$ ) → falso
- negativo?(0) → falso
- negativo?(- $\sqrt{2}$ ) → cierto
- negativo?( $x^2-1$ ) → negativo?( $x^2-1$ )

**negrita**

negrita

Valores posibles: [cierto](#) o [falso](#)

Valor por defecto: [falso](#)

Más información en [fuente](#) , [fuente](#)

**negro**

Más información en [color](#)

**negro****negro**

`negro` = {0,0,0}

**no**

`no` `b`

`no cierto` = falso

`no falso` = cierto

**Ejemplos**

`no cierto` → falso

`falso | (cierto & no falso)` → cierto

**no\_nulo?**

`no_nulo?` ( $x_1, \dots, x_n$ )

`no_nulo?(s) = no(nulo?(s))`

**Ejemplos**

`no_nulo?()` → falso

`no_nulo?(nulo)` → falso

`no_nulo?(3)` → cierto

`no_nulo?(x,y)` → cierto

`no_nulo?(nulo,nulo)` → falso

**no\_pertenece?**

```
no_pertenece? (x,l )
```

**Ejemplos**

- `no_pertenece? (a,[a, b, b, a])` → falso
- `no_pertenece? (b,[a, b, b, a])` → falso
- `no_pertenece? (c,[a, b, b, a])` → cierto

### **nombre**

nombre

Valores posibles : "Serif" , "SansSerif" o "Monospaced"

Valor por defecto : "SansSerif"

nombre

Si el comando `dibujar` no conoce el nombre del objeto que tiene que dibujar, indica su nombre. Solamente tiene efecto cuando se trata de un único elemento y no una lista.

Valores posibles : cualquier objeto de tipo `Cadena` .

Valor por defecto : `nulo`

nombre

Si el comando `dibujar3d` no conoce el nombre del objeto que tiene que dibujar, indica su nombre. Solamente tiene efecto cuando se trata de un único elemento y no una lista.

Valores posibles : cualquier objeto de tipo `Cadena` .

Valor por defecto : `nulo`

Más información en [fuente](#) , [fuente](#) , [opciones dibujar](#) , [opciones dibujar3d](#) , [dibujar](#) , [dibujar3d](#)

### **nombre\_fuente**

[nombre\\_fuente](#)

Ejemplos

```

ATr=triángulo (punto (-9,-9), punto (-4,-9), punto (-6.5,-3));
STr=triángulo (punto (-3,-3), punto (3,-3), punto (-3,3));
OTr=triángulo (punto (4,3), punto (10,3), punto (0,8));

Title1=
{caja_de_texto ("DIFERENT", punto (-7,9), {nombre_fuente="Serif", tamaño_fuente=18});
;
Title2=
{caja_de_texto ("TYPES FOR", punto (-7.4,7.6), {nombre_fuente="Monospaced", tamaño_fuente=18});
;
Title3=
{caja_de_texto ("FONT_NAME", punto (-7.9,6), {nombre_fuente="SansSerif", tamaño_fuente=18});
;
TextA=
{caja_de_texto ("SansSerif", punto (-8,-8.8), {nombre_fuente="SansSerif", tamaño_fuente=18});
;
TextS=
{caja_de_texto ("Monospaced", punto (-2.2,-2.8), {nombre_fuente="Monospaced", tamaño_fuente=18});
;
TextO=
{caja_de_texto ("Serif", punto (5.6,3.2), {nombre_fuente="Serif", tamaño_fuente=14}});

dibujar2d ({ATr,STr,OTr}, {llenar=cierto,color_relleno=blanco});
dibujar2d (Title1);
dibujar2d (Title2);
dibujar2d (Title3);
dibujar2d (TextA);
dibujar2d (TextS);
dibujar2d (TextO);

```

[nombre\\_fuente](#)

Indica el nombre de la fuente usada.

Valores posibles : "Serif", "SansSerif", "Monospaced". "Serif" , "SansSerif" y "Monospaced"

Valor por defecto : "SansSerif"

Más información en [opciones escribir](#) , [caja\\_de\\_texto](#)

[nombre\\_identificador](#)

```
polinomio_mínimo (A:Matriz ,o: )
```

```
polinomio_mínimo (A,{nombre_identificador =k})=polinomio_mínimo (A,k)
```

Ejemplos

```
polinomio_mínimo([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]},{nombre_identificador=y})  
→  $y^3 - 15 \cdot y^2 - 18 \cdot y$ 
```

### nombre\_semilla

nombre\_semilla

Si el comando `dibujar3d` *no conoce* el nombre del objeto que tiene que dibujar, el nombre de dicha figura es el valor de esta opción concatenado con un número.

Valores posibles : cualquier objeto de tipo `Cadena` .

Valor por defecto : `nulo`

nombre\_semilla

Si el comando `dibujar` *no conoce* el nombre del objeto que tiene que dibujar, el nombre de dicha figura es el valor de esta opción concatenado con un número.

Valores posibles : cualquier objeto de tipo `Cadena` .

Valor por defecto : `nulo`

Más información en `opciones dibujar` , `opciones dibujar3d` , `dibujar` , `dibujar3d`

### nombre\_variable\_compleja

```
nombre_variable_compleja (id:Identificador )
```

```
nombre_variable_compleja ()
```

Ejemplos

```
nombre_variable_compleja(j_);2·j_+j_ → 3·j_  
nombre_variable_compleja(X);X → X  
nombre_variable_compleja(α);nombre_variable_compleja() → α  
nombre_variable_compleja(X);(1+2·X)·a → (1+2·X)·a  
nombre_variable_compleja(j_);i_ → i  
nombre_variable_compleja(α);i_+j_+α → i+j_+α  
nombre_variable_compleja(i_);2·i_ → 2·i
```

### nombres

## nombres

**Ejemplos**


```

es?([nombres→{Anna,Joan,Laia},altura→{1.55,1.65,1.50},excentricidad→{5,6,1}],
Dato_estadístico)
→ cierto
es?([nombres→{altura,excentricidad},Anna→{1.55,5},Joan→{1.65,6},Laia→{1.50,1}],
Dato_estadístico)
→ cierto
transponer([nombres→{Anna,Joan,Laia}, altura→{1.55,1.65,1.50}, excentricidad→{5,6,
1}])
→ [nombres→{excentricidad,altura},Anna→{5,1.55},Joan→{6,1.65},Laia→{1,1.5}]

```

## norma

||c||

Icono 

norma (c:CC )

**Ejemplos**

```

||i|| → 1
||1+i|| → √2
||7|| → 7
||-7|| → 7
{||1+i||,||1-i||,||-1-i||,||-1+i||} → {√2,√2,√2,√2}
norma(1+i) → √2

```

norma (v:Vector )

**Ejemplos**

```

norma([3,4]) → 5
norma([1,-1]) → √2

```

```
norma (a:Elemento (Cuerpo ),L:Cuerpo ,K:Cuerpo )
norma (a,L:Cuerpo )
norma (a:Elemento (Cuerpo ) )
```

**norma(a,L :Cuerpo)=norma(a,L,base(L)).**

**norma(a :Elemento(Cuerpo))=norma(a,cuerpo(a),base(a)).**

**Ejemplos**

```
k1=extensión(Z3,x2+1) → Z3 ([x])
k2=cuerpo_finito(k1,3,y) → Z3 ([x]) ([y])
norma(x) → 1
norma(x+1) → 2
norma(y) → 1
norma(y2) → 1
norma(x+y) → 2
norma(x+y,k2,Z3) → 2
norma((x+y)2) → 1
norma(x+y,k2,Z3) → 2
norma(x+y,k2) → 2
norma(x+y,k2,k1) → x+2
norma((x+y)3,k2,k1) → 2·x+2
x+23 → x+2
```

**norma\_1**

```
norma_1 (p:Polinomio )
```

**Ejemplos**

```
norma_1(x5-x2+4) → 6
```

**norma\_2**

```
norma_2 (p:Polinomio )
```

**Ejemplos**

```
norma_2(x5-x2+4.0) → 4.2426
```



**norma\_infinito**

norma\_infinito (p:Polinomio )

Ejemplos

$$\text{norma\_infinito}(x^5 - x^2 + 4) \rightarrow 4$$

**núcleo**

núcleo (A:Matriz )

Ejemplos

$$\text{núcleo} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 5 \\ 4 & 5 & 6 & 7 \\ 7 & 8 & 9 & 9 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} \frac{11}{3} & 1 \\ -\frac{13}{3} & -2 \\ 0 & 1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$$

$$\text{núcleo} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 6 \\ 0 & 8 & 9 \end{pmatrix} \rightarrow \text{nulo}$$

núcleo (A:Matriz ,o: )

Ejemplos

$$\text{núcleo} \left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 5 \\ 4 & 5 & 6 & 7 \\ 7 & 8 & 9 & 9 \end{pmatrix}, \{\text{solo\_un\_elemento}=\text{cierto}\} \right) \rightarrow \left[ \frac{11}{3}, -\frac{13}{3}, 0, 1 \right]$$

**nuevo\_identificador**

nuevo\_identificador (v )

Ejemplos

$$\text{nuevo\_identificador}("x") \rightarrow x$$

x=0;

$$\text{nuevo\_identificador}("x") \rightarrow x1$$

x1=17;

$$\text{nuevo\_identificador}("x") \rightarrow x2$$

nuevo\_identificador (v,n:ZZ )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} x1=10 \rightarrow 10 \\ x4=3 \rightarrow 3 \\ nuevo\_identificador(x,4) \rightarrow x,x2,x3,x5 \end{array} \right.$

**nulo**

nulo

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} a,b,nulo \rightarrow a,b \\ (nulo,(a,b)) \rightarrow a,b \\ a,nulo,nulo,b \rightarrow a,b \end{array} \right.$

**Nulo**

Nulo

nulo .

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} nulo \rightarrow nulo \\ es?(nulo,Nulo) \rightarrow cierto \end{array} \right.$

**nulo?**

nulo? (x<sub>1</sub> ,...,x<sub>n</sub> )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} nulo?() \rightarrow cierto \\ nulo?(nulo) \rightarrow cierto \\ nulo?(3) \rightarrow falso \\ nulo?(x,y) \rightarrow falso \\ nulo?(nulo,nulo) \rightarrow cierto \end{array} \right.$

**num**

numerador (q:QQ )  
num (q:QQ )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{numerador}\left(\frac{2}{3}\right) \rightarrow 2 \\ \text{num}\left(-\frac{4}{5}\right) \rightarrow -4 \\ \text{num}(7) \rightarrow 7 \end{array} \right.$

numerador (f:Fracción )  
num (f:Fracción )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{numerador}\left(\frac{x}{y}\right) \rightarrow x \\ \text{num}(x^4+2) \rightarrow x^4+2 \end{array} \right.$

### numerador

numerador (q:QQ )  
num (q:QQ )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{numerador}\left(\frac{2}{3}\right) \rightarrow 2 \\ \text{num}\left(-\frac{4}{5}\right) \rightarrow -4 \\ \text{num}(7) \rightarrow 7 \end{array} \right.$

numerador (f:Fracción )  
num (f:Fracción )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{numerador}\left(\frac{x}{y}\right) \rightarrow x \\ \text{num}(x^4+2) \rightarrow x^4+2 \end{array} \right.$

### número\_de\_argumentos

número\_de\_argumentos ( $f$  )

**Ejemplos**

- número\_de\_argumentos( $f(x,y,z)$ ) → 3
- número\_de\_argumentos( $e^x$ ) → 1
- número\_de\_argumentos( $\text{sen}(e^x) \cdot \text{cos}(x)$ ) → 2
- número\_de\_argumentos( $\text{sen}(e^x \cdot \text{cos}(x))$ ) → 1

**número\_de\_bernouilli**

número\_de\_bernouilli ( $n:\text{Natural}$  )

**Ejemplos**

- número\_de\_bernouilli (10) →  $\frac{174611}{330}$

**número\_de\_columnas**

número\_de\_columnas ( $M:\text{Matriz}$  )

**Ejemplos**

- number\_of\_columns  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 6 & 3 & 4 \\ 9 & 3 & 6 \\ 2 & 5 & 9 \end{pmatrix}$  → 3
- número\_de\_columnas ([[2,3],[4,5],[6,7]]) → 2

**número\_de\_filas**

número\_de\_filas ( $M:\text{Matriz}$  )

**Ejemplos**

- número\_de\_filas  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 6 & 3 & 4 \\ 9 & 3 & 6 \\ 2 & 5 & 9 \end{pmatrix}$  → 4
- número\_de\_filas ([[2,3],[4,5],[6,7]]) → 3

**número\_de\_polinomios\_irreducibles**

número\_de\_polinomios\_irreducibles (n:ZZ,K:Cuerpo )

Ejemplos

número\_de\_polinomios\_irreducibles(5,  $\mathbb{Z}_{13}$ )  $\rightarrow$  74256

número\_de\_polinomios\_irreducibles (n:ZZ,q:ZZ )

número\_de\_polinomios\_irreducibles (n:ZZ )

Ejemplos

número\_de\_polinomios\_irreducibles(5,  $\mathbb{Z}_{13}$ )  $\rightarrow$  74256

número\_de\_polinomios\_irreducibles(3,7)  $\rightarrow$  112

número\_de\_polinomios\_irreducibles(10)  $\rightarrow$  99

número\_de\_polinomios\_irreducibles(3,q)  $\rightarrow \frac{1}{3} \cdot q^3 - \frac{1}{3} \cdot q$

### número\_de\_términos

número\_de\_términos (p:Polinomio )

Ejemplos

número\_de\_términos( $x^7 + x^2 + x^2 - 1$ )  $\rightarrow$  3

número\_de\_términos( $x^3 \cdot y + x^2 \cdot y + x \cdot y^2 - 1$ )  $\rightarrow$  4

número\_de\_términos( $\pi$ )  $\rightarrow$  1

### número\_de\_variables

número\_de\_variables (p:Polinomio )

Ejemplos

número\_de\_variables( $x^4 \cdot y^2 - t$ )  $\rightarrow$  3

número\_de\_variables( $\pi$ )  $\rightarrow$  0

### números\_de\_bernouilli

números\_de\_bernouilli ( $n: \text{Natural}$  )

Ejemplos

$$\text{números\_de\_bernouilli (10)} \rightarrow \left[ \frac{1}{6}, \frac{1}{30}, \frac{1}{42}, \frac{1}{30}, \frac{5}{66}, \frac{691}{2730}, \frac{7}{6}, \frac{3617}{510}, \frac{43867}{798}, \frac{174611}{330} \right]$$

**obtener\_dominio**

```
obtener_dominio (o )
```

Ejemplos

```
obtener_dominio(7) → IN
obtener_dominio(-5) → Z
obtener_dominio( $\frac{1}{2}$ ) → Q
obtener_dominio( $\{\frac{1}{2}, 1\}$ ) → Lista
```

**octaedro**

```
octaedro
octaedro()=octaedro(1)
```

```
octaedro (p:Punto ,c:Real )
```

Ejemplos 3D

```
t=octaedro(punto(4,0,0),5);
dibujar3d(t,{color=azul,anchura_línea=3}) → tablero1
```

```
octaedro (c:Real )
octaedro(c)=octaedro(punto(0,0,0),c)
```

Ejemplos 3D

```
t=octaedro(10);
dibujar3d(t,{color=azul,anchura_línea=3,llenar=cierto}) → tablero1
```

**orden**

`orden (a:Elemento (Cuerpo ) )`

**Ejemplos**

$$\left\{ \begin{array}{l} k1 = \text{extensión}(\mathbb{Z}_3, x^2 + 1) \rightarrow \mathbb{Z}_3([x]) \\ r = \text{orden}(x) \rightarrow 4 \\ x^{r-1}, \frac{1}{x} \rightarrow 2 \cdot x, 2 \cdot x \end{array} \right.$$

`orden (p:Permutación )`

**Ejemplos**

$$\left\{ \begin{array}{l} p = \text{permutación}[3,2,4,1,5] \rightarrow [3,2,4,1,5] \\ \text{orden } p \rightarrow 3 \\ p^2 \rightarrow [4,2,1,3,5] \\ p^3 \rightarrow [1,2,3,4,5] \end{array} \right.$$

**orden\_interno**

`orden_interno (o1 ,o2 )`

$$\text{orden\_interno}(x_1, x_2) = \begin{cases} 1 & \text{si } x_1 > \text{INT } x_2 \\ -1 & \text{si } x_1 < \text{INT } x_2 \\ 0 & \text{si } x_1 = \text{INT } x_2 \end{cases}$$

**Ejemplos**

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{orden\_interno}(1,2) \rightarrow -1 \\ \text{orden\_interno}(2,1/2) \rightarrow -1 \\ \text{orden\_interno}(1/2,2) \rightarrow 1 \\ \text{orden\_interno}(-1,-1) \rightarrow 0 \end{array} \right.$$

**ordenar**

`ordenar (l:Lista /Vector /Recorrido )`

**Ejemplos**

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{ordenar}\{1,8,3\} \rightarrow \{1,3,8\} \\ \text{ordenar}\left[-1, \frac{2}{3}, -\frac{2}{3}, 1, 0\right] \rightarrow \left[-1, -\frac{2}{3}, 0, \frac{2}{3}, 1\right] \\ \text{ordenar}(4..1..-1) \rightarrow \{1,2,3,4\} \end{array} \right.$$



`ordenar (l:Lista |Vector |Recorrido ,f:Función )`

Ejemplos

```
f(x:Polinomio,y:Polinomio) :=comparar(x2,y2)
→ (x:Polinomio,y:Polinomio) →comparar(x2,y2)
p=x3-4x2+5x-3 → x3-4·x2+5·x-3
q=x100+2x2 → x100+2·x2
r=x10000-2 → x10000-2
p2 , q2 , r2 → -4,2,0
ordenar({p,q,r}) → {x10000-2,x100+2·x2,x3-4·x2+5·x-3}
ordenar({p,q,r},f) → {x3-4·x2+5·x-3,x10000-2,x100+2·x2}
ordenar({1,8,3},comparar) → {1,3,8}
ordenar([-1, 2/3, -2/3, 1, 0],comparar) → [-1,-2/3,0,2/3,1]
ordenar([-1, 2/3, -2/3, 1, 0],orden_interno) → [-1,0,1,2/3,-2/3]
```

## orientación

`orientación`

Ejemplos

```
L={E,E,D,C,A,E,E,A,B,B,A,E,C,A,C};
diagrama
(L,{tipo="poligono_frecuencias",orientación="vertical",tamaño_punto=7,anchura_linea
→ tablero1
diagrama
(L,{tipo="poligono_frecuencias",orientación="horizontal",tamaño_punto=7,anchura_li
→ plotter2
```

`orientación (t:Triángulo )`

Ejemplos

```
orientación(triángulo_equilátero(punto(0,0),punto(2,0))) → -2·√3
orientación(triángulo(punto(1,2),punto(0,0),punto(2,0))) → 4
orientación(triángulo(punto(0,0),punto(1,2),punto(2,0))) → -4
```

## ortocentro

`ortocentro (A:Punto ,B:Punto ,C:Punto )`

Ejemplos

`ortocentro(punto(1,0),punto(0,0),punto(0,1)) → (0,0)`

Ejemplos 3D

`A=punto(4,0,4) → (4,0,4)`

`B=punto(4,-4,-4) → (4,-4,-4)`

`C=punto(-4,4,-4) → (-4,4,-4)`

`t:=triángulo(A,B,C) → triángulo(A,B,C)`

`m1:=altura(t,1) → altura(t,1)`

`m2:=altura(t,2) → altura(t,2)`

`m3:=altura(t,3) → altura(t,3)`

`o:=ortocentro(A,B,C) → ortocentro(A,B,C)`

`dibujar3d({A,B,C},{color=rojo,mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1`

`dibujar3d({t,m1,m2,m3},{color=naranja}) → tablero1`


`dibujar3d(o,{color=azul,etiqueta="o",mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1`

`ortocentro (T:Triángulo )`

`ortocentro (T)=ortocentro (T1,T2,T3)`

p

**para**

para...: Icono , sentencia  
 para  $R$  hacer  $A$  fin

Repite las instrucciones de  $A$  según el recorrido de  $R$ .

**Ejemplos**

```
L={ } → { }
para a en {1,9,3,10} hacer → {1,81,9,100}
  L=adjuntar(L,a2)
fin
```

**parábola**

parábola ( $p:RR,C:Punto$ ) =parábola ( $p,C,[1,0]$ )

parábola ( $p:RR,v:Vector$ ) =parábola ( $p,punto(0,0),v$ )

parábola ( $p:RR$ ) =parábola ( $p,punto(0,0),[1,0]$ )

parábola ( $p:RR,C:Punto,v:Vector$ )

**Ejemplos**

```
parábola(2,punto(0,0), $\frac{\pi}{2}$ ) → -x2+4·y=0
parábola(2) → -x2+4·y=0
parábola(3,punto(2,-1),[-1,0]) → -6·x-y2-2·y+11=0
```

**Parábola**

Parábola


**Ejemplos**

- P=parábola(2) →  $-x^2+4 \cdot y=0$
- es?(P,Parábola) → cierto
- H=hipérbola(2,1) →  $\frac{1}{4} \cdot x^2-y^2-1=0$
- es?(H,Parábola) → falso

[atributos3d](#) [directriz](#) [focos](#) [punto\\_más\\_cercano2d](#) [punto\\_más\\_cercano3d](#)  
[dibujar](#) [dibujar2d](#) [dibujar3d](#) [punto](#) [vértice](#)

**paralelas**

paralelas (r:Recta ,A:Punto )



**Ejemplos**

- paralelas(y=2,punto(1,2)) → y=2
- paralelas(y=2·x,punto(1,0)) → y=2·x-2

**Ejemplos 3D**

- estado\_geometría("3D") → 2
- r=recta(-x+z=0,-x+y=0);
- p=punto(-2,2,2);
- s:=paralelas(r,p) → paralelas(r,p)
- s →  $x-y+4=0 \cap -y+z=0$
- dibujar({p,r},{color=rojo}) → tablero1
- dibujar(s, {color=naranja}) → tablero1

Más información en [paralelas](#)

**paralelas?**

`paralelas? (r:Recta |Vector ,s:Recta |Vector )`

**Ejemplos**

- `paralelas?(y=2,y=0) → cierto`
- `paralelas?(y=2,[1,□1]) → falso`
- `paralelas?(y=2·x,[- $\frac{1}{2}$ ,□-1]) → cierto`

**Ejemplos 3D**

- `paralelas?(recta(x=3,y=2),recta(x=6,y=0)) → cierto`
- `paralelas?(recta(y=2,z=4),recta(punto(0,0,0),[1,1,1])) → falso`

`paralelas? (v1:Vector ,v2:Vector )`

**Ejemplos**

- `paralelas?([1,0],[3,4]) → falso`
- `paralelas?([1,2],[-2,-4]) → cierto`

### parte\_imaginaria

`parte_imaginaria (c:CC )`

**Ejemplos**

- `parte_imaginaria(1+2·i) → 2`
- `parte_imaginaria(125) → 0`
- `parte_imaginaria(8.4) → 0.`
- `parte_imaginaria(e+π·i) → π`

`parte_imaginaria (p:Polinomio )`

**Ejemplos**

- `parte_imaginaria((2·i+1)·x2+1) → 2·x2`
- `parte_imaginaria((2·i+1)·x2+y) → 2·x2`
- `parte_imaginaria(x2+1) → 0`

### parte\_primitiva

`parte_primitiva (p:Polinomio )`

**Ejemplos**

- `parte_primitiva(-2·x3+2) → -x3+1`
- `parte_primitiva(2·x3+8·y) → x3+4·y`

**parte\_real**

`parte_real (c:CC )`

**Ejemplos**

- `parte_real(1+2·i) → 1`
- `parte_real(125) → 125`
- `parte_real(8.4) → 8.4`
- `parte_real(e+π·i) → e`

`parte_real (p:Polinomio )`

**Ejemplos**

- `parte_real((2·i+1)·x2+1) → x2+1`
- `parte_real((2·i+1)·x2+y) → x2+y`
- `parte_real(x2+1) → x2+1`

**partir**

`partir (t:Cadena ,p:Cadena ,b:Booleano )`

**Ejemplos**

- `partir("aaaXXbbXXXcccXXdddXX","XX",cierto) → {aaa,bb,,ccc,ddd,}`
- `partir("aaaXXbbXXXcccXXdddXX","XX",falso) → {aaa,bb,ccc,ddd}`

`partir (t:Cadena ,p:Cadena )`

**Ejemplos**

- `partir("aaaXXbbXXXcccXXdddXX","XX",cierto) → {aaa,bb,,ccc,ddd,}`

**passo**

passo (*p:Progresión* )

<b>Ejemplos</b>	passo (progresión (3,5,7,9)) → 2
	passo (progresión (0, $\frac{1}{2}$ , 1, $\frac{3}{2}$ )) → $\frac{1}{2}$
	passo (progresión (3,3,3)) → 0
	passo (progresión (7, 7+k, 7+2·k)) → k

Más información en [passo](#)

**pendiente**

pendiente (*r:Recta* )

<b>Ejemplos</b>	pendiente (y=2) → 0
	pendiente (y=2·x) → 2

pendiente (*v:Vector* )

<b>Ejemplos</b>	pendiente ([3,4]) → $\frac{4}{3}$
	pendiente ([1,-1]) → -1

**perdido**

perdido

<b>Ejemplos</b>	L = {A,A,perdido,C,C,C,perdido,E} → {A,A,perdido,C,C,C,perdido,E}
	perdido? (L) → cierto
	D = [a→2,c→3,e→1,perdido→0] → [a→2,c→3,e→1]
	perdido? (D) → falso

perdido

**perdido?**

perdido? (x:Dato\_estadístico )

**Ejemplos**

- perdido?({ $\frac{1}{3}$ ,perdido, $\frac{1}{5}$ ,perdido,- $\frac{1}{6}$ }) → cierto
- perdido?({ $\frac{1}{3}$ , $\frac{1}{5}$ , - $\frac{1}{6}$ }) → falso
- perdido?([1.2→3,3→1,5→1]) → falso
- perdido?([a→3,perdido→1,5→1]) → cierto
- perdido?([a→{3,perdido,-5,3,perdido},b→[7→2,6→1,3→2]]) → cierto

perdido? (x:Muestra\_lista ,l:Variable )

**Ejemplos**

- perdido?({3,perdido,5,perdido,-6},l,l) → cierto,{2,4}
- perdido?({3,5,-6},l,l) → falso,{}

**perímetro**

perímetro (a:Arco )

**Ejemplos**

- perímetro(arco(punto(0,0),3,0, $\pi$ )) →  $3 \cdot \pi$
- perímetro(compás(punto(1,2),punto(-3,0))) →  $\frac{\pi \cdot \sqrt{5}}{8}$

perímetro (c:Circunferencia )

**Ejemplos**

- perímetro(circunferencia(punto(1,2),5)) →  $10 \cdot \pi$
- perímetro(circunferencia(punto(0,0),punto(1,0))) →  $2 \cdot \pi$



`perímetro (T:Triángulo )`

**Ejemplos**

`perímetro(triángulo_equilátero(punto(0,0),punto(2,0)))` → 6  
`perímetro(triángulo(punto(1,2),punto(0,0),punto(2,0)))` →  $2 \cdot \sqrt{5} + 2$

**Ejemplos 3D**

`T=triángulo(punto(0,0,1),punto(1,0,1),punto(1,2,1))` → (0,0,1) - (1,0,1) - (1,2,1)  
`perímetro(T)` →  $\sqrt{5} + 3$

Más información en [perímetro](#)

## **permutación**

`permutación (r:Relación )`  
`permutación (r:Relación ,m:ZZ )`

**Ejemplos**

`permutación{1->2,2->1}` → [2,1]  
`permutación({1->4,4->1},5)` → [4,2,3,1,5]  
`permutación{1->8,8->2,2->3,3->1}` → [8,3,1,4,5,6,7,2]

`permutación (l:Lista )`

**Ejemplos**

`permutación{{1,2}}` → {{1,2}}  
`permutación{{2,1}}` → {{1,2}}  
`permutación{{3,4,5},{6,1}}` → {{1,6},{3,4,5}}

`permutación (v:Vector )`

**Ejemplos**

`permutación[3,2,1]` → [3,2,1]

## **Permutación**

Permutación

**Ejemplos**

- $p = \text{permutación}\{\{1, 2, 3\}\} \rightarrow \{\{1,2,3\}\}$
- $q = \text{permutación}\{1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 3, 3 \rightarrow 1\} \rightarrow [2,3,1]$
- $\text{es?}(p, \text{Permutación}) \rightarrow \text{cierto}$
- $\text{es?}(q, \text{Permutación}) \rightarrow \text{cierto}$
- $\text{es?}(P_4, \text{Permutación}) \rightarrow \text{falso}$

[representación\\_en\\_ciclos](#) [identidad](#) [identidad?](#) [inverso](#) [lista](#) [orden](#) [signo](#) [vector](#)

**permutaciones**

`permutaciones(L)`

Icono 

`permutaciones (L:Lista |Vector )`

**Ejemplos**

- $P_{\{4,x,y\}} \rightarrow \{\{4,x,y\},\{4,y,x\},\{x,4,y\},\{x,y,4\},\{y,4,x\},\{y,x,4\}\}$
- $\text{permutaciones}([3, e]) \rightarrow \{[3,e],[e,3]\}$

Icono 

`permutaciones (n:ZZ )`

**Ejemplos**

- $P_4 \rightarrow 24$
- $\text{permutaciones}(n) \rightarrow n!$

Más información en [permutaciones](#)

**[permutaciones\\_con\\_repetición](#)**

permutaciones\_con\_repetición( $n, n_1, \dots, n_k$ )  
 permutaciones\_con\_repetición ( $n:ZZ, n_1 :ZZ, \dots, n_k :ZZ$  )

**Ejemplos**

$P_5^{3,2} \rightarrow 10$   
 $P_7^{3,3,1} \rightarrow 140$   
 $\text{permutaciones\_con\_repetición}(n+m, n, m) \rightarrow \frac{(m+n)!}{n! \cdot m!}$

permutaciones\_con\_repetición( $n, L$ )  
 permutaciones\_con\_repetición ( $n:ZZ, L:Lista /Vector$  )

**Ejemplos**

$P_3^{\{a,a,b\}} \rightarrow \{\{a,a,b\}, \{a,b,a\}, \{b,a,a\}\}$   
 $\text{permutaciones\_con\_repetición}(4, \{1,1,2,2\})$   
 $\rightarrow \{\{1,1,2,2\}, \{1,2,1,2\}, \{1,2,2,1\}, \{2,1,1,2\}, \{2,1,2,1\}, \{2,2,1,1\}\}$

Más información en [permutaciones con repetición](#)

## perpendiculares

perpendiculares ( $r:Recta, A:Punto$  )

Icono  o 

**Ejemplos**

$\text{perpendiculares}(y=1, \text{punto}(1,2)) \rightarrow x=1$   
 $\text{perpendiculares}(y=2 \cdot x, \text{punto}(1,0)) \rightarrow y = -\frac{1}{2} \cdot x + \frac{1}{2}$

**Ejemplos 3D**

$\text{estado\_geometria}("3D") \rightarrow 2$   
 $r = \text{recta}(\text{punto}(0,0,0), \text{punto}(1,1,1)) \rightarrow -x+z=0 \cap -x+y=0$   
 $p = \text{punto}(-2,2,2) \rightarrow (-2,2,2)$   
 $s := \text{perpendiculares}(r, p) \rightarrow \text{perpendiculares}(r, p)$   
 $\text{dibujar}(\{p, r\}, \{\text{color}=\text{rojo}\}) \rightarrow \text{tablero1}$   
 $\text{dibujar}(s, \{\text{color}=\text{naranja}\}) \rightarrow \text{tablero1}$

`perpendiculares (v:Vector )`

Ejemplos

`perpendiculares([3,4]) → [-4,3]`  
`perpendiculares([1,-1]) → [1,1]`

Más información en [perpendiculares](#)

### **perpendiculares?**

`perpendiculares? (r:Recta |Vector ,s:Recta |Vector )`

Ejemplos

`perpendiculares?(y=2,x=0) → cierto`  
`perpendiculares?(y=2,[1,□1]) → falso`  
`perpendiculares?(y=2·x,[2,□-1]) → cierto`

Ejemplos 3D

`perpendiculares?(recta (y=2,z=0),recta (x=0,z=0)) → cierto`  
`perpendiculares?(recta (y=2,z+y=5),[1,1,1]) → falso`  
`perpendiculares?(recta (z=0,y=2·x),[2,-1,0]) → cierto`

`perpendiculares? (v1:Vector ,v2:Vector )`

Ejemplos

`perpendiculares?([1,2],[-2,1]) → cierto`  
`perpendiculares?([1,0],[3,4]) → falso`

### **pertenece?**

`pertenece? (x,l )`

Ejemplos

`pertenece?(a,[a,□b,□b,□a]) → cierto`  
`pertenece?(b,[a,□b,□b,□a]) → cierto`  
`pertenece?(c,[a,□b,□b,□a]) → falso`

`pertenece? (A:Punto ,r:Recta )`

**Ejemplos**

- `pertenece?(punto(1,2),y=2) → cierto`
- `pertenece?(punto(0,4),y=2) → falso`
- `pertenece?(punto(0,0),y=2) → falso`
- `pertenece?(punto(1,0),y=2·x) → falso`

**Ejemplos 3D**

- `pertenece? (punto (2,0,4),recta (x=1,y=0)) → falso`
- `pertenece? (punto (0,4,7),recta (x=0,y=4)) → cierto`

`pertenece? (A:Punto ,c:Circunferencia )`

**Ejemplos**

- `pertenece? (punto (1,2),x2+y2=6) → falso`
- `pertenece? (punto (0,1),cfr (punto (0,0),1)) → cierto`

`pertenece? (P:Punto ,T:Triángulo )`

**Ejemplos**

- `pertenece?(punto(0,0),triángulo_equilátero(punto(0,0),punto(2,0))) → cierto`
- `T=triángulo (punto(1,2),punto(0,0),punto(2,0)) → (1,2) - (0,0) - (2,0)`
- `pertenece?(punto(3,3),T) → falso`
- `pertenece?(punto(1,0),T) → cierto`
- `pertenece?(punto(1,1),T) → falso`

**Ejemplos 3D**

- `T=triángulo (punto(0,0,1),punto(1,0,1),punto(1,2,1)) → (0,0,1) - (1,0,1) - (1,2,1)`
- `pertenece?(punto( $\frac{1}{2}$ ,0,1),T) → cierto`
- `pertenece?(punto(1,0,4),T) → falso`

`pertenece?` (*P:Punto ,c:Cónica* )

**Ejemplos**

`pertenece?(punto(2,1),hipérbola(2,1,punto(0,0)))` → falso  
`pertenece?(punto(2,0),hipérbola(2,1,punto(0,0)))` → cierto  
`pertenece?(punto(-1,-1),parábola(2,punto(0,0), $\frac{\pi}{2}$ ))` → falso

`pertenece?` (*A:Punto ,s:Segmento* )

**Ejemplos**

`pertenece?(punto(0,0),segmento(punto(1,2),punto(0,0)))` → cierto  
`pertenece?(punto(-1,-2),segmento(punto(1,2),punto(0,0)))` → falso  
`pertenece?(punto( $\frac{1}{2}$ ,1),segmento(punto(1,2),punto(0,0)))` → cierto  
`pertenece?(punto(1,1),segmento(punto(1,0),punto(-2,1)))` → falso

**Ejemplos 3D**

`pertenece?(punto(0,0,0),segmento(punto(1,2,0),punto(0,0,0)))` → cierto  
`pertenece?(punto(-1,-2,1),segmento(punto(1,2,1),punto(0,0,1)))` → falso  
`pertenece?(punto( $\frac{1}{2}$ ,1,1),segmento(punto(1,2,1),punto(0,0,1)))` → cierto  
`pertenece?(punto(1,1,7),segmento(punto(1,0,-7),punto(-2,1,-7)))` → falso

`pertenece?` (*A:Punto ,a:Arco* )

**Ejemplos**

`pertenece?(punto(0,3),arco(punto(0,0),3,0, $\pi$ ))` → cierto  
`pertenece?(punto(1,2),compás(punto(1,2),punto(-3,0)))` → falso

***pertenece\_a\_dominio?***

`pertenece_a_dominio?` (*a,f,x:Identificador* )

**Ejemplos**

`pertenece_a_dominio?(3, $\frac{1}{x-1}$ ,x)` → cierto  
`pertenece_a_dominio?(-3,log(x),x)` → falso  
`pertenece_a_dominio?( $\frac{1}{2}$ ,log(x- $\frac{1}{2}$ ),x)` → falso


***phi\_de\_euler***

`phi_de_euler (n:ZZ )`

**Ejemplos**

`phi_de_euler(15) → 8`  
`phi_de_euler(17) == 17-1? → cierto`

***pi\_***


Icono 

`pi_`

**Ejemplos**

`pi_ → 3.1416`  
`sen( $\frac{pi\_}{2}$ ) = 1? → cierto`

***Pi\_***

Icono 

`Pi_`

**Ejemplos**

`Pi_ →  $\pi$`   
 `$(\pi+1) \cdot (\pi-1) → \pi^2-1$`

***pie\_de\_altura***

`pie_de_altura (A:Punto ,B:Punto ,C:Punto )`

**Ejemplos**

`pie_de_altura(punto(1,0),punto(0,0),punto(0,1))` →  $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$

**Ejemplos 3D**

`A=punto(5,0,0)` → (5,0,0)  
`B=punto(0,0,0)` → (0,0,0)  
`C=punto(0,5,0)` → (0,5,0)  
`r:=recta(A,C)` → recta(A,C)  
`h:=pie_de_altura(A,B,C)` → pie\_de\_altura(A,B,C)  
`dibujar3d({A,B,C},{color=rojo})` → tablero1  
`dibujar3d(r,{color=naranja})` → tablero1  
`dibujar3d(h,{color=azul})` → tablero1

`pie_de_altura (T:Triángulo ,i:zz )`

**Ejemplos**

`T=triángulo(punto(1,2),punto(0,0),punto(2,0))` → (1,2) - (0,0) - (2,0)  
`pie_de_altura(T,1)` → (1,0)  
`pie_de_altura(T,2)` →  $\left(\frac{8}{5}, \frac{4}{5}\right)$   
`pie_de_altura(T,3)` →  $\left(\frac{2}{5}, \frac{4}{5}\right)$

## pirámide

`pirámide (pol:Polígono ,v:Punto )`

**Ejemplos 3D**

`pol=polígono(punto(0,-3,-2),punto(3,0,-2),punto(0,3,-2),punto(-3,0,-2));`  
`v=punto(1,2,6)` → (1,2,6)  
`pir:=pirámide(pol,v);`  
`dibujar3d({v,pir},{color=azul,llenar=cierto},{color=rojo,llenar=cierto})`  
 → tablero1

## plano



`plano (l:Lista )`

**Ejemplos 3D**

```
l={punto(0,0,0),punto(1,2,1),punto(1,9,5),punto(2,11,6)};
plano(l) → x-4·y+7·z=0
```

`plano (p:Punto ,v:Vector )`

**Ejemplos 3D**

```
pl=plano(punto(0,0,0),[0,0,1]) → z=0
dibujar3d(pl) → tablero1
```

`plano (A:Real ,B:Real ,C:Real ,D:Real )`  
 $Ax+By+Cz+D=0$

**Ejemplos 3D**

```
p=plano(1,2,3,4) → x+2·y+3·z+4=0
dibujar3d(p) → tablero1

p=plano(0,0,1,0) → z=0
dibujar3d(p) → tablero1
```

`plano (p:Punto ,v1:Vector ,v2:Vector )`

**Ejemplos 3D**

```
p=punto(0,0,0) → (0,0,0)
v1=[1,0,0] → [1,0,0]
v2=[0,1,0] → [0,1,0]
pl:=plano(p,v1,v2) → plano(p,v1,v2)
dibujar3d({pl,p},{color=rojo},{color=azul}) → tablero1
dibujar3d({recta(p,v1),recta(p,v2)},{color=gris}) → tablero1
```

`plano (p:Punto ,r:Recta )`  
`plano=plano(p, vector(l))`

**Ejemplos 3D**

```
p=punto(0,0,0) → (0,0,0)
q=punto(-1,2,2) → (-1,2,2)
l:=recta(p,q) → recta(p,q)
pl:=plano(p,l) → plano(p,l)
dibujar3d({p,q,l},{color=rojo}) → tablero1
dibujar3d(pl,{color=azul}) → tablero1
```

`plano (p1:Punto ,p2:Punto ,p3:Punto )`

Ejemplos 3D

```

p1=punto(0,0,0) → (0,0,0)
p2=punto(0,1,0) → (0,1,0)
p3=punto(0,0,1) → (0,0,1)
plano(p1,p2,p3) → x=0

p1=punto(0,0,0) → (0,0,0)
p2=punto(-1,2,1) → (-1,2,1)
p3=punto(√2,9,1) → (√2,9,1)
p:=plano(p1,p2,p3) → plano(p1,p2,p3)
dibujar3d(p,{color=rojo}) → tablero1
dibujar3d({p1,p2,p3}) → tablero1
    
```

`plano (p:Punto ,r1:Recta ,r2:Recta )`

`plano=plano(p,vector(r1),vector(r2))`

Ejemplos 3D

```

p=punto(0,0,0) → (0,0,0)
q1=punto(1,-2,1) → (1,-2,1)
q2=punto(1,1,-1) → (1,1,-1)
r1:=recta(p,q1);
r2:=recta(p,q2);
pl:=plano(r1,r2) → plano(r1,r2)
dibujar3d({p,q1,q2},{color=rojo}) → tablero1
dibujar3d({r1,r2},{color=gris}) → tablero1
dibujar3d(pl,{color=naranja}) → tablero1
    
```

`plano (p:Punto ,s:Segmento )`

`plano=plano(p, vector(s))`

Ejemplos 3D

```

p=punto(0,0,0) → (0,0,0)
q=punto(-3,4,7) → (-3,4,7)
l:=segmento(p,q) → segmento(p,q)
pl:=plano(p,l) → plano(p,l)
dibujar3d({p,q,l},{color=rojo}) → tablero1
dibujar3d(pl,{color=azul}) → tablero1
    
```

Más información en

[Plano3d](#)

## Plano3d

**Ejemplos 3D**

$P = \text{plano}(\text{punto}(0,0,0), [1,0,0]) \rightarrow x=0$   
 $\text{es?}(P, \text{Plano3d}) \rightarrow \text{cierto}$   
 $H = \text{hipérbola}(2,1) \rightarrow \frac{1}{4} \cdot x^2 - y^2 - 1 = 0$   
 $\text{es?}(H, \text{Plane}) \rightarrow \text{falso}$

ángulo3d atributos3d bisectriz ecuación punto\_más\_cercano2d  
 punto\_más\_cercano3d vector\_normal dibujar dibujar2d dibujar3d simetría  
 matriz\_de\_simetría vector

**polar**

polar (c:CC )

**Ejemplos**

$\text{polar}(i) \rightarrow \left\{1, \frac{\pi}{2}\right\}$   
 $\text{polar}(1+i) \rightarrow \left\{\sqrt{2}, \frac{\pi}{4}\right\}$   
 $\text{polar}(7) \rightarrow \{7, 0\}$   
 $\text{polar}(-7) \rightarrow \{7, \pi\}$   
 $\{\text{polar}(1+i), \text{polar}(1-i), \text{polar}(-1-i), \text{polar}(-1+i)\}$   
 $\rightarrow \left\{\left\{\sqrt{2}, \frac{\pi}{4}\right\}, \left\{\sqrt{2}, -\frac{\pi}{4}\right\}, \left\{\sqrt{2}, -\frac{3 \cdot \pi}{4}\right\}, \left\{\sqrt{2}, \frac{3 \cdot \pi}{4}\right\}\right\}$

polar (r:RR,w:RR )

**Ejemplos**

$\text{polar}\left(1, \frac{\pi}{2}\right) \rightarrow i$   
 $\text{polar}\left(\sqrt{2}, \frac{\pi}{4}\right) \rightarrow 1+i$   
 $\text{polar}(7, 0) \rightarrow 7$   
 $\text{polar}(-7, 0) \rightarrow -7$   
 $\text{polar}(4, -180^\circ) \rightarrow -4$   
 $\left\{\text{polar}\left(\sqrt{2}, \frac{\pi}{4}\right), \text{polar}\left(\sqrt{2}, -\frac{\pi}{4}\right), \text{polar}\left(\sqrt{2}, -\frac{3}{4} \cdot \pi\right), \text{polar}\left(\sqrt{2}, \frac{3}{4} \cdot \pi\right)\right\}$   
 $\rightarrow \{1+i, 1-i, -1-i, -1+i\}$

polar (c:Cónica ,p:Punto )

**Ejemplos**

```
polar(hipérbola(2,1,punto(0,0)),punto(2,1)) →  $y = \frac{1}{2} \cdot x - 1$ 
polar(hipérbola(2,1,punto(0,0)),punto(2,0)) →  $x = 2$ 
polar(parábola(2,punto(0,0),\frac{\pi}{2}),punto(-1,-1)) →  $y = -\frac{1}{2} \cdot x + 1$ 
```

**poliedro**

```
poliedro (n:Natural )
poliedro(n)=poliedro(n,punto(0,0,0),1)
```

```
poliedro (n:Natural ,p:Punto )
poliedro(n,p)=poliedro(n,p,1)
```

```
poliedro (n:Natural ,c:Real )
poliedro(n,c)=poliedro(n,punto(0,0,0),c)
```

**Ejemplos 3D**

```
p=poliedro(6,5.3);
dibujar3d(p,{color=rojo,anchura_línea=3,llenar=cierto}) → tablero1
```

```
poliedro (n:Natural ,p:Punto ,c:Real )
```

**Ejemplos 3D**

```
p=poliedro(6,punto(-1,-3,1),5.3);
dibujar3d(p,{color=rojo,anchura_línea=3,llenar=cierto}) → tablero1
```

Más información en

**Poliedro3d**

## Poliedro3d

**Ejemplos 3D**

- es? (tetraedro(4), Poliedro3d) → cierto
- es? (cubo(3), Poliedro3d) → cierto
- es? (recta(punto(0,0,0), punto(1,2,3)), Poliedro3d) → falso

atributos3d punto\_más\_cercano2d punto\_más\_cercano3d dibujar dibujar2d dibujar3d

**poligonal**

poligonal ( $P_1$  :Punto ,...,  $P_n$  :Punto )

**Ejemplos**

- poligonal(punto(1,2), punto(0,0), punto(1,0), punto(-1,1), punto(0,1))  
→ (1,2) - (0,0) - (1,0) - (-1,1) - (0,1)
- poligonal(punto(1,0), punto(0,1), punto(-1,0), punto(0,-1))  
→ (1,0) - (0,1) - (-1,0) - (0,-1)

**Ejemplos 3D**

- poligonal(punto(0,0,0), punto(-5,5,-5), punto(4,2,-1), punto(3,2,5))  
→ (0,0,0) - (-5,5,-5) - (4,2,-1) - (3,2,5)
- poligonal(punto(1,4,2), punto(5,7,-5), punto(9,1,-7))  
→ (1,4,2) - (5,7,-5) - (9,1,-7)

poligonal (p:Polígono )

**Ejemplos**

- poligonal(poligono(punto(1,2), punto(0,0), punto(1,0), punto(-1,1), punto(0,1)))  
→ (1,2) - (0,0) - (1,0) - (-1,1) - (0,1)
- poligonal(poligono(punto(1,0), punto(0,1), punto(-1,0), punto(0,-1)))  
→ (1,0) - (0,1) - (-1,0) - (0,-1)

**Ejemplos 3D**

- poligonal(poligono(punto(0,0,0), punto(5,5,5), punto(4,2,1)))  
→ (0,0,0) - (5,5,5) - (4,2,1)

poligonal (c:Curva /Curva\_polar )

Ejemplos

**poligonal(curva(sen(x),x,0..3..1))**

→ (0.,0.) - (0.25,0.2474) - (0.5,0.47943) - (0.75,0.68164) - (1.,0.84147) -  
 (1.25,0.94898) - (1.375,0.98089) - (1.5,0.99749) - (1.625,0.99853) -  
 (1.75,0.98399) - (1.875,0.95409) - (2.,0.9093) - (2.25,0.77807) - (2.5,0.59847)  
 - (2.75,0.38166) - (3.,0.14112)

**poligonal(curva({sen(t),cos(t)},0..3..1))**

→ (0.,1.) - (0.12467,0.9922) - (0.2474,0.96891) - (0.36627,0.93051) -  
 (0.47943,0.87758) - (0.5851,0.81096) - (0.68164,0.73169) - (0.76754,0.641) -  
 (0.84147,0.5403) - (0.90227,0.43118) - (0.94898,0.31532) - (0.98089,0.19455) -  
 (0.99749,0.070737) - (0.99853,-0.054177) - (0.98399,-0.17825) -  
 (0.95409,-0.29953) - (0.9093,-0.41615) - (0.85032,-0.52627) -  
 (0.77807,-0.62817) - (0.69369,-0.72028) - (0.59847,-0.80114) -  
 (0.49392,-0.86951) - (0.38166,-0.9243) - (0.26345,-0.96467) -  
 (0.14112,-0.98999)

Más información en

**Poligonal**

Poligonal

Ejemplos

**P=poligonal(punto(0,1),punto(2,3),punto(3,-4),punto(-2,-3))**

→ (0,1) - (2,3) - (3,-4) - (-2,-3)

**es?(P, Poligonal) → cierto**

**es?(poligonal(punto(0,0),punto(1,3)), Poligonal) → cierto**

**es?(recta(punto(0,0),punto(1,3)), Poligonal) → falso**

Ejemplos 3D

**P=poligonal(punto(0,1,5),punto(2,3,5),punto(3,-4,5),punto(-2,-3,5))**

→ (0,1,5) - (2,3,5) - (3,-4,5) - (-2,-3,5)

**es?(P, Poligonal) → cierto**

**es?(cubo(3), Poligonal) → falso**

[ángulo2d](#) [ángulo3d](#) [adjuntar](#) [atributos3d](#) [retirar](#) [borrar](#) [insertar](#) [juntar](#) [recta](#)  
[lista](#) [aplicar\\_función](#) [punto\\_más\\_cercano2d](#) [punto\\_más\\_cercano3d](#) [dibujar](#)  
[dibujar2d](#) [dibujar3d](#) [punto](#) [polígono](#) [preponer](#) [segmento](#) [secuencia](#) [vértice](#)  
[vértices](#)

**Poligonal2d**

## Poligonal2d

**Ejemplos**

```

P=poligonal(punto(0,1),punto(2,3),punto(3,-4),punto(-2,-3))
→ (0,1)-(2,3)-(3,-4)-(-2,-3)
es?(P, Poligonal2d) → cierto
es?(poligonal(punto(0,0),punto(1,3)), Poligonal2d) → cierto
es?(recta(punto(0,0),punto(1,3)), Poligonal2d) → falso

```

ángulo2d ángulo3d adjuntar atributos3d retirar borrar insertar juntar recta  
 lista aplicar\_función punto\_más\_cercano2d punto\_más\_cercano3d dibujar  
 dibujar2d dibujar3d punto polígono preponer segmento secuencia vértice  
 vértices

## Poligonal3d

## Poligonal3d

**Ejemplos 3D**

```

P=poligonal(punto(0,1,5),punto(2,3,5),punto(3,-4,5),punto(-2,-3,5))
→ (0,1,5)-(2,3,5)-(3,-4,5)-(-2,-3,5)
es?(P, Poligonal3d) → cierto
es?(cubo(3), Poligonal3d) → falso

```

ángulo2d ángulo3d adjuntar atributos3d retirar borrar insertar juntar recta  
 lista aplicar\_función punto\_más\_cercano2d punto\_más\_cercano3d dibujar  
 dibujar2d dibujar3d punto polígono preponer segmento secuencia vértice  
 vértices

## poligonales

poligonales (*c:Curva* )

**Ejemplos**

```

curva(sen(x),-π,π) → sen(x) con x en -π..π
poligonales(curva(sen(x),-π,π))
→ {(-3.1416,0)-(-2.9322,-0.20791)-(-2.7227,-0.40674)-(-2.5133,-0.58779)-(-2.3038,-0.77779)-(-2.0943,-0.96779)-(-1.8848,-1.15779)-(-1.6753,-1.33779)-(-1.4658,-1.51779)-(-1.2563,-1.66779)-(-1.0468,-1.75779)-(-0.8373,-1.80779)-(-0.6278,-1.80779)-(-0.4183,-1.66779)-(-0.2088,-1.33779)-(-0.0000,-0.96779)-(-0.2088,-0.58779)-(-0.4183,-0.20791)-(-0.6278,0.17211)-(-0.8373,0.55211)-(-1.0468,0.93211)-(-1.2563,1.29211)-(-1.4658,1.61211)-(-1.6753,1.80211)-(-1.8848,1.87211)-(-2.0943,1.79211)-(-2.3038,1.61211)-(-2.5133,1.29211)-(-2.7227,0.93211)-(-2.9322,0.55211)-(-3.1416,0.17211)}

```

## polígono

`polígono (P1 :Punto ,...,Pn :Punto )`

**Ejemplos**

```
polígono(punto(1,2),punto(0,0),punto(1,0),punto(-1,1),punto(0,1))
→ (1,2) - (0,0) - (1,0) - (-1,1) - (0,1)
polígono(punto(1,0),punto(0,1),punto(-1,0),punto(0,-1))
→ (1,0) - (0,1) - (-1,0) - (0,-1)
```

**Ejemplos 3D**

```
polígono(punto(0,0,0),punto(5,5,5),punto(4,2,1)) → (0,0,0) - (5,5,5) - (4,2,1)
polígono(punto(1,4,0),punto(5,7,0),punto(9,1,0),punto(15,12,0))
→ (1,4,0) - (5,7,0) - (9,1,0) - (15,12,0)
```

`polígono (g:Poligonal /Triángulo )`

**Ejemplos**

```
polígono(poligonal(punto(1,2),punto(0,0),punto(1,0),punto(-1,1),punto(0,1)))
→ (1,2) - (0,0) - (1,0) - (-1,1) - (0,1)
polígono(triángulo(punto(1,0),punto(0,1),punto(-1,0))) → (1,0) - (0,1) - (-1,0)
```

**Ejemplos 3D**

```
polígono(poligonal(punto(0,0,0),punto(5,5,0),punto(4,2,0),punto(1,5,0)))
→ (0,0,0) - (5,5,0) - (4,2,0) - (1,5,0)
polígono(triángulo(punto(0,0,0),punto(5,5,5),punto(4,2,1)))
→ (0,0,0) - (5,5,5) - (4,2,1)
```

`polígono (c:Curva /Curva_polar )`

`poligonal (C:Curva )=poligonal (polígono (C))`

Más información en

## Polígono

Polígono



**Ejemplos**  
 $P = \text{poligono}(\text{punto}(0,1), \text{punto}(2,3), \text{punto}(3,-4), \text{punto}(-2,-3))$   
 $\rightarrow (0,1) - (2,3) - (3,-4) - (-2,-3)$   
 $\text{es?}(P, \text{Poligono}) \rightarrow \text{cierto}$   
 $\text{es?}(\text{recta}(\text{punto}(0,0), \text{punto}(1,3)), \text{Poligono}) \rightarrow \text{falso}$

**Ejemplos 3D**  
 $P = \text{poligono}(\text{punto}(0,1,5), \text{punto}(2,3,5), \text{punto}(3,-4,5), \text{punto}(-2,-3,5))$   
 $\rightarrow (0,1,5) - (2,3,5) - (3,-4,5) - (-2,-3,5)$   
 $\text{es?}(P, \text{Poligono}) \rightarrow \text{cierto}$   
 $\text{es?}(\text{cubo}(3), \text{Poligono}) \rightarrow \text{falso}$   
 $\text{es?}(\text{recta}(\text{punto}(0,0,0), \text{punto}(1,2,3)), \text{Poligono}) \rightarrow \text{falso}$

[ángulo2d](#) [ángulo3d](#) [adjuntar](#) [atributos3d](#) [retirar](#) [borrar](#) [insertar](#) [juntar](#) [recta](#)  
[aplicar\\_función](#) [punto\\_más\\_cercano2d](#) [punto\\_más\\_cercano3d](#) [área\\_orientada](#)  
[dibujar](#) [dibujar2d](#) [dibujar3d](#) [punto](#) [poligonal](#) [preponer](#) [prisma](#) [pirámide](#)  
[segmento](#) [vértice](#) [vértices](#)

## polígono\_regular

$\text{polígono\_regular}(n:ZZ, P:\text{Punto}, r:RR)$

**Ejemplos**  
 $\text{poligono\_regular}(5, \text{punto}(0,0), 8.0)$   
 $\rightarrow (8., 0.) - (2.4721, 7.6085) - (-6.4721, 4.7023) - (-6.4721, -4.7023) - (2.4721, -7.6085)$   
 $\text{poligono\_regular}(4) \rightarrow (1, 0) - (0, 1) - (-1, 0) - (0, -1)$   
 $\text{poligono\_regular}(3, \text{punto}(0,0)) \rightarrow (1, 0) - \left(-\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}\right) - \left(-\frac{1}{2}, -\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$

$\text{polígono\_regular}(n:ZZ, s:\text{Segmento})$

**Ejemplos**  
 $\text{poligono\_regular}(5, \text{segmento}(\text{punto}(0,0), \text{punto}(1,0)))$   
 $\rightarrow (0., 0.) - (1., 0.) - (1.309, 0.95106) - (0.5, 1.5388) - (-0.30902, 0.95106)$   
 $\text{poligono\_regular}(3, \text{segmento}(\text{punto}(0,0), \text{punto}(1,0))) \rightarrow (0, 0) - (1, 0) - \left(\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$

`polígono_regular (n:ZZ,A:Punto ,B:Punto )`

`polígono_regular(n,segmento(A,B))`

**Ejemplos**

`polígono_regular(5,punto(0,0),punto(1,0))`  
 $\rightarrow (0,0) - (1,0) - (1.309,0.95106) - (0.5,1.5388) - (-0.30902,0.95106)$

`polígono_regular(3,punto(0,0),punto(1,0))`  $\rightarrow (0,0) - (1,0) - \left(\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$

### Polígono2d

Polígono2d

**Ejemplos**

`P=polígono (punto(0,1),punto(2,3),punto(3,-4),punto(-2,-3))`  
 $\rightarrow (0,1) - (2,3) - (3,-4) - (-2,-3)$

`es?(P, Polígono2d)`  $\rightarrow$  cierto

`es?(recta(punto(0,0),punto(1,3)), Polígono2d)`  $\rightarrow$  falso

[ángulo2d](#) [ángulo3d](#) [adjuntar](#) [atributos3d](#) [retirar](#) [borrar](#) [insertar](#) [juntar](#) [recta](#) [aplicar\\_función](#) [punto\\_más\\_cercano2d](#) [punto\\_más\\_cercano3d](#) [área\\_orientada](#) [dibujar](#) [dibujar2d](#) [dibujar3d](#) [punto](#) [poligonal](#) [preponer](#) [prisma](#) [pirámide](#) [segmento](#) [vértice](#) [vértices](#)

### Polígono3d

Polígono3d

**Ejemplos 3D**

`P=polígono (punto(0,1,5),punto(2,3,5),punto(3,-4,5),punto(-2,-3,5))`  
 $\rightarrow (0,1,5) - (2,3,5) - (3,-4,5) - (-2,-3,5)$

`es?(P, Polígono3d)`  $\rightarrow$  cierto

`es?(cubo(3), Polígono3d)`  $\rightarrow$  falso

`es?(recta(punto(0,0,0),punto(1,2,3)), Polígono3d)`  $\rightarrow$  falso

[ángulo2d](#) [ángulo3d](#) [adjuntar](#) [atributos3d](#) [retirar](#) [borrar](#) [insertar](#) [juntar](#) [recta](#) [aplicar\\_función](#) [punto\\_más\\_cercano2d](#) [punto\\_más\\_cercano3d](#) [área\\_orientada](#) [dibujar](#) [dibujar2d](#) [dibujar3d](#) [punto](#) [poligonal](#) [preponer](#) [prisma](#) [pirámide](#) [segmento](#) [vértice](#) [vértices](#)

### polinómica?

polinómica? (*p:Progresión* )

**Ejemplos**

- P=progresión({1,2,3,4}) → 1,2,3,...,n,...arithmetic
- Q=progresión({2,4,8}) → 2,4,8,...,2<sup>n</sup>,...geometric
- polinómica?(P) → cierto
- polinómica?(Q) → falso

## polinomio

polinomio (*B:Extensión ,t:Identificador* )  
 polinomio (*B:Extensión* )

**Ejemplos**

- k=cuerpo\_finito(2<sup>8</sup>) →  $\mathbb{Z}_2([x1])$
- polinomio k →  $x^{2^8} + x^{2^7} + x^{2^6} + x^{2^4} + x^{2^2} + x + 1$
- k2=extensión( $\mathbb{Z}_7, x^2 + x + 1$ ) →  $\mathbb{Z}_7([x])$
- polinomio(k2,t) →  $t^2 + t + 1$

## Polinomio

Polinomio

**Ejemplos**

- es?( $x^7 + 4 \cdot x^5 - x^3 + 7 \cdot x + 3$ , Polinomio) → cierto
- es?( $x^2 + y^2 \cdot z$ , Polinomio) → cierto
- es?( $x \cdot y$ , Polinomio) → cierto
- es?( $\sqrt{2}$ , Polinomio) → falso

[todas\\_las\\_variables](#)      [atributos2d](#)      [atributos3d](#)      [bezout](#)  
[teorema\\_chino\\_en\\_coeficientes](#)      [circunferencia](#)      [dominio\\_de\\_coeficientes](#)  
[coeficientes](#)      [agrupar](#)      [cónica](#)      [conjugado](#)      [contenido](#)  
[contenido\\_y\\_parte\\_primitiva](#)      [grado](#)      [lista\\_de\\_coeficientes\\_densos](#)  
[evaluar](#)      [expandir](#)      [mcd\\_extendido](#)      [extensión](#)      [factorizar](#)  
[factorizar](#)      [factorizar](#)      [factorizar\\_en\\_libre\\_de\\_cuadrados](#)  
[factorizar\\_en\\_libre\\_de\\_cuadrados\\_multiplicidad](#)      [mcd](#)      [parte\\_imaginaria](#)  
[inverso](#)      [irreducible?](#)      [mcm](#)      [coeficiente\\_principal](#)      [término\\_principal](#)  
[mónico](#)      [mónico?](#)      [multiplicidad](#)      [n\\_términos](#)      [n\\_variables](#)  
[punto\\_más\\_cercano2d](#)      [punto\\_más\\_cercano3d](#)      [norma\\_1](#)      [norma\\_2](#)      [norma\\_infinito](#)  
[número\\_de\\_términos](#)      [número\\_de\\_variables](#)      [dibujar](#)      [dibujar2d](#)      [dibujar3d](#)  
[polinomio\\_a\\_matriz\\_de\\_compañía](#)      [potencia\\_modular](#)      [parte\\_primitiva](#)  
[pseudoresiduo](#)      [coc](#)      [coc](#)      [coc](#)      [coc\\_res](#)      [coc\\_res](#)      [cociente](#)      [cociente](#)  
[cociente\\_y\\_residuo](#)      [cociente\\_y\\_residuo](#)      [parte\\_real](#)      [res](#)      [res](#)      [resto](#)      [resto](#)  
[resultante](#)      [matriz\\_resultante](#)      [raíces](#)      [libre\\_de\\_cuadrados?](#)      [cola](#)      [variable](#)  
[variables](#)

**polinomio\_a\_matriz\_de\_compañía**

polinomio\_a\_matriz\_de\_compañía (p:Polinomio )

Ejemplos	$\text{polinomio\_a\_matriz\_de\_compañía}(8 \cdot x^3 - 6 \cdot x^2 + 3 \cdot x + 1) \rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 0 & -\frac{1}{8} \\ 1 & 0 & -\frac{3}{8} \\ 0 & 1 & \frac{3}{4} \end{pmatrix}$
----------	--

**polinomio anulador**

polinomio\_anulador (r:Irracional ,t:Identificador )

Ejemplos	$\text{polinomio\_anulador}(\sqrt{2},t) \rightarrow t^2 - 2$ $\text{polinomio\_anulador}(\text{raiz2}(2) + \text{raiz2}(3),t) \rightarrow t^4 - 10 \cdot t^2 + 1$
----------	---

**polinomio característico**

polinomio\_característico (A:Matriz )  
 polinomio\_característico (A:Matriz ,x:Cualquier )

Ejemplos	$\text{polinomio\_característico} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \rightarrow x^3 - 15 \cdot x^2 - 18 \cdot x + 1$ $\text{polinomio\_característico} \left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, y \right) \rightarrow y^3 - 15 \cdot y^2 - 18 \cdot y + 1$ $\text{polinomio\_característico} \left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \right) \rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$
----------	--

```
polinomio_característico (A:Matriz ,o: )
polinomio_característico (A:Matriz ,x:Cualquier ,o: )
```

**Ejemplos**

```
polinomio_característico([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]},{método="hessenberg"})
→ x13-15·x12-18·x1
polinomio_característico([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]],t,{método="hessenberg_householder"})
→ t3-15·t2-18·t
```

### polinomio\_irreducible

```
polinomio_irreducible (κ:Cuerpo ,n:ZZ,t:Identificador )
polinomio_irreducible (κ:Cuerpo ,n:ZZ )
```

**Ejemplos**

```
polinomio_irreducible(Z2,2,x) → x2+x+1
k=cuerpo_finito(73,y) → Z7([y])
polinomio_irreducible(k,3) → x13+6·y
```

### polinomio\_mínimo

```
polinomio_mínimo (A:Matriz )
polinomio_mínimo (A:Matriz ,x:Cualquier )
```

**Ejemplos**

```
polinomio_mínimo  $\begin{pmatrix} 47 & -2 & -3 \\ 32 & 31 & -12 \\ 0 & 0 & 39 \end{pmatrix}$  → x12-78·x1+1521
polinomio_mínimo  $\begin{pmatrix} 47 & -2 & -3 \\ 32 & 31 & -12 \\ 0 & 0 & 39 \end{pmatrix}$ ,t → t2-78·t+1521
polinomio_mínimo  $\begin{pmatrix} 47 & -2 & -3 \\ 32 & 31 & -12 \\ 0 & 0 & 39 \end{pmatrix}$ ,3 → 1296
polinomio_mínimo  $\begin{pmatrix} 47 & -2 & -3 \\ 32 & 31 & -12 \\ 0 & 0 & 39 \end{pmatrix}$ , $\begin{pmatrix} 47 & -2 & -3 \\ 32 & 31 & -12 \\ 0 & 0 & 39 \end{pmatrix}$  →  $\begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$ 
```

polinomio\_mínimo (A:Matriz ,o: )

polinomio\_mínimo (A,{nombre\_identificador =k})=polinomio\_mínimo (A,k)

**Ejemplos**

polinomio\_mínimo([1,2,3],[4,5,6],[7,8,9],{nombre\_identificador=y})  
 $\rightarrow y^3 - 15 \cdot y^2 - 18 \cdot y$

polinomio\_mínimo (a:Elemento (Cuerpo ),K:Cuerpo ,t:Identificador )

polinomio\_mínimo (a:Elemento (Cuerpo ),K:Cuerpo )

polinomio\_mínimo (a:Elemento (Cuerpo ),t:Identificador )

polinomio\_mínimo ((a:Elemento (Cuerpo )) )

**Ejemplos**

k=cuerpo\_finito(81,x)  $\rightarrow \mathbb{Z}_3([x])$   
 polinomio\_mínimo(x,T)  $\rightarrow T^4 + T + 2$   
 polinomio\_mínimo(x,k,t)  $\rightarrow t + 2 \cdot x$

### polinomios\_irreducibles

polinomios\_irreducibles (K:Cuerpo ,n:ZZ,t:Identificador )

polinomios\_irreducibles (K:Cuerpo ,n:ZZ )

**Ejemplos**

polinomios\_irreducibles(Zn 2,4)  $\rightarrow \{x^4 + x + 1, x^4 + x^3 + 1, x^4 + x^3 + x^2 + x + 1\}$   
 K=cuerpo\_finito(4,a)  $\rightarrow \mathbb{Z}_2([a])$   
 polinomios\_irreducibles(K,2,t)  
 $\rightarrow \{t^2 + t + a, t^2 + t + (a + 1), t^2 + a \cdot t + 1, t^2 + a \cdot t + a, t^2 + (a + 1) \cdot t + 1, t^2 + (a + 1) \cdot t + (a + 1)\}$

polinomios\_irreducibles (m:ZZ,K:Cuerpo ,n:ZZ,t:ZZ )

polinomios\_irreducibles (m:ZZ,K:Cuerpo ,n:ZZ )

**Ejemplos**

polinomios\_irreducibles(2,Z<sub>13</sub>,5,t)  $\rightarrow \{t^5 + 4 \cdot t + 2, t^5 + 4 \cdot t + 3\}$

### polo

polo (*c:Cónica* ,*r:Recta* )

**Ejemplos** [ polo(hipérbola(2,1,punto(0,0)),recta(punto(2,0),[0,-1/2])) → (2,0)  
 polo(parábola(2,punto(0,0), $\frac{\pi}{2}$ ),recta(punto(-2,0),[-2,-1])) → (1,-1)

## posición

posición (*c:Circunferencia* ,*A:Punto* )

$$\sqrt{(P_x - A_x)^2 + (P_y - A_y)^2} - r$$

**Ejemplos** [ posición(circunferencia(punto(1,2),5),punto(1,2)) → -5  
 posición(circunferencia(punto(0,0),punto(1,0)),punto(0,1)) → 0

posición (*l:Relación /Divisor /Tabla* ,*x* )

**Ejemplos** [ D=[a→10,b→x<sup>2</sup>,c→-3];  
 posición(D,a) → 1  
 posición(D,c) → 3  
 D.1 → a→10  
 D.3 → c→-3

posición (*c:Cónica* ,*P:Punto* )

**Ejemplos** [ posición(hipérbola(2,1,punto(0,0)),punto(2,1)) → 1  
 posición(hipérbola(2,1,punto(0,0)),punto(2,0)) → 0  
 posición(parábola(2,punto(0,0), $\frac{\pi}{2}$ ),punto(-1,-1)) → 5  
 posición(cónica([[ -1,0,-2],[0,0,-3],[-2,-3,-10]]),punto(0,1)) → 16

`posición (A:Punto ,B:Punto ,C:Punto )`

**Ejemplos**

`posición(punto(1,0),punto(0,0),punto(0,1)) → -1`  
`posición(punto(1,0),punto(0,0),punto(2,0)) → 0`

**Ejemplos 3D**

`posición(punto(0,0,0),punto(1,0,0),punto(0,1,0)) → 1`  
`p=punto(1,0,0) → (1,0,0)`  
`q=punto(0,1,0) → (0,1,0)`  
`r=punto(0,3,3) → (0,3,3)`  
`posición(p,q,r) →  $\sqrt{11}$`   
`dibujar3d({recta(p,q,r)},{color=rojo,anchura_linea=3},{color=verde}})`  
`→ tablero1`

`posición (r:Recta ,A:Punto )`

**Ejemplos**

`posición(y=2,punto(1,2)) → 0`  
`posición(y=2,punto(0,4)) → 2`  
`posición(y=2,punto(0,0)) → -2`  
`posición(y=2·x,punto(1,0)) → -2`

`posición (T:Triángulo ,P:Punto )`

**Ejemplos**

`posición(triángulo_equilátero(punto(0,0),punto(2,0),punto(0,0)) → 0`  
`T=triángulo(punto(1,2),punto(0,0),punto(2,0)) → (1,2) - (0,0) - (2,0)`  
`posición(T,punto(3,3)) → 1`  
`posición(T,punto(1,0)) → 0`  
`posición(T,punto(1,1)) → -1`

***posición\_horizontal***



posición\_horizontal

Ejemplos

```

Ml:=punto(-2,0);
Mr:=punto(2,0);
pol=poligono(punto(-2,6),punto(-2,-6),punto(2,-6),punto(2,6));
Text_L={caja_de_texto("HORIZONTAL : left",Ml,{posición_horizontal="izquierda"})}
→ {HORIZONTAL: left en (-2,0)}
Text_R={caja_de_texto("HORIZONTAL : right",Mr,{posición_horizontal="derecha"})}
→ {HORIZONTAL: right en (2,0)}

dibujar({Ml,Mr,pol},{color=verde,anchura_linea=2.5,tamaño_punto=7.5});
dibujar(Text_L,{color=rojo});
dibujar(Text_R,{color=magenta});

```

posición\_horizontal

Indica la posición horizontal de la [Caja\\_de\\_texto](#) tomando como referencia el punto especificado.

Valores posibles: "left", "center", "right". "izquierda" , "centro" y "derecha"

Valor por defecto: "derecha"

Más información en [opciones escribir](#) , [caja\\_de\\_texto](#)

posición\_vertical

posición\_vertical

Ejemplos

```
A:=punto(-6,2);
B:=punto(-6,-2);
C:=punto(6,-2);
D:=punto(6,2);
pol=poligono(A,B,C,D);
Text_A={caja_de_texto("VERTICAL : arriba",A,{posición_vertical="arriba"})
→ {VERTICAL: top en (-6,2)}
Text_B=
{caja_de_texto("VERTICAL : línea_base",B,{posición_vertical="línea_base"})
→ {VERTICAL: base_line en (-6,-2)}
Text_C=
{caja_de_texto("VERTICAL : centro",punto(C1-5,C2),{posición_vertical="centro"})
→ {VERTICAL: center en (1,-2)}
Text_D=
{caja_de_texto("VERTICAL : bottom",punto(D1-5,D2),{posición_vertical="abajo"})
→ {VERTICAL: bottom en (1,2)}

dibujar({A,B,C,D,pol},{color=verde,anchura_linea=2.5,tamaño_punto=7.5});
dibujar(Text_A,{color=magenta});
dibujar(Text_B,{color=marrón});
dibujar(Text_C,{color=azul});
dibujar(Text_D,{color=rojo});
```

posición\_vertical

Indica la posición vertical de la `Caja_de_texto` tomando como referencia el punto especificado.  
 Valores posibles: "top", "center", "base\_line", "bottom". "arriba" , "centro" , "línea\_base" y "abajo"  
 Valor por defecto: "línea\_base"

Más información en [opciones escribir](#) , [caja\\_de\\_texto](#)

positivo?

positivo? (x:Real )

Ejemplos

```
positivo?(π) → cierto
positivo?(0) → falso
positivo?(-√2) → falso
positivo?(x2-1) → positivo?(x2-1)
```

**potencia**

`potencia (c:Circunferencia ,A:Punto )`

Ejemplos

`potencia(circunferencia(punto(1,2),5),punto(-9,-3)) → 100`  
`potencia(circunferencia(punto(0,0),punto(1,0)),punto(2,1)) → 4`

**potencia\_de\_primo?**

`potencia_de_primo? (n:ZZ )`

Ejemplos

`potencia_de_primo?(10135) → {101,35}`  
`potencia_de_primo?(120) → falso`

**potencia\_modular**

`potencia_modular (p:Polinomio ,e:ZZ,q:Polinomio )`

Ejemplos

`potencia_modular(x2+1,100,x5) → 4950·x4+100·x2+1`

**precedente**

`precedente (B:Extensión )`

Ejemplos

`precedente(extensión(Q,x2+1)) → Q`  
`k=cuerpo_finito(73) → Z7 ([x1])`  
`precedente(k) → Z7`  
`k2=extensión(k,y,t4+t+1) → Z7 ([x1]) ([y])`  
`precedente(k2) → Z7 ([x1])`

**precisión**

precisión (n:ZZ )  
 precisión ()

<b>Ejemplos</b>	precisión() → 5
	pi_ → 3.1416
	precisión(6) → 5
	pi_ → 3.14159
	precisión(4) → 6
	e_ → 2.718
precisión(1) → 4	
	pi_ → 3.

**preponer**

preponer (l:Lista /Vector ,x )

preponer ([[ l<sub>1</sub> ,...,l<sub>n</sub> ]],x)=[[ x,l<sub>1</sub> ,...,l<sub>n</sub> ]]  
 preponer ([[ l<sub>1</sub> ,...,l<sub>n</sub> ]],x)=[[ x,l<sub>1</sub> ,...,l<sub>n</sub> ]]  
 donde 1<=i<=longitud(l)+1

<b>Ejemplos</b>	preponer({a,b,c,d},e) → {e,a,b,c,d}
	preponer([1, 2, 3],4) → [4,1,2,3]

preponer (p:Poligonal /Polígono ,A:Punto )

<b>Ejemplos</b>	preponer(poligono_regular(4),punto(1,2)) → (1,2) - (1,0) - (0,1) - (-1,0) - (0,-1)
	preponer(poligonal(punto(0,0),punto(0,1),punto(1,0)) → (1,0) - (0,0) - (0,1)

<b>Ejemplos 3D</b>	preponer(poligonal(punto(0,0,0),punto(0,1,3),punto(1,0,1)) → (1,0,1) - (0,0,0) - (0,1,3)
	preponer(poligono(punto(0,0,3),punto(0,1,3),punto(1,2,3),punto(3,3,3)),punto(1,0,3)) → (1,0,3) - (0,0,3) - (0,1,3) - (1,2,3) - (3,3,3)

**primer\_vértice**

`primer_vértice (s:Segmento )`

**Ejemplos**

`primer_vértice(segmento(punto(1,2),punto(0,0))) → (1,2)`  
`primer_vértice(segmento(punto(1,0),punto(-2,1))) → (1,0)`

**Ejemplos 3D**

`primer_vértice(segmento(punto(1,2,5),punto(0,0,6))) → (1,2,5)`  
`primer_vértice(segmento(punto(1,0,5),punto(-2,1,-8))) → (1,0,5)`

## **primo**

`primo (n:ZZ )`

**Ejemplos**

`primo(10) → 29`  
`{primo(n) con n en 1..5} → {2,3,5,7,11}`

## **primo?**

`primo? (n:ZZ )`

**Ejemplos**

`primo?(2) → cierto`  
`primo?(101) → cierto`  
`primo?(17·23) → falso`

Más información en [primo?](#)

## **prisma**

`prisma (pol:Polígono ,h:Real )`

**Ejemplos 3D**


```
pol=poligono (punto (0,-3,-2),punto (3,0,-2),punto (0,3,-2),punto (-3,0,-2));
pris=prisma (pol,7);
dibujar3d (pris,{color=rojo,llenar=cierto}) → tablero1
```

`prisma (pol:Polígono ,v:Vector )`

**Ejemplos 3D**

```
pol=poligono (punto (0,-3,-2),punto (3,0,-2),punto (0,3,-2),punto (-3,0,-2));
pris=prisma (pol,[1,2,7]);
dibujar3d (pris,{color=rojo,llenar=cierto}) → tablero1
```

**producto\_vectorial**

Icono 

`producto_vectorial (u:Vector ,v:Vector )`

**Ejemplos**

```
[1,2,3]×[4,5,6] → [-3,6,-3]
producto_vectorial ([1,2,3],[4,5,6]) → [-3,6,-3]
```

Más información en [producto vectorial](#)

**productorio**

$$\prod_{i=a}^b \text{expr}$$

productorio  $\text{expr}$  con  $i$  en  $a..b$  donde  $i$ : *Identificador*,  $a$ : *ZZ*,  $b$ : *ZZ*,  $\text{expr}$ : *Expresión*



**Ejemplos**

$$1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 = 120$$

$$\prod_{i=1}^5 i \rightarrow 120$$

$$-1^3 + 2^3 - 3^3 + 4^3 - 5^3 = -81$$

$$\prod_{n=1}^5 (-1)^n \cdot n^3 \rightarrow -n^3$$

$$\prod_{i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n} \text{expr}$$

productorio  $\text{expr}$  con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde  $i_j$ : *Identificador*,  $r_j$ : *Lista / Vector / Recorrido*,  $\text{expr}$ : *Expresión*



**Ejemplos**

$$1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5$$

$$\prod_{i \text{ en } 1..5} i \rightarrow 120$$

$$\prod_{i=1}^5 i \rightarrow 120$$

productorio  $i$  con  $i$  en  $1..5 \rightarrow 120$

$$1^3 \cdot \left(1 + \frac{1}{2}\right)^3 \cdot 2^3$$

$$\prod_{k \text{ en } 1..2.. \frac{1}{2}} k^3 \rightarrow 27$$

productorio  $k^3$  con  $k$  en  $1..2.. \frac{1}{2} \rightarrow 27$

$$\prod_{\substack{i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \\ \text{cond}}} \text{expr}$$

productorio expr con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde  $p$  donde  $i_j$  : Identificador  
 $r_j$  : Lista / Vector / Recorrido , expr: Expresión , expr: Expresión



**Ejemplos**

$1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 5 = 40$   
 $\prod_{\substack{i \text{ en } 1..5 \\ i \neq 3}} i \rightarrow 40$

$1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 5 = 40$   
 $\prod_{i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3} i \rightarrow 40$   
 productorio i con i en 1..5 donde  $i \neq 3 \rightarrow 40$

$2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 11 \cdot 13 = 30030$   
 $\prod_{\substack{k \text{ en } 2..13 \\ \text{primo?}(k)}} k \rightarrow 30030$   
 productorio k con k en 2..13 donde primo?(k)  $\rightarrow 30030$

**profundidad**

**profundidad**  
 Indica la profundidad del tablero.  
 Valores posibles : cualquier número Real positivo.  
 Valor por defecto : 21

Más información en [opciones tablero3d](#) , [tablero3d](#)

**progresión**



progresión ( $a_1, a_2, \dots, a_n$ )  
 progresión (a:Lista |Vector )

**Ejemplos**

- progresión(3,5,7,9) → 3,5,7,...,  $1+2 \cdot n$ ,... arithmetic
- progresión(2,4,8) → 2,4,8,...,  $2^n$ ,... geometric
- progresión({3,3,3}) → 3,3,3,..., 3,... constant
- progresión(a, a<sup>2</sup>, a<sup>3</sup>) → a, a<sup>2</sup>, a<sup>3</sup>, ..., a<sup>n</sup>,... geometric
- progresión({2, 2·√2, 4}) → 2, 2·√2, 4, ..., √2·√2<sup>n</sup>,... geometric
- progresión([2, 5, 10, 17]) → 2,5,10,...,  $n^2+1$ ,... polynomial

progresión (a:Lista |Vector ,k:Identificador )

**Ejemplos**

- progresión({3,5,7,9},k) → 3,5,7,...,  $1+2 \cdot k$ ,... arithmetic
- progresión({2,4,8},t) → 2,4,8,...,  $2^t$ ,... geometric
- progresión({3,3,3},s) → 3,3,3,..., 3,... constant
- progresión([2, 5, 10, 17],a) → 2,5,10,...,  $a^2+1$ ,... polynomial

## Progresión

Progresión

**Ejemplos**

- progresión(1,2,3) → 1,2,3,..., n,... arithmetic
- es?(progresión(2,6,18),Progresión) → cierto

categoría polinómica? razón paso

## progresión\_geométrica

`progresión_geométrica (x,r:Entero |Vector |Lista |Recorrido )`

**Ejemplos**

- `geometric_progression(-4,6) → [1,-4,16,-64,256,-1024]`
- `geometric_progression(x,4) → [1,x,x2,x3]`
- `progresión_geométrica(x,[3,-4,5,-6]) → [x3, $\frac{1}{x^4}$ ,x5, $\frac{1}{x^6}$ ]`
- `progresión_geométrica(2,{3,-4,5,-6}) → [8, $\frac{1}{16}$ ,32, $\frac{1}{64}$ ]`
- `progresión_geométrica(x,5..25..3) → [x5,x8,x11,x14,x17,x20,x23]`

## proporción

### proporción

Indica la proporción deseada entre altura y anchura del tablero.

Valores posibles : cualquier número **Real** positivo.

Valor por defecto : 1

Más información en [opciones tablero](#) , [tablero](#)

## proporción\_ventana

### proporción\_ventana

Indica la proporción deseada entre altura y anchura de la ventana de dibujo.

Valores posibles : cualquier número **Real** positivo.

Valor por defecto : 1

Más información en [opciones tablero](#) , [tablero](#)

## proyección

proyección (*r:Recta* ,*A:Punto* )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{proyección}(y=2,\text{punto}(1,2)) \rightarrow (1,2) \\ \text{proyección}(y=2,\text{punto}(0,0)) \rightarrow (0,2) \\ \text{proyección}(y=2 \cdot x,\text{punto}(1,0)) \rightarrow \left(\frac{1}{5}, \frac{2}{5}\right) \end{array} \right.$

**Ejemplos 3D**  $\left\{ \begin{array}{l} p=\text{punto}(1,2,-1) \rightarrow (1,2,-1) \\ l=\text{recta}(x+y+z=0,y=0) \rightarrow x+z=0 \cap y=0 \\ q := \text{proyección}(p,l); \\ q \rightarrow (1,0,-1) \\ \text{dibujar3d}(\{p,l\}) \rightarrow \text{tablero1} \\ \text{dibujar3d}(\{q,\text{recta}(p,q)\},\{\text{color}=\text{rojo}\}) \rightarrow \text{tablero1} \end{array} \right.$

proyección (*w:Vector* ,*v:Vector* )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{proyección}([1,-1],[3,4]) \rightarrow \left[-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right] \\ \text{proyección}([0,1],[1,-1]) \rightarrow [0,-1] \end{array} \right.$

## proyectividad

proyectividad (M:Matriz ,F:Punto3d |Segmento3d |Triángulo3d |Polígono3d |Poligonal3d )  
 proyectividad (M:Matriz ,F:Recta3d |Plano3d |Poliedro3d |Cuádrica3d )

Ejemplos

$$\text{proyectividad} \left( \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \end{pmatrix}, \text{punto}(1,2,3) \right) \rightarrow (3,-1,0)$$

$$\text{proyectividad} \left( \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \end{pmatrix}, \text{recta}(\text{punto}(1,2,3), \text{punto}(3,3,-3)) \right)$$

$$\rightarrow -4 \cdot x - 8 \cdot y + 1 = 0 \cap 6 \cdot x + 18 \cdot y + z = 0$$

$$\text{proyectividad} \left( \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \end{pmatrix}, \text{tetraedro}(2 \cdot \sqrt{2}) \right)$$

$$\rightarrow \{(3,0,2), (3,2,4), (1,0,4)\} -- \{(3,0,2), (3,2,4), (1,2,2)\} -- \{(3,0,2), (1,0,4), (1,2,2)\} -- \{(3,2,4), (1,0,4), (1,2,2)\}$$

$$\text{proyectividad} \left( \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \end{pmatrix}, \text{cuádrica}(x^2 + y^2 - z^2 = 9) \right)$$

$$\rightarrow 16 \cdot x^2 - 16 \cdot x + 16 \cdot y^2 - 8 \cdot y - 16 \cdot z^2 + 24 \cdot z - 13 = 0$$

**pseudoresiduo**

pseudoresiduo (p<sub>1</sub> :Polinomio ,p<sub>2</sub> :Polinomio )

Ejemplos

$$\text{pseudoresiduo}(x^5, -2 \cdot x^3 + 2) \rightarrow -8 \cdot x^2$$

**punto**

punto (x:RR,y:RR )

Ejemplos

$$\text{punto}(3,4) \rightarrow (3,4)$$

$$\text{punto}(1,-1) \rightarrow (1,-1)$$

`punto (a:Real ,b:Real ,c:Real )`

**Ejemplos**

`punto(1,2,3) → (1,2,3)`

`punto ()`

**Ejemplos**

`punto() → (0,0)`

`punto (c:CC )`

**Ejemplos**

`punto(1+2·i) → (1,2)`

`punto(8-i) → (8,-1)`

`punto(i) → (0,1)`

`punto(4) → (4,0)`

`punto (v:Vector /Lista )`

`punto(v)=punto(v1,v2,v3)`

**Ejemplos**

`punto([2,3,4]) → (2,3,4)`

`punto({2,5,3}) → (2,5,3)`

`punto (v:Vector )`

**Ejemplos**

`punto([3,4]) → (3,4)`

`punto([1,-1]) → (1,-1)`

punto ( $\{x:RR, y:RR\}:Lista$  )

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{punto}(\{3,4\}) \rightarrow (3,4) \\ \text{punto}\left(\left\{\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right\}\right) \rightarrow \left(\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right) \end{array} \right.$

punto ( $x:RR$  )

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{punto}(-3) \rightarrow (-3,0) \\ \text{punto}(\pi) \rightarrow (\pi,0) \end{array} \right.$

punto ( $r:Recta$  )

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{punto}(\text{recta}(\text{punto}(1,2),0)) \rightarrow (1,2) \\ \text{punto}(\text{recta}(\text{punto}(0,0),[1,2])) \rightarrow (0,0) \end{array} \right.$

**Ejemplos 3D**  $\left[ \begin{array}{l} \text{punto}(\text{recta}(\text{punto}(1,2,6),\text{punto}(0,0,0))) \rightarrow (1,2,6) \\ \text{punto}(\text{recta}(\text{punto}(0,0,0),[1,1,1])) \rightarrow (0,0,0) \end{array} \right.$

punto ( $r:Recta, t:RR$  )

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{punto}(y=2,0) \rightarrow (0,2) \\ \text{punto}(y=2 \cdot x,0) \rightarrow (0,0) \\ \text{punto}(y=2 \cdot x,1) \rightarrow (1,2) \\ \text{punto}(y=2 \cdot x,-2) \rightarrow (-2,-4) \end{array} \right.$

punto (s:Segmento ,t:RR )

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} \text{punto}(\text{segmento}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0)),0) &\rightarrow (1,2) \\ \text{punto}(\text{segmento}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0)),\frac{1}{3}) &\rightarrow \left(\frac{2}{3},\frac{4}{3}\right) \\ \text{punto}(\text{segmento}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0)),1) &\rightarrow (0,0) \\ \text{punto}(\text{segmento}(\text{punto}(1,0),\text{punto}(-2,1)),\frac{1}{2}) &\rightarrow \left(-\frac{1}{2},\frac{1}{2}\right) \end{aligned}$$

**Ejemplos 3D**

$$\begin{aligned} \text{punto}(\text{segmento}(\text{punto}(1,2,1),\text{punto}(0,0,0)),0) &\rightarrow (1,2,1) \\ \text{punto}(\text{segmento}(\text{punto}(1,2,1),\text{punto}(0,0,0)),\frac{1}{3}) &\rightarrow \left(\frac{2}{3},\frac{4}{3},\frac{2}{3}\right) \\ \text{punto}(\text{segmento}(\text{punto}(1,2,1),\text{punto}(0,0,0)),1) &\rightarrow (0,0,0) \\ \text{punto}(\text{segmento}(\text{punto}(1,0,0),\text{punto}(-2,1,8)),\frac{1}{2}) &\rightarrow \left(-\frac{1}{2},\frac{1}{2},4\right) \end{aligned}$$

punto (T:Triángulo )

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} T=\text{triángulo}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0),\text{punto}(2,0)) &\rightarrow (1,2) - (0,0) - (2,0) \\ \text{punto}(T) &\rightarrow (1,2) \end{aligned}$$

punto (T:Triángulo ,r:RR )

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} T=\text{triángulo}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0),\text{punto}(2,0)) &\rightarrow (1,2) - (0,0) - (2,0) \\ \text{punto}(T,0) &\rightarrow (1,2) \\ \text{punto}(T,\frac{1}{2}) &\rightarrow \left(\frac{1}{2},1\right) \\ \text{punto}(T,\frac{3}{2}) &\rightarrow (1,0) \end{aligned}$$

punto (c:Circunferencia )

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} \text{punto}(\text{circunferencia}(\text{punto}(1,2),5)) &\rightarrow (6,2) \\ \text{punto}(\text{circunferencia}(\text{punto}(0,0),\text{punto}(1,0))) &\rightarrow (1,0) \end{aligned}$$

punto (c:Circunferencia ,#:RR )

$(x+r\cos(\alpha),y+r\sen(\alpha))$

Ejemplos

punto(circunferencia(punto(1,2),5),0) → (6,2)  
 punto(circunferencia(punto(0,0),punto(1,0)),Pi\_) → (-1,0)

punto (c:Elipse ,t:RR )

Ejemplos

punto(ellipse(2,1,punto(0,0),0),0) → (2,0)  
 punto(ellipse(2,1,punto(0,0),0), $\frac{\pi}{2}$ ) → (0,1)  
 punto(ellipse(2,1,punto(0,0),0), $\pi$ ) → (-2,0)  
 punto(cónica([[3,2,1],[2,4,-5],[1,-5,-20]]),0) → (1.9894,-0.7946)

punto (c:Parábola ,t:RR )

Ejemplos

punto(parábola(2,punto(0,0), $\frac{\pi}{2}$ ),0) → (0,0)  
 punto(parábola(2,punto(0,0), $\frac{\pi}{2}$ ), $\frac{\pi}{4}$ ) →  $(2\cdot\sqrt{2}-2,-2\cdot\sqrt{2}+3)$   
 punto(parábola(2,punto(0,0), $\frac{\pi}{2}$ ), $-\frac{\pi}{4}$ ) →  $(-2\cdot\sqrt{2}+2,-2\cdot\sqrt{2}+3)$   
 punto(cónica([[ -1,0,-2],[0,0,-3],[-2,-3,-10]]),0) → (-2,-1)

punto (c:Hipérbola ,t:RR )

Ejemplos

punto(hipérbola(2,1,punto(0,0),0),0) → (2,0)  
 punto(hipérbola(2,1,punto(0,0),0), $\frac{\pi}{4}$ ) →  $(2\cdot\sqrt{2},1)$   
 punto(hipérbola(2,1,punto(0,0),0), $\pi$ ) → (-2,0)  
 punto(cónica([[3,-1,0],[-1,-2,1],[0,1,-5]]),0) → (1.3179,0.20228)



punto (*p:Poligonal* |*Polígono* )

Ejemplos

punto(poligonal(punto(1,2),punto(1,0),punto(3,-4))) → (1,2)  
 punto(poligono\_regular(3)) → (1,0)

Ejemplos 3D

punto(poligonal(punto(1,2,0),punto(1,0,0),punto(3,-4,0))) → (1,2,0)  
 punto(poligono(punto(1,2,0),punto(1,0,0),punto(3,-4,0))) → (1,2,0)

punto (*p:Poligonal* |*Polígono* ,*t:RR* )

Ejemplos

punto(poligonal(punto(1,2),punto(1,0),punto(3,-4)), $\frac{1}{2}$ ) → (1,1)  
 punto(poligonal(punto(1,2),punto(1,0),punto(3,-4)), $\frac{3}{2}$ ) → (2,-2)

Ejemplos 3D

punto(poligonal(punto(1,2,0),punto(1,0,0),punto(3,-4,0)), $\frac{1}{2}$ ) → (1,1,0)  
 punto(poligono(punto(1,2,0),punto(1,0,0),punto(3,-4,0)), $\frac{3}{2}$ ) → (2,-2,0)

punto (*a:Arco* ,*#:RR* )

Ejemplos

punto(arco(punto(0,0),3,0, $\pi$ ),0) → (3,0)  
 punto(compás(punto(1,2),punto(-3,0)),1/2) → (-3,0)

punto (c:Curva |Curva\_polar ,t:RR )

**Ejemplos**

- punto(curva(sen(x),x,0..3..0.1),0) → (0,0)
- punto(curva(sen(x),x,0..3..0.1),1) → (1.,0.84147)
- punto(curva({sen(x),cos(x)},0,3),0) → (0,1)
- punto(curva({sen(x),cos(x)},0,3), $\frac{\pi}{2}$ ) → (1,0)

punto (qt:Caja\_de\_texto )

punto (qt:Caja\_de\_texto ,P:Punto )

Más información en

**Punto**

Punto

Icono  o 

**Ejemplos**

- P=punto(3,1) → (3,1)
- dibujar(P) → tablero1
- es?(P,Punto) → cierto

**Ejemplos 3D**

- P=punto(2,-2,2) → (2,-2,2)
- dibujar3d(P) → tablero1
- es?(P,Punto) → cierto

hipérbola\_de\_apolonio adjuntar arco argumento atributos3d baricentro pertenece? bisectriz circuncentro circunferencia circunradio alineados? compás cónica cubo distancia dodecaedro elipse triángulo\_equilátero bisectriz\_exterior externo? altura pie\_de\_altura homotecia hipérbola icosaedro incentro inradio insertar interno? interpolar inversión recta lista punto\_medio punto\_más\_cercano2d punto\_más\_cercano2d punto\_más\_cercano3d punto\_más\_cercano3d octaedro ortocentro parábola paralelas perpendiculares mediatriz plano dibujar dibujar2d dibujar3d tablero2d tablero3d punto polar polígono poligonal poliedro cono\_poliédrico cono\_tapado\_poliédrico cilindro\_poliédrico cilindro\_tapado\_poliédrico esfera\_poliédrica toro\_poliédrico posición

potencia preponer proyección pirámide eje\_radical polígono\_regular  
 rotación matriz\_de\_rotación segmento razón\_simple simetría  
 eje\_de\_tangencia recta\_tangente rectas\_tangentes puntos\_de\_tangencia  
 tetraedro caja\_de\_texto traslación triángulo vector escribir

Más información en [centro](#)

### **punto\_de\_expansión**

punto\_de\_expansión (s:Serie )

**Ejemplos**  $s = \text{serie\_de\_taylor}(\text{sen}(x), x, 0) \rightarrow x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7 + \frac{1}{362880} \cdot x^9 + \dots$   
 punto\_de\_expansión(s)  $\rightarrow 0$

### **punto\_inflexión**

punto\_inflexión

**Ejemplos**  $\text{representar}(x^5 - 5 \cdot x^4, \{\text{punto\_inflexión} = \{\text{tamaño\_punto} = 20, \text{color} = \text{naranja}\}\})$   
 $\rightarrow \text{tablero1}$

### **punto\_inicial**

punto\_inicial

**Ejemplos**  $\text{resolver\_numéricamente}(\cos(x) - x, \{\text{método} = \text{"bisección"}, \text{punto\_inicial} = \{0, 1\}\})$   
 $\rightarrow \{x = 0.73909\}$   
 $\text{resolver\_numéricamente}(\cos(x) - x, \{\text{método} = \text{"newton"}, \text{punto\_inicial} = 2\})$   
 $\rightarrow \{x = 0.73909\}$

### **punto\_más\_cercano**

punto\_más\_cercano ()

si estado\_geometría =2 entonces punto\_más\_cercano =punto\_más\_cercano2d  
 sino\_si estado\_geometría =3 entonces punto\_más\_cercano =punto\_más\_cercano3d fin

Más información en [punto más cercano](#)

### **punto\_más\_cercano2d**

`punto_más_cercano2d (f:Dibujable2d ,p:Punto )`

Ejemplos

```

P := punto_más_cercano (x=y+1,punto (3,5))
→ punto_más_cercano (x=y+1,punto (3,5))
P → ( 9/2, 7/2 )
dibujar2d ({P,x=y+1}) → tablero1
escribir ("mover P",P) → tablero1

P := punto_más_cercano2d (x2+y2=5,punto (1,2))
→ punto_más_cercano2d (x2+y2=5,punto (1,2))
P → (1,2)
dibujar2d ({P,x2+y2=5}) → tablero1
escribir ("mover P",P) → tablero1

P := punto_más_cercano2d (y2=6x, punto (-5,0))
→ punto_más_cercano2d (y2=6·x,punto (-5,0))
P → (0,0)
dibujar2d ({P,y2=6x}) → tablero1
escribir ("mover P",P) → tablero1
    
```

`punto_más_cercano ()`

si `estado_geometría =2` entonces `punto_más_cercano =punto_más_cercano2d`  
 sino\_si `estado_geometría =3` entonces `punto_más_cercano =punto_más_cercano3d` fin

### [punto\\_más\\_cercano3d](#)

`punto_más_cercano3d (f:Dibujable3d ,p:Punto )`

Ejemplos 3D

```

P := punto_más_cercano3d (x=y+1,punto (3,5,7));
dibujar3d ({P,x=y+1},{color=rojo},{color=amarillo}) → tablero1
escribir3d ("",P) → tablero1

Pol=poliedro (6,6);
P := punto_más_cercano3d (Pol,punto (3,5,7));
dibujar3d ({P,Pol},{color=azul},{color=rojo}) → tablero1
escribir3d ("",P) → tablero1

L=recta (punto (1,0,0),punto (2,3,1));
P := punto_más_cercano3d (L,punto (-3,5,7));
dibujar3d ({P,L},{color=azul,tamaño_punto=6},{color=verde,anchura_línea=3})
→ tablero1
escribir3d ("",P) → tablero1
    
```

```
punto_más_cercano ( )
si estado_geometría =2 entonces punto_más_cercano =punto_más_cercano2d
sino_si estado_geometría =3 entonces punto_más_cercano =punto_más_cercano3d fin
```

### punto\_medio

```
punto_medio (A:Punto ,B:Punto )
```

```
punto_medio (A,B)=A+B/2
```

**Ejemplos**

```
punto_medio(punto(1,2),punto(0,0)) → (1/2,1)
punto_medio(punto(1,0),punto(-2,1)) → (-1/2, 1/2)
```

**Ejemplos 3D**

```
punto_medio(punto(1,1,1),punto(2,2,2)) → (3/2, 3/2, 3/2)
punto_medio(punto(0,0,0),punto(-1,-1,-1)) → (-1/2, -1/2, -1/2)
```

```
punto_medio (s:Segmento )
```

```
punto_medio (segmento (p,q))=p+q/2
```

**Ejemplos**

```
punto_medio(segmento(punto(1,2),punto(0,0))) → (1/2,1)
punto_medio(segmento(punto(1,0),punto(-2,1))) → (-1/2, 1/2)
```

**Ejemplos 3D**

```
punto_medio(segmento(punto(0,0,0),punto(2,2,2))) → (1,1,1)
punto_medio(segmento(punto(0,0,0),punto(-1,-1,-1))) → (-1/2, -1/2, -1/2)
```

punto\_medio (a:Arco )

Ejemplos

punto\_medio(arco(punto(0,0),3,0, $\pi$ )) → (0,3)  
 punto\_medio(compás(punto(1,2),punto(-3,0))) → (-3.,0.)

Más información en [punto\\_medio](#)

**punto\_no\_derivable**

punto\_no\_derivable

Ejemplos

representar( $\sqrt{x^2}$ ,{punto\_no\_derivable={tamaño\_punto=20,color=rojo}})  
 → tablero1

**punto\_singular**

punto\_singular

Ejemplos

representar( $\sqrt{x^2 \cdot (x+1)}$ ,{punto\_singular={tamaño\_punto=30,color=naranja}})  
 → tablero1

**punto\_singular\_y\_inflexión**

punto\_singular\_y\_inflexión

Ejemplos

representar( $x^3$ ,{punto\_singular\_y\_inflexión={tamaño\_punto=20,color=rojo}})  
 → tablero1

**Punto2d**

## Punto2d

Icono 

**Ejemplos**

- P=punto(-7,-2) → (-7,-2)
- Q=punto(6,3) → (6,3)
- dibujar({P,Q}) → tablero1
- es?(P,Punto) → cierto
- es?(P,Punto2d) → cierto

## Punto3d

## Punto3d

Icono 

**Ejemplos 3D**

- estado\_geometría("3d") → 2
- P=punto(-3,6,7) → (-3,6,7)
- Q=punto(5,-6,2) → (5,-6,2)
- dibujar({P,Q}) → tablero1
- es?(P,Punto) → cierto
- es?(P,Punto3d) → cierto

puntos\_de\_tangencia

puntos\_de\_tangencia (c:Circunferencia ,A:Punto )

**Ejemplos**

- puntos\_de\_tangencia(circunferencia(punto(1,2),5),punto(-9,-3))  
→ {(1,-3),(-3,5)}
- puntos\_de\_tangencia(circunferencia(punto(0,0),punto(1,0)),punto(2,1))  
→ {(0,1),( $\frac{4}{5}, -\frac{3}{5}$ )}

racional

racional (f:Flotante )

m#10<sup>e</sup>.

Ejemplos	racional(0.1) → $\frac{1}{10}$
	racional(-0.2) → $-\frac{1}{5}$
	racional(3.0) → 3


Racional

QQ

Racional

Ejemplos	es?( $\frac{3}{72}, \mathbb{Q}$ ) → cierto
	es?(-3, $\mathbb{Q}$ ) → cierto
	es?(e, $\mathbb{Q}$ ) → falso
	es?(3, $\mathbb{Q}$ ) → cierto

racional

**racionales:** un número racional se crea como una fracción de dos enteros, con el icono  o con el símbolo / . Disponemos de dos funciones asociadas a los números racionales: [numerador](#) y [denominador](#) . Si  $q$  es un número racional, entonces [numerador\(q\)](#) y [denominador\(q\)](#) nos dan, respectivamente, el numerador y el denominador de la fracción irreducible equivalente a  $q$  . [numerador \(q\)](#) [denominador \(q\)](#) [numerador \(q\)](#) [denominador \(q\)](#)

Ejemplos	-7/3 → $-\frac{7}{3}$
	$\frac{32}{6}$ → $\frac{16}{3}$
	$\frac{5}{-8}$ → $-\frac{5}{8}$



**racionaliza**

racionaliza (r:RR )

**Ejemplos**

$$\text{racionaliza}\left(\frac{1}{\sqrt{2}+\sqrt{3}+\sqrt{5}}\right) \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{4} + \frac{\sqrt{3}}{6} - \frac{\sqrt{30}}{12}$$

$$\text{racionaliza}\left(\frac{97}{\sqrt{2}+\sqrt{3}+4} - 44\right) \rightarrow -17\cdot\sqrt{2} - 15\cdot\sqrt{3} + 8\cdot\sqrt{6}$$

**radio**

radio (a:Arco )

**Ejemplos**

$$\text{radio}(\text{arco}(\text{punto}(0,0),3,0,\pi)) \rightarrow 3$$

$$\text{radio}(\text{compás}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(-3,0))) \rightarrow 2\cdot\sqrt{5}$$

radio (c:Circunferencia )

**Ejemplos**

$$\text{radio}(\text{circunferencia}(\text{punto}(1,2),5)) \rightarrow 5$$

$$\text{radio}(\text{circunferencia}(\text{punto}(0,0),\text{punto}(1,0))) \rightarrow 1$$

**raíces**

raíces (r:RR,n:ZZ )

**Ejemplos**

$$\text{raíces}(1,3) \rightarrow \left\{1, -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}\cdot i}{2}, -\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}\cdot i}{2}\right\}$$

$$\text{raíces}(50,2) \rightarrow \{5\cdot\sqrt{2}, -5\cdot\sqrt{2}\}$$

$$\text{raíces}(-1,2) \rightarrow \{i, -i\}$$

raíces (p:Polinomio )  
 raíces (p:Polinomio ,A:Anillo )

**Ejemplos**

```

raíces((x2-64)2) → {-8,-8,8,8}
raíces(x5+x+1) → {-0.75488}
raíces(x5+x+1,ℂ)
→ { -1/2 + √3·i/2, -1/2 - √3·i/2, -0.75488, 0.87744-0.74486·i, 0.87744+0.74486·i }
    
```

raíces (p:Polinomio ,o: )  
 raíces (p:Polinomio ,A:Anillo ,o: )

**Ejemplos**

```

Op1={multiplicidades=cierto,contar_multiplicidades=cierto};
Op2={multiplicidades=cierto,contar_multiplicidades=falso};
Op3={multiplicidades=falso,contar_multiplicidades=falso};
Op4={multiplicidades=falso,contar_multiplicidades=cierto};
p=x4-18·x2+81;
raíces(p,ℤ,Op1) → [-3→2,3→2]
raíces(p,ℤ,Op2) → {-3,-3,3,3}
raíces(p,ℤ,Op3) → {-3,3}
raíces(p,ℤ,Op4) → [-3→1,3→1]
    
```

raíces (a:Elemento (Cuerpo ),n:ℤℤ )

**Ejemplos**

```

raíces(4,2) → {2,-2}
raíces(x2+2·x+1,2) → {x+1,-x-1}
    
```

raíces (a:Elemento (Anillo ),n:ℤℤ,A:Anillo )

**Ejemplos**

```

raíces(-8,3,ℝ) → {-2}
raíces(-8,3,ℂ) → {-2,1-√3·i,1+√3·i}
    
```

```
raíces (p:Polinomio ,R:Anillo )
raíces (p:Polinomio )
```

**Ejemplos**

```
p=raíces_a_polinomio({1,6,10}) →  $x^3 - 17 \cdot x^2 + 76 \cdot x - 60$ 
raíces(p,Zn 100) → {1,6,10}
raíces(p,Zn 100,{contar_multiplicidades=cierto}) → [1→1,6→1,10→1]
k=cuerpo_finito(32,y) →  $\mathbb{Z}_3([y])$ 
raíces(x8-1,k) → {1,2,y,y+1,y+2,2·y,2·y+1,2·y+2}
```

### raíces\_a\_polinomio

```
raíces_a_polinomio (L:Lista ,x:Variable )
```

**Ejemplos**

```
raíces_a_polinomio({1,-1,2},x) →  $x^3 - 2 \cdot x^2 - x + 2$ 
raíces_a_polinomio({0,0,0,0,0,0,0},x) →  $x^7$ 
raíces_a_polinomio({t,t-1,2},x) →  $x^3 + (-2 \cdot t - 1) \cdot x^2 + (t^2 + 3 \cdot t - 2) \cdot x - 2 \cdot t^2 + 2 \cdot t$ 
```

### raíces\_cuadradas

```
raíces_cuadradas (a:Elemento (Cuerpo ) )
```

**Ejemplos**

```
raíces_cuadradas(4) → {2,-2}
raíces_cuadradas(x2+2·x+1) → {x+1,-x-1}
```

```
raíces_cuadradas (a:Elemento (Anillo ),A:Anillo )
```

**Ejemplos**

```
raíces_cuadradas(-4,IR) → {}
raíces_cuadradas(-4,C) → {2·i,-2·i}
```

`raíces_cuadradas (a:Elemento (Cuerpo )),K:Cuerpo )`

Ejemplos

```
raíces_cuadradas(2:Z7) → {4,3}
raíces_cuadradas(3:Z7) → {}
k=extensión(Z5,x4+2) → Z5[[x]]
residuo?(2:k,Z5) → falso
residuo?(2:k,k) → cierto
raíces_cuadradas(2:k,k) → {3·x2,2·x2}

extensión(Z2,x2+x+1) → Z2[[x]]
raíces_cuadradas(x) → {x+1,x+1}
```


### raíces2

`raíces2 (r:RR ) raíces2 (r)={raíz2(r), -raíz2(r)}`

Ejemplos

```
raíces2(4) → {2,-2}
raíces2(18) → {3·√2,-3·√2}
```

### raíz

Icono 

`raíz (r:RR,n:ZZ )`

Ejemplos

```
3√2 → 3√2
2√50 → 5·√2
6√23 → √2
2√2√2 → 4√2
```

Ejemplos

```
constantes_reales (falso);
3√2 → 1.2599
2√50 → 7.0711
2√2√2 → 1.1892
constantes_reales (cierto);
2√2√2 → 4√2
```

Icono 

raíz (a:Elemento (Cuerpo), n:ZZ)

**Ejemplos**

$$\begin{cases} \sqrt[3]{-8} \rightarrow -2 \\ \sqrt{x^2+2 \cdot x+1} \rightarrow \sqrt{x^2+2 \cdot x+1} \\ \text{simplificar}(\sqrt{x^2+2 \cdot x+1}) \rightarrow |x+1| \end{cases}$$

raíz (a:Elemento (Anillo), n:ZZ, A:Anillo)

**Ejemplos**

$$\begin{cases} \text{raíz}(-8, 3, \mathbb{R}) \rightarrow -2 \\ \text{raíz}(-4, 2, \mathbb{R}) \\ \text{raíz}(-4, 2, \mathbb{C}) \rightarrow 2 \cdot i \end{cases}$$

Icono 

raíz (u:Unidad, n:Cualquier)

**Ejemplos**

$$\begin{cases} \sqrt{m^2} \rightarrow m \\ \sqrt[6]{m^3} \rightarrow \sqrt{m} \\ \sqrt[n]{g^{3 \cdot n}} \rightarrow g^3 \end{cases}$$

Icono 

raíz (x:Cantidad, n:Cualquier)

**Ejemplos**

$$\begin{cases} \sqrt{4 m^2} \rightarrow 2 m \\ \sqrt[7]{2^7 m} \rightarrow 2 \sqrt[7]{m} \\ \sqrt[n]{n \cdot g^{3 \cdot n}} \rightarrow n^{\frac{1}{n}} g^3 \end{cases}$$

Más información en raíz

[raíz\\_cuadrada](#)

Más información en raíz cuadrada

## raíz2

Icono 

`raíz2 (r:RR ) raíz2(r)=raíz(r,2)`

**Ejemplos**

$$\left[ \begin{array}{l} \sqrt{4} \rightarrow 2 \\ \sqrt{18} \rightarrow 3 \cdot \sqrt{2} \\ \sqrt{\sqrt{2}} \rightarrow \sqrt[4]{2} \end{array} \right.$$

Icono 

`raíz2 (a:Elemento (Anillo ) )`


**Ejemplos**

$$\left[ \begin{array}{l} \sqrt{4} \rightarrow 2 \\ \sqrt{x^2+2 \cdot x+1} \rightarrow \sqrt{x^2+2 \cdot x+1} \\ \text{simplificar}(\sqrt{x^2+2 \cdot x+1}) \rightarrow |x+1| \end{array} \right.$$

`raíz2 (a:Elemento (Anillo ),A:Anillo )`

**Ejemplos**

$$\left[ \begin{array}{l} \text{raíz2}(-4, \mathbb{R}) \\ \text{raíz2}(-4, \mathbb{C}) \rightarrow 2 \cdot i \end{array} \right.$$

Icono 

`raíz2 (u:Unidad )`

**Ejemplos**

$$\left[ \begin{array}{l} \sqrt{m^2} \rightarrow m \\ \sqrt{g^{2 \cdot n}} \rightarrow g^n \end{array} \right.$$

Icono 

`raíz2 (x:Cantidad )`

**Ejemplos**

$$\left[ \begin{array}{l} \sqrt{4 \text{ m}^2} \rightarrow 2 \text{ m} \\ \sqrt{2^7 \text{ m}} \rightarrow 8 \cdot \sqrt{2} \sqrt{\text{m}} \\ \sqrt{n \cdot g^{6 \cdot n}} \rightarrow \sqrt{n} g^{3 \cdot n} \end{array} \right.$$

Más información en [raíz cuadrada](#)

## rango

`rango (A:Matriz )`

**Ejemplos**

$$\left[ \begin{array}{l} \text{rango} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \rightarrow 2 \\ \text{rango} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 6 \\ 0 & 8 & 9 \end{pmatrix} \rightarrow 3 \end{array} \right.$$

`rango (A:Matriz ,o: )`

**Ejemplos**

$$\left[ \begin{array}{l} \text{rango} \left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 5 \\ 4 & 5 & 6 & 7 \\ 7 & 8 & 9 & 9 \end{pmatrix}, \{\text{submatriz}=\text{cierto}\} \right) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 5 \end{pmatrix} \\ \text{rango} \left( \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 6 \\ 0 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{\text{submatriz}=\text{cierto}\} \right) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 5 & 6 \\ 0 & 8 & 9 \end{pmatrix} \end{array} \right.$$

Más información en [rango](#)

## razón

razón (*p:Progresión* )

**Ejemplos**

- razón(progresión(2,4,8,16)) → 2
- razón(progresión(2,2·√2,4)) → √2
- razón(progresión(3,3,3)) → 1
- razón(progresión(b,b·a,b·a<sup>2</sup>,b·a<sup>3</sup>)) → a

Más información en [razón](#)

## razón\_simple

razón\_simple (*A:Punto ,B:Punto ,C:Punto* )

**Ejemplos**

- razón\_simple(punto(1,0),punto(0,0),punto(2,0)) → -1
- razón\_simple(punto(0,0),punto(1,0),punto(1,0)) → 1

## real

real (*x:Complejo* )

**Ejemplos**

- real(3+4·i) → 3
- real(i<sup>2</sup>) → -1
- real(12.6) → 12.6
- real(π) → π

## Real

RR  
Real

**Ejemplos**

- es?(-63,IR) → cierto
- es?(√3,Real) → cierto
- es?(π, IR) → cierto
- es?(3-i, IR) → falso
- es?(x+1,IR) → falso



cubo dodecaedro homotecia icosaedro momento negativo? derivada\_numérica  
 integral\_numérica octaedro plano dibujar2d dibujar3d tablero2d tablero3d  
 punto poliedro cono\_poliédrico cono\_tapado\_poliédrico cilindro\_poliédrico  
 cilindro\_tapado\_poliédrico esfera\_poliédrica toro\_poliédrico positivo?  
 prisma cociente cociente cociente cociente\_y\_residuo cociente\_y\_residuo  
 cociente\_y\_residuo aleatorio resto resto resto representar  
 matriz\_de\_rotación serie signo0 tangente serie\_de\_taylor tetraedro cero0  
 zoom

Más información en [proporción](#) , [profundidad](#) , [altura](#) , [anchura\\_línea](#) , [anchura\\_máxima](#) , [tamaño\\_punto](#) , [transforma\\_matriz](#) , [transparencia](#) , [anchura](#) , [proporción\\_ventana](#)

## Real\_o\_infinito

Real\_o\_infinito

<b>Ejemplos</b>	<pre> f(x:Real_o_infinito):= inicio     si es?(x,Real) entonces         x<sup>2</sup>     sino         -x     fin fin ; </pre>
	f(5) → 25
	f(-∞) → +∞
	f(x) → f(x)
	f(1+i) → f(1+i)

## recorrido

recorrido (c:Curva |Curva\_polar )

<b>Ejemplos</b>	<pre> recorrido(curva(sen(x),x,0..3..0.1)) → 0..3..0.1 recorrido(curva({sen(x),cos(x)},0,3)) → 0..3 </pre>

recorrido (1:Lista )

**Ejemplos**

- $B = \{4,3,2,5\} \rightarrow \{4,3,2,5\}$
- $E = \{2,3,0,1\} \rightarrow \{2,3,0,1\}$
- $r = \text{recorrido}(B) \rightarrow 1..4$
- $\{(B_i)^{E_i} \text{ con } i \text{ en } r\} \rightarrow \{16,27,1,5\}$
- $\text{recorrido}([a,b,c,d]) \rightarrow 1..4$

### Recorrido

Recorrido

**Ejemplos**

- $1..4 \rightarrow 1..4$
- $\text{es?}(1..8, \text{Recorrido}) \rightarrow \text{cierto}$

columna curva2d matriz\_diagonal progresión\_geométrica lista max min  
 dibujar2d dibujar3d representar invertir\_recorrido seleccionar desplazador  
 ordenar

### Recorrido

**recorridos:** Son objetos de la forma  $a..b$  o  $a..b..d$  donde  $a$ ,  $b$  y  $d$  son números reales ( $a..b$  equivale a  $a..b..1$ ). Si  $d$  es diferente de 0 el recorrido  $a..b..d$  representa la lista formada por los elementos de la progresión aritmética  $a, a+d, a+2d, \dots$  mientras no sobrepasemos  $b$ . Si  $d$  es cero el recorrido representa la lista vacía. Por ejemplo  $1..6$  representa  $\{1,2,3,4,5,6\}$ ,  $1..6..2$  representa  $\{1,3,5\}$  y  $6..1..-3$  representa  $\{6,3\}$ .

La función `lista` aplicada a un recorrido devuelve la lista que representa.

**Ejemplos**

- $\text{lista}(1..6) \rightarrow \{1,2,3,4,5,6\}$
- $\text{lista}(1..6..2) \rightarrow \{1,3,5\}$
- $\text{lista}(6..1..-3) \rightarrow \{6,3\}$
- $\text{lista}\left(1..3..\frac{1}{2}\right) \rightarrow \left\{1, \frac{3}{2}, 2, \frac{5}{2}, 3\right\}$

### recorrido\_de\_matriz

`recorrido_de_matriz (A:Matriz )`

**Ejemplos**

`recorrido_de_matriz`  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix}$   $\rightarrow$  1..2,1..3

`M` =  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix}$  ;

para `i,j` en `recorrido_de_matriz(M)` hacer `Mij = -Mij` fin;

`M`  $\rightarrow$   $\begin{pmatrix} -1 & -2 & -3 \\ -4 & -5 & -6 \end{pmatrix}$

## recta

`recta (A:Punto ,B:Punto )`

**Ejemplos**

`recta(punto(1,2),punto(-2,1))`  $\rightarrow$   $y = \frac{1}{3} \cdot x + \frac{5}{3}$

`recta(punto(0,0),punto(1,0))`  $\rightarrow$   $y=0$

**Ejemplos 3D**

`recta(punto(0,0,0), punto(1,0,0))`  $\rightarrow$   $z=0 \cap y=0$

`p=punto`  $\left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}, 0\right)$   $\rightarrow$   $\left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}, 0\right)$

`q=punto`  $\left(-\frac{\sqrt{2}}{2}, -\frac{\sqrt{2}}{2}, 0\right)$   $\rightarrow$   $\left(-\frac{\sqrt{2}}{2}, -\frac{\sqrt{2}}{2}, 0\right)$

`r:=recta(p,q)`  $\rightarrow$  `recta(p,q)`

`dibujar3d(p,{color=rojo})`  $\rightarrow$  `tablero1`

`dibujar3d(q,{color=verde})`  $\rightarrow$  `tablero1`

`dibujar3d(r,{color=naranja})`  $\rightarrow$  `tablero1`

`recta (A:Punto ,v:Vector )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{recta}(\text{punto}(1,2),[-2,1]) \rightarrow y = -\frac{1}{2} \cdot x + \frac{5}{2} \\ \text{recta}(\text{punto}(0,0),[1,0]) \rightarrow y = 0 \end{array} \right.$

**Ejemplos 3D**  $\left[ \text{recta}(\text{punto}(0,0,0),[1,1,1]) \rightarrow -x+z=0 \cap -x+y=0 \right.$

`recta (A:Punto ,a:RR |Infinito )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{recta}(\text{punto}(1,2),0) \rightarrow y=2 \\ \text{recta}(\text{punto}(1,2),+\infty) \rightarrow x=1 \\ \text{recta}(\text{punto}(0,0),1) \rightarrow y=x \end{array} \right.$

`recta ([a:RR , b:RR , c:RR]:Vector )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{recta}([1,2,3]) \rightarrow y = -\frac{1}{2} \cdot x - \frac{3}{2} \\ \text{recta}([0,1,0]) \rightarrow y=0 \\ \text{recta}([0,-1,0]) \rightarrow y=0 \end{array} \right.$

`recta (a:RR |Infinito ,b:RR |Infinito )`

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{recta}(1,3) \rightarrow y = -3 \cdot x + 3 \\ \text{recta}(-2,+\infty) \rightarrow x = -2 \\ \text{recta}(+\infty,0) \rightarrow y = 0 \end{array} \right.$

recta (s:Segmento )

**Ejemplos**

$$\text{recta}(\text{segmento}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0))) \rightarrow y=2 \cdot x$$

$$\text{recta}(\text{segmento}(\text{punto}(1,0),\text{punto}(-2,1))) \rightarrow y=-\frac{1}{3} \cdot x + \frac{1}{3}$$

**Ejemplos 3D**

$$\text{recta}(\text{segmento}(\text{punto}(1,0,0),\text{punto}(0,0,0))) \rightarrow z=0 \cap y=0$$

$$\text{recta}(\text{segmento}(\text{punto}(1,0,-1),\text{punto}(-2,1,-1))) \rightarrow -x-3 \cdot y+1=0 \cap x+3 \cdot y+z=0$$

recta (T:Triángulo ,i:ZZ )

**Ejemplos**

$$T=\text{triángulo}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0),\text{punto}(2,0)) \rightarrow (1,2) - (0,0) - (2,0)$$

$$\text{recta}(T,1) \rightarrow y=0$$

$$\text{recta}(T,2) \rightarrow y=-2 \cdot x+4$$

$$\text{recta}(T,3) \rightarrow y=2 \cdot x$$

recta (p:Poligonal |Polígono ,i:ZZ )

**Ejemplos**

$$\text{recta}(\text{poligonal}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(1,0),\text{punto}(3,-4)),2) \rightarrow y=-2 \cdot x+2$$

$$\text{recta}(\text{poligono\_regular}(4),1) \rightarrow y=-x+1$$

**Ejemplos 3D**

$$\text{recta}(\text{poligonal}(\text{punto}(1,2,5),\text{punto}(1,0,3),\text{punto}(3,-4,2)),2)$$

$$\rightarrow -2 \cdot x - y + 2 = 0 \cap -12 \cdot x - 7 \cdot y + 4 \cdot z = 0$$

$$\text{recta}(\text{poligono}(\text{punto}(1,2,3),\text{punto}(1,0,3),\text{punto}(3,-4,3),\text{punto}(1,2,3)),3)$$

$$\rightarrow -3 \cdot x - y + 5 = 0 \cap -9 \cdot x - 3 \cdot y + 5 \cdot z = 0$$

Más información en

[Recta](#)


Recta

Ejemplos


es? (recta(punto (0,0,0), punto (1,2,3)), Recta) → cierto  
 es? (y=x+3, Recta) → falso  
 es? (recta(y=x+3), Recta) → cierto  
 es? (x<sup>2</sup>+y<sup>2</sup>=1, Recta) → falso  
 es? (punto (5,0), Recta) → falso

[ángulo2d](#) [ángulo3d](#) [arco](#) [atributos3d](#) [pertenece?](#) [ecuación](#) [vector\\_de\\_ecuación](#) [inversión](#) [punto\\_más\\_cercano2d](#) [punto\\_más\\_cercano3d](#) [paralelas](#) [paralelas?](#) [perpendiculares](#) [perpendiculares?](#) [plano](#) [dibujar](#) [dibujar2d](#) [dibujar3d](#) [punto](#) [polo](#) [posición](#) [proyección](#) [segmento](#) [pendiente](#) [simetría](#) [vector](#)

## Recta

rectas: comando `recta` , Icono 

Permite construir una recta. Los diferentes argumentos que acepta son:

- dos puntos de la recta (podemos usar el icono ,
- un punto y un vector director,
- una ecuación (de una recta),
- un punto y un número real (la pendiente de la recta).


Si `r` es una recta, entonces `sloper`, `pointr`, `vectorr` devuelven la pendiente de la recta, un punto de la recta y un vector director de la recta, respectivamente. Para estudiar otras funciones que también sirven para construir una recta, podemos consultar `parallel`, `perpendicular`, `bisector`.

[pendiente \(r\)](#) , [punto \(r\)](#) y [vector \(r\)](#) [paralelas](#) , [perpendiculares](#) y [bisectriz](#)

Ejemplos

recta(y=2x+1) → y=2·x+1  
 recta(punto (0,1), punto (2,3)) → y=x+1  
 recta(punto (2,9), [2,1]) → y= $\frac{1}{2}$ ·x+8  
 r=recta(punto (0,1), punto (2,3)) → y=x+1  
 pendiente(r) → 1  
 r=recta(punto (0,1), 1) → y=x+1

En el caso de rectas en el espacio, se aceptan los siguientes argumentos:

- dos puntos de la recta (podemos usar el icono ,
- un punto y un vector director,
- dos ecuaciones (de planos secantes).

**Ejemplos 3D**

- recta(punto(0,0,0),punto(1,1,1)) →  $-x+z=0 \cap -x+y=0$
- recta(punto(0,0,0),[1,1,1]) →  $-x+z=0 \cap -x+y=0$
- recta(y=0,z=0) →  $z=0 \cap y=0$
- l=recta(punto(-1,-1,-1),punto(3,3,3)) →  $-x+z=0 \cap -x+y=0$
- vector(l) → [4,4,4]

### recta\_de\_regresión

recta\_de\_regresión (M:Multimuestra ,X,Y )

recta\_de\_regresión (M:Multimuestra )

recta\_de\_regresión (x:Muestra\_lista ,y:Muestra\_lista )

**Ejemplos**

- recta\_de\_regresión({1,2,-3,2},{-1,-2,3,-2}) →  $y=-x$
- recta\_de\_regresión({1,2,-3,2},{3,4,-1,4}) →  $y=x+2$ .
- recta\_de\_regresión({3.5,2.6,-3.4},{4,-6.7,4.5}) →  $y=-0.72281 \cdot x+1.2505$
- recta\_de\_regresión({3.5,2.6,perdido,-3.4},{4,-6.7,perdido,4.5})  
→  $y=-0.72281 \cdot x+1.2505$

Más información en [recta de regresión](#)

### recta\_tangente

recta\_tangente (c:Circunferencia ,a:RR )

**Ejemplos**

- recta\_tangente(circunferencia(punto(1,2),5),0) →  $x=6$
- recta\_tangente(circunferencia(punto(0,0),punto(1,0)), $\frac{\text{Pi}}{2}$ ) →  $y=1$

```
recta_tangente (c:Circunferencia ,p:Punto )
```

Ejemplos

```
recta_tangente(circunferencia(punto(1,2),5),punto(6,2)) → x=6
recta_tangente(circunferencia(punto(0,0),punto(1,0)),punto(0,1)) → y=1
```

## Recta2d

Recta2d

Ejemplos

```
es?(recta(punto(0,0),punto(1,2)), Recta2d) → cierto
es?(recta(punto(0,0,0),punto(1,2,3)), Recta2d) → falso
es?(recta(y=x+3), Recta2d) → cierto
es?(y=x+3, Recta2d) → falso
es?(x2+y2=1, Recta2d) → falso
es?(punto(5,0), Recta2d) → falso
```

[ángulo2d](#) [ángulo3d](#) [arco](#) [atributos3d](#) [pertenece?](#) [ecuación](#) [vector\\_de\\_ecuación](#) [inversión](#) [punto\\_más\\_cercano2d](#) [punto\\_más\\_cercano3d](#) [paralelas](#) [paralelas?](#) [perpendiculares](#) [perpendiculares?](#) [plano](#) [dibujar](#) [dibujar2d](#) [dibujar3d](#) [punto](#) [polo](#) [posición](#) [proyección](#) [segmento](#) [pendiente](#) [simetría](#) [vector](#)

## Recta3d

Recta3d

Ejemplos

```
es?(recta(punto(0,0,0),punto(1,2,3)), Recta3d) → cierto
es?(recta(punto(0,0,0),[1,2,3]), Recta3d) → cierto
es?(x2+y2=1, Recta3d) → falso
es?(punto(5,0,1), Recta3d) → falso
```

[ángulo2d](#) [ángulo3d](#) [arco](#) [atributos3d](#) [pertenece?](#) [ecuación](#) [vector\\_de\\_ecuación](#) [inversión](#) [punto\\_más\\_cercano2d](#) [punto\\_más\\_cercano3d](#) [paralelas](#) [paralelas?](#) [perpendiculares](#) [perpendiculares?](#) [plano](#) [dibujar](#) [dibujar2d](#) [dibujar3d](#) [punto](#) [polo](#) [posición](#) [proyección](#) [segmento](#) [pendiente](#) [simetría](#) [vector](#)

## rectas\_tangentes



`rectas_tangentes (c:Circunferencia ,A:Punto )`

**Ejemplos**

`rectas_tangentes(circunferencia(punto(1,2),5),punto(-9,-3))` →  $\{y=-3, y=\frac{4}{3} \cdot x+9\}$

`rectas_tangentes(circunferencia(punto(0,0),punto(1,0)),punto(2,1))`  
→  $\{y=1, y=\frac{4}{3} \cdot x-\frac{5}{3}\}$

`rectas_tangentes (c:Cónica ,P:Punto )`

**Ejemplos**

`rectas_tangentes(hipérbola(2,1,punto(0,0)),punto(0,0))` →  $\{y=-\frac{1}{2} \cdot x, y=\frac{1}{2} \cdot x\}$

`rectas_tangentes(hipérbola(2,1,punto(0,0)),punto(2,0))` →  $\{x=2\}$

`rectas_tangentes(elipse(5,3,punto(0,0),\frac{\pi}{2}),punto(9,5))` →  $\{y=\frac{5}{4} \cdot x-\frac{25}{4}, y=5\}$

`rectas_tangentes(parábola(2,punto(-1,2),\frac{\pi}{2}),punto(-1,0))`  
→  $\{y=-\sqrt{2} \cdot x-\sqrt{2}, y=\sqrt{2} \cdot x+\sqrt{2}\}$

## redondear

`redondear (r:RR )`

`redondear(r)=suelo( $r+\frac{1}{2}$ ).`

**Ejemplos**

`redondear(1.2)` → 1

`redondear(7.8)` → 8

`redondear(-7.8)` → -8

`redondear(0.5)` → 1

`redondear( $\frac{7}{4}$ )` → 2

`redondear(4)` → 4

`redondear( $\pi$ )` → 3

`redondear (c:CC )`

`redondear(c)=redondear(a)+redondear(b)·i`

**Ejemplos**

`redondear(1.2+2.7·i) → 1+3·i`

**reducción\_de\_hessenberg**

`reducción_de_hessenberg (A:Matriz )`

**Ejemplos**

`reducción_de_hessenberg([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]]) →`

$$\begin{pmatrix} 1 & \frac{29}{4} & 3 \\ 4 & \frac{31}{2} & 6 \\ 0 & -\frac{27}{8} & -\frac{3}{2} \end{pmatrix}$$

`reducción_de_hessenberg (A:Matriz ,o: )`

**Ejemplos**

`reducción_de_hessenberg([[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]},{cálculos_exactos=falso})`

$$\rightarrow \begin{pmatrix} 1. & 3.597 & 0.24807 \\ 8.0623 & 14.046 & 2.8308 \\ 0. & 0.83077 & -0.046154 \end{pmatrix}$$

**reemplazar**

`reemplazar (l:Lista /Vector ,i1:ZZ,...,in:ZZ,x )`

`reemplazar ({l1,...,li,...,lm},i,x)={l1,...,li-1,x,li+1,...,lm}`

`reemplazar ({l1,...,li1},i1,...,in,x)={l1,...,li1-1,reemplazar (li1,i2,...,in,x),li1+1,...,lm}`

**Ejemplos**

$$\begin{cases} \text{reemplazar}(\{7,5,12\},3,x) \rightarrow \{7,5,x\} \\ \text{reemplazar}([5,6,7],1,-4) \rightarrow [-4,6,7] \\ \text{reemplazar}\left(\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 7 \end{pmatrix},1,3,-4\right) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & -4 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 7 \end{pmatrix} \end{cases}$$

`a=reemplazar(a,i1,...,in,x)`

`ai1,...,in=x`

**Ejemplos**

$$\begin{cases} v=[5,6,7] \rightarrow [5,6,7] \\ v_2=14 \rightarrow [5,14,7] \\ A=\begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix} \\ A_1=[1,0,0] \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix} \\ A_{3,3}=100 \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 100 \end{pmatrix} \end{cases}$$

reemplazar (l:Lista / Vector , i<sub>1</sub> :Lista / Vector / Recorrido , ..., i<sub>n</sub> :Lista / Vector / Recorrido , x )

```
v=[i1,...,im]
for k∈i1 do
  v=reemplazar(v,(i1)k,i2,...,in,xk)
end
```

si r:Recorrido entonces `reemplazar (l,i1 ,...,r,...,in ,x)=reemplazar (l,i1 ,...,r],...,in ,x)`

**Ejemplos**

- `v={5,6,7} → {5,6,7}`
- `reemplazar(v,{2,3},{a,b}) → {5,a,b}`
- `reemplazar([1,2,3,4,5,6,7,8],1..8..2,{a,b,c,d}) → [a,2,b,4,c,6,d,8]`
- $A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$
- `reemplazar(A,{1,2},{1,3}, $\begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix}$ ) →  $\begin{pmatrix} a & 3 & b \\ c & 4 & d \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$`
- `reemplazar(A,1..2,[1,3], $\begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}$ ) →  $\begin{pmatrix} 0 & 3 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$`

`a=reemplazar(a,i1,...,in,x)`

`ai1,...,in = x`

**Ejemplos**

- `v={5,6,7} → {5,6,7}`
- `v{2,3}={a,b} → {5,a,b}`
- $A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$
- $A_{\{1,2\},\{1,3\}} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} a & 3 & b \\ c & 4 & d \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$
- $A_{1..2,[1,3]} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 3 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$

Regla



## Regla

**Ejemplos**

- $\{a+1 \Rightarrow 3\} \rightarrow \{a+1 \Rightarrow 3\}$
- $\{x \Rightarrow 1, y \Rightarrow 0\} \rightarrow \{x \Rightarrow 1, y \Rightarrow 0\}$
- es? ( $\{x \Rightarrow 1, y \Rightarrow 0\}$ , Regla)  $\rightarrow$  cierto

## Regla

**reglas y sustituciones:** Desde el punto de vista sintáctico, una regla es una lista de objetos del tipo  $x \Rightarrow y$  o  $x := y$ . Llamamos variable o patrón a  $x$  según si es una variable o no, respectivamente; llamamos imagen a  $y$  y llamamos par a  $x \Rightarrow y$  o  $x := y$ . Una sustitución es una regla definida exclusivamente por variables. Si escogemos  $\Rightarrow$ , usamos el valor de  $y$  para definir la regla y, en cambio, al escoger  $:=$ , consideramos  $y$  como variable al definir la regla.

Los símbolos  $\Rightarrow$  y  $:=$  se pueden crear con los iconos  y , respectivamente.

Al aplicar una regla a una expresión, todas las ocurrencias de cada patrón (o variable) en esta expresión son sustituidas por la imagen de su patrón (o variable). Los términos que no encajan con el patrón (o variable) no se modifican.

**Ejemplos**

- $\{x \Rightarrow 4, y \Rightarrow 3\} (x+2 \cdot y) \rightarrow 10$
- $4+2 \cdot 3 \rightarrow 10$
- $x=z+3 \rightarrow z+3$
- $R=\{x \Rightarrow 5, y \Rightarrow t\} \rightarrow \{z+3 \Rightarrow 5, y \Rightarrow t\}$
- $S=\{x := 5, y \Rightarrow t\} \rightarrow \{x \Rightarrow 5, y \Rightarrow t\}$
- limpiar  $x \rightarrow$  OK
- $R(x+y), S(x+y) \rightarrow t+x, t+5$
- $R(z+3), S(z+3) \rightarrow 5, z+3$
- $R=\{x \Rightarrow y+1\} \rightarrow \{x \Rightarrow y+1\}$
- $S=\{x-1 \Rightarrow y\} \rightarrow \{x-1 \Rightarrow y\}$
- $R(x-1), S(x-1) \rightarrow y, y$
- $R(x+1), S(x+1) \rightarrow y+2, x+1$
- $R(x^2-1), S(x^2-1) \rightarrow y^2+2 \cdot y, x^2-1$
- $\{a \Rightarrow 2, b \Rightarrow 5\} \mid \{c \Rightarrow 3, a \Rightarrow 3\} \rightarrow \{a \Rightarrow 3, b \Rightarrow 5, c \Rightarrow 3\}$

## relación

relación (l:Lista |Vector ,k:Lista |Vector )

Ejemplos

relación({a,b,c},{1,2,3}) → {a→1,b→2,c→3}

Relación

Relación


Ejemplos

{1+0→1-1,1·0→1+1} → {0→2,1→0}  
 es?({a→3},Relación) → cierto

índice\_borrar inverso permutación posición seleccionar

Relación

**relaciones:** Desde el punto de vista sintáctico, la relación es una lista de objetos del tipo  $x \rightarrow y$  . Decimos que  $x$  es un índice,  $y$  su valor asociado y  $x \rightarrow y$  un par de la relación. El aspecto más importante de las relaciones es que nos permite recuperar el valor (o secuencia de valores) asociado a un índice; esto se hace aplicando el objeto a la relación. Si un objeto no tiene índice asociado en una relación, el resultado de aplicarlo a la relación es **nulo** .

El símbolo  $\rightarrow$  se puede crear con el icono .

Ejemplos

$R = \{a \rightarrow 2, b \rightarrow 5\} \rightarrow \{a \rightarrow 2, b \rightarrow 5\}$   
 $R(a) \rightarrow 2$   
 $R(c) \rightarrow \text{nulo}$   
 $\{a \rightarrow 2, b \rightarrow 5\} \mid \{c \rightarrow 3, a \rightarrow 3\} \rightarrow \{a \rightarrow (2,3), b \rightarrow 5, c \rightarrow 3\}$   
 $\{a \rightarrow 2, b \rightarrow 5\} \& \{c \rightarrow 3, a \rightarrow 3\} \rightarrow \{a \rightarrow 3, b \rightarrow 5, c \rightarrow 3\}$

relación\_vacía

relación\_vacía

**Ejemplos**

- r=relación\_vacía → {}
- r|{1→2} → {1→2}

**repetir**

repetir...: Icono , sentencia

repetir A hasta B

Repite las instrucciones de A hasta que se cumple la condición B .

**Ejemplos**

- wirisplus\_1\_Eliminate\_powers\_of\_2\_in\_x
- x=344 → 344
- factorizar(x) →  $2^3 \cdot 43$
- repetir → 43
- $x = \frac{x}{2}$
- hasta resto(x,2) ≠ 0

**representación\_en\_ciclos**

representación\_en\_ciclos (p:Permutación )

**Ejemplos**

- p=permutación{1→2,2→1} → [2,1]
- representación\_en\_ciclos(p) → {{1,2}}
- q=permutación{{3,4,5},{6,1}} → {{1,6},{3,4,5}}
- representación\_en\_ciclos(q) → {{1,6},{3,4,5}}

**representar**

representar (x... )

```
representar (f,x:Identificador )
```

**Ejemplos**

```
representar(sin(x),x,{curva={color=azul}});
```

```
representar (f,x:Identificador ,r:Recorrido )
```

```
representar (f,x:Identificador ,a:Real ,b:Real )
```

```
representar (f )
```

```
representar (f,r:Recorrido )
```

```
representar (f,a:Real ,b:Real )
```

### **representar\_signo**

```
representar_signo (b:Booleano )
```

**Ejemplos**

```
representar_signo falso; entero(-3:Zn 6) → 3
entero(4:Zn 6) → 4
representar_signo cierto; entero(4:Zn 6) → -2
```



```
representar_signo ( )
```

**Ejemplos**

```
(4 :Zn 7) -5 → 6
representar_signo(□) → falso
representar_signo(cierto);
(4 :Zn 7) -5 → -1
representar_signo(falso);
```

## res

```
resto (a:ZZ,b:ZZ )
res (a:ZZ,b:ZZ )
```

**Ejemplos**

```
resto(37,5) → 2
res(37,5) → 2
res(-37,5) → -2
res(37,-5) → 2
res(-37,-5) → -2
```

```
resto (p1 :Polinomio ,p2 :Polinomio )
res (p1 :Polinomio ,p2 :Polinomio )
```

**Ejemplos**

```
resto(2·x5,x+1) → -2
resto(x10-1,x2-1) → 0
```

Más información en [resto](#)

## residuo?

```
residuo? (a:Elemento (Cuerpo ),K:Cuerpo ,r:ZZ )
residuo? (a:Elemento (Cuerpo ),r:ZZ )
residuo? (a:Elemento (Cuerpo ),K:Cuerpo )
residuo? (a:Elemento (Cuerpo ) )
```

**residuo?(a : Elemento(Cuerpo),r : Z)=residuo?(a,cuerpo(a),r)**

**residuo?(a : Elemento(Cuerpo),K : Cuerpo)=residuo?(a,K,2)**

**residuo?(a : Elemento(Cuerpo))=residuo?(a,cuerpo(a),2)**

**Ejemplos**

```
residuo?(4 : Z13,2) → cierto
residuo?(4 : Z13) → cierto
residuo?(4 : Z13,3) → falso
residuo?(4 : Z13,4) → falso
residuo?(4 : Z13,5) → cierto
{elemento(i,Z7)4 con i en 0..6} → {0,1,2,4,4,2,1}
residuo?(3 : Z7,4) → falso
residuo?(3 : Z7) → falso
residuo?(2 : Z7) → cierto
```

**resolver**

```
resolver (E:Lista |Vector ,v:Lista )
```

**Ejemplos**

```
resolver({x+y=0},{x}) → {{x=-y}}
resolver({x+y=0},{y}) → {{y=-x}}
resolver({x2+2·x+C=0},{x}) → {{x=-√-C+1-1},{x=√-C+1-1}}
resolver({x+y=A, x-y=B},{x,y}) → {{x=1/2·A+1/2·B,y=1/2·A-1/2·B}}
S=resolver({x2+y2=1, x2-y2=0},{x,y});
longitud(S) → 4
S2(x) → √2/2
resolver({sen(α)-cos(α)},{α}) → {{α=π/4},{α=-3·π/4}}
```

`resolver (e1 , ..., en , v1 , ..., vm )`

Ejemplos

$$\text{resolver}(x+y=0,x) \rightarrow \{\{x=-y\}\}$$

$$\text{resolver}(x+y=0,y) \rightarrow \{\{y=-x\}\}$$

$$\text{resolver}(x+y=A,x-y=B,x,y) \rightarrow \left\{ \left\{ x=\frac{1}{2} \cdot A + \frac{1}{2} \cdot B, y=\frac{1}{2} \cdot A - \frac{1}{2} \cdot B \right\} \right\}$$

$$\text{resolver}(x^2+2 \cdot x-C=0,x) \rightarrow \{\{x=-\sqrt{C+1}-1\}, \{x=\sqrt{C+1}-1\}\}$$

$$\text{resolver}(\text{sen}(\alpha)-\text{cos}(\alpha),\alpha) \rightarrow \left\{ \left\{ \alpha=\frac{\pi}{4} \right\}, \left\{ \alpha=-\frac{3 \cdot \pi}{4} \right\} \right\}$$

`resolver (E:Lista /Vector )`

`resolver (e1 , ..., en )`

Ejemplos

$$\text{resolver}(x+y=0) \rightarrow \{\{x=-y,y=y\}\}$$

$$\text{resolver}(x^2+2 \cdot x-5=0) \rightarrow \{\{x=-\sqrt{6}-1\}, \{x=\sqrt{6}-1\}\}$$

$$\text{resolver}\left(\left\{ \begin{array}{l} x+y=7 \\ x-y=-3 \end{array} \right\}\right) \rightarrow \{\{x=2,y=5\}\}$$

$$\text{resolver}(\text{sen}(\alpha)-\text{cos}(\alpha)) \rightarrow \left\{ \left\{ \alpha=\frac{\pi}{4} \right\}, \left\{ \alpha=-\frac{3 \cdot \pi}{4} \right\} \right\}$$

$$\text{resolver}\left(\frac{1}{2} \cdot (x-3)=x-4\right) \rightarrow \{\{x=5\}\}$$

$$\text{resolver}\left(\left\{ \begin{array}{l} a-b=c \\ c+a+b=1 \end{array} \right\}\right) \rightarrow \left\{ \left\{ a=\frac{1}{2}, b=-c+\frac{1}{2}, c=c \right\} \right\}$$

`resolver (x...,Complejo :Field )`

Ejemplos

$$\text{resolver}(x^2=-1,\mathbb{C}) \rightarrow \{\{x=-i\}, \{x=i\}\}$$

$$\text{resolver}(x^2-(i+1) \cdot x+i,\mathbb{C}) \rightarrow \{\{x=1\}, \{x=i\}\}$$

$$\text{resolver}\left(\left\{ \begin{array}{l} x^2+y^2+5=0 \\ x+y=1 \end{array} \right\},\mathbb{C}\right) \\ \rightarrow \left\{ \left\{ x=\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{11} \cdot i}{2}, y=\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{11} \cdot i}{2} \right\}, \left\{ x=\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{11} \cdot i}{2}, y=\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{11} \cdot i}{2} \right\} \right\}$$

`resolver (A:Matriz ,v:Vector )`

Ejemplos

$$\text{resolver} \left( \begin{pmatrix} 1 & 0 & 9 & 8 & 0 \\ 5 & 3 & 5 & 2 & 5 \\ 0 & 9 & 6 & 4 & 5 \\ 6 & 5 & 9 & 7 & 5 \\ 9 & 2 & 3 & 0 & 6 \end{pmatrix}, [1,2,3,4,5] \right) \rightarrow \left[ \frac{182}{57}, \frac{74}{19}, \frac{89}{19}, -\frac{316}{57}, -\frac{433}{57} \right]$$

## **resolver\_inecuación**

`resolver_inecuación (e,x:Identificador )`

Ejemplos

`resolver_inecuación(x-3<2,x)` → x<5  
`resolver_inecuación(x<4 | x≥0,x)` → cierto  
`resolver_inecuación(x<4 & x>5,x)` → falso

`resolver_inecuación ({e1 ,...,en },x:Identificador )`

Ejemplos

`resolver_inecuación({x<3,x≤2},x)` → x≤2  
`resolver_inecuación( $\left\{ \frac{x^2-2}{x+5} > 0, 10 > x \right\}, x)$`  →  $x > -5 \ \& \ x < -\sqrt{2} \ | \ x > \sqrt{2} \ \& \ x < 10$

## **resolver\_numéricamente**

`resolver_numéricamente`

Ejemplos

`precisión(12);`  
`resolver_numéricamente(cos(x)-x2, {punto_inicial=-1., método="newton"})`  
 → {x=-0.824132312303}  
`resolver_numéricamente`  
`(cos(x)-x2, {punto_inicial={-0.7, -0.9}, método="bisección"})`  
 → {x=-0.824132312302}

`resolver_numéricamente (e1 ,...,en )`

**Ejemplos**

- `resolver_numéricamente(cos(x)-x) → {x=0.73909}`
- `resolver_numéricamente( $\begin{cases} \text{sen}(x)=y \\ x+y=1 \end{cases}) → \{x=0.51097,y=0.48903\}$`

`resolver_numéricamente (e1 ,...,en ,p:RR |Vector |Lista )`

**Ejemplos**

- `resolver_numéricamente(x2+x==5,2) → {x=1.7913}`
- `resolver_numéricamente(x2+x==5,-2) → {x=-2.7913}`

`resolver_numéricamente ({e1 ,...,en },p... )`

## resto

`resto (a:ZZ,b:ZZ )`  
`res (a:ZZ,b:ZZ )`

**Ejemplos**

- `resto(37,5) → 2`
- `res(37,5) → 2`
- `res(-37,5) → -2`
- `res(37,-5) → 2`
- `res(-37,-5) → -2`

`cociente_y_residuo (a:RR,b:RR )`  
`cociente (a:RR,b:RR )`  
`resto (a:RR,b:RR )`

**Ejemplos**

- `cociente_y_residuo(pi,e_) → {1.1557,0.}`
- `coc(pi,e_) → 1.1557`
- `res(pi,e_) → 0.`
- `cociente_y_residuo( $\frac{1}{7}, \frac{1}{3}$ ) →  $\{\frac{3}{7}, 0\}$`

```
resto (p1 :Polinomio ,p2 :Polinomio )  
res (p1 :Polinomio ,p2 :Polinomio )
```

**Ejemplos**

$$\text{resto}(2 \cdot x^5, x+1) \rightarrow -2$$

$$\text{resto}(x^{10}-1, x^2-1) \rightarrow 0$$

Más información en [resto](#)

**resultado**

resultado

**Ejemplos**

```

resolver(x^4+16=0,{resultado="lista"},C)
→ {{-√2-√2·i},{-√2+√2·i},{√2-√2·i},{√2+√2·i}}

resolver(x^3+8=0,{resultado="tabla"},C) → {{x=-2},{x=1-√3·i},{x=1+√3·i}}

resolver(<[5,2],[a,b]>=10,{resultado="vector"}) → {{-2/5·b+2,b}}

resolver({{3·x- y+2·z=1},
{2·x+ y- z=3},
{x-2·y+3·z=-2}}, {resultado="relación"})
→ {{x→-1/5·z+4/5,y→7/5·z+7/5,z→z}}

resolver({{3·x- y+2·z=1},
{2·x+ y- z=3},
{x-2·y+3·z=-2}}, {resultado="divisor"})
→ {{x→-1/5·z+4/5,y→7/5·z+7/5,z→z}}

resolver(2·sen(α)^2+sen(α)-1=0,{resultado="sustitución"})
→ {{α⇒3·π/2},{α⇒-π/2},{α⇒0.5236},{α⇒2.618}}

resolver({{x+ y+2·z=1},
{2·x+3·y+3·z=1},
{3·x- y+k·z=2}}, {resultado="lista_de_de_ecuaciones"})
→ {{k=k,x=2·k-5/k-10,y=-k+5/k-10,z=-5/k-10}}

resolver({{x+ y+2·z=1},
{2·x+3·y+3·z=1},
{3·x- y+k·z=2}}, {resultado="secuencia_de_ecuaciones"})
→ {{k=k,x=2·k-5/k-10,y=-k+5/k-10,z=-5/k-10}}

resolver(4·x^2-x-2·y+10=0,{resultado="vector_de_ecuaciones"})
→ {{x=x,y=2·x^2-1/2·x+5}}

```

resultante

resultante (p:Polinomio ,q:Polinomio )

**Ejemplos**

```

resultante(x^3-1,2·x^2-2) → 0

```

```
resultante (p:Polinomio ,q:Polinomio ,t:Identificador )
resultante (p:Polinomio ,q:Polinomio ,{t1 ,...,tn }:Lista )
```

**Ejemplos**

```
p=(x-2)·(y-5);
q=(x-3)·(y-5);
resultante(p, q, y) → 0
resultante(p,q,{x}) → -y2+10·y-25
```

### retirar

```
retirar (p:Poligonal |Polígono ,n:ZZ )
```

**Ejemplos**

```
retirar(poligonal(punto(1,2),punto(1,0),punto(3,-4),punto(2,1)),2) → (3,-4)-(2,1)
retirar(poligono_regular(4),1) → (0,1)-(-1,0)-(0,-1)
```

**Ejemplos 3D**

```
retirar(poligonal(punto(1,2,5),punto(1,0,2),punto(3,-4,5),punto(2,1,5)),2)
→ (3,-4,5)-(2,1,5)
retirar(poligono(punto(1,2,5),punto(1,0,5),punto(3,-4,5),punto(2,1,5)),3) → (2,1,5)
```

```
retirar (p:Poligonal |Polígono )
```

**Ejemplos**

```
retirar(poligonal(punto(1,2),punto(1,0),punto(3,-4))) → (1,0)-(3,-4)
retirar(poligono_regular(4)) → (0,1)-(-1,0)-(0,-1)
```

**Ejemplos 3D**

```
retirar(poligonal(punto(1,2,5),punto(1,0,2),punto(3,-4,5),punto(2,1,5)))
→ (1,0,2)-(3,-4,5)-(2,1,5)
retirar(poligono(punto(1,2,5),punto(1,0,5),punto(3,-4,5),punto(2,1,5)))
→ (1,0,5)-(3,-4,5)-(2,1,5)
```

### rojo

Más información en [color](#)



**rojo****rojo**

rojo = {255,0,0}

**rosa**

Más información en [color](#)

**rosa****rosa**

rosa = {255,175,175}

**rotación**

rotación (#:RR,v:Vector )

$$\text{rotación}(\alpha, v) = v \cdot \begin{pmatrix} \cos(\alpha) & \text{sen}(\alpha) \\ -\text{sen}(\alpha) & \cos(\alpha) \end{pmatrix}$$

**Ejemplos**

$$\left[ \begin{array}{l} \text{rotación}(\pi, [3,4]) \rightarrow [-3, -4] \\ \text{rotación}\left(\frac{\pi}{3}, [1, -1]\right) \rightarrow \left[\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2} - \frac{1}{2}\right] \end{array} \right.$$

rotación (P:Punto ,#:RR,f:Figura )

**Ejemplos 3D**

$$\left[ \begin{array}{l} \text{rotación}\left(\text{punto}(0,0), \frac{\text{Pi}}{2}, \text{recta}(\text{punto}(1,2),0)\right) \rightarrow x = -2 \\ \text{rotación}\left(\text{punto}(1,2), \frac{\text{Pi}}{2}, \text{recta}(\text{punto}(1,2),0)\right) \rightarrow x = 1 \\ \text{rotación}\left(\text{punto}(-2, -2), \frac{\text{Pi}}{2}, \text{circunferencia}(\text{punto}(2,2),3)\right) \rightarrow (x+6)^2 + (y-2)^2 = 9 \end{array} \right.$$

`rotación (P:Punto3d ,v:Vector ,#:RR,f:Figura )`

Ejemplos 3D

```
p=punto(1,0,0) → (1,0,0)
v=[1,1,1] → [1,1,1]
a= $\frac{\pi}{2}$  →  $\frac{\pi}{2}$ 
f=octaedro(punto(-5,-5,5),5);
r:=rotación(p,v,a,f) → rotación(p,v,a,f)
dibujar3d(p,{color=azul}) → tablero1
dibujar3d(recta(p,v),{color=azul}) → tablero1
dibujar3d(f,{color=verde}) → tablero1
dibujar3d(r,{color=rojo}) → tablero1
```

`rotación (#:RR,f:Figura )`

`rotación (#,f)=rotación (punto (0,0),#,f )`

Ejemplos

```
rotación( $\frac{\pi}{2}$ ,recta(punto(1,2),0)) → x=-2
rotación( $\pi$ ,recta(punto(1,2),0)) → y=-2
rotación( $\frac{\pi}{2}$ ,circunferencia(punto(2,2),3)) → (x+2)2+ (y-2)2=9
```

Más información en [rotación](#)

s

## sea

```
sea v=x
sea v:=x
```

Ejemplos

```
[1,2,3,4]-[1,2,3,4] → [0,0,0,0]
sea vZ=[0,0,0,0];
[1,2,3,4]-[1,2,3,4] → vZ
f(x):=2+3 → x→2+3
sea n5:=2+3;
f(x):=2+3 → x→n5
```

## sec

```
sec (x:RR )
cosec (x:RR )
cotan (x:RR )
```

$$\sec(x) = \frac{1}{\cos(x)}, \operatorname{cosec}(x) = \frac{1}{\operatorname{sen}(x)}, \operatorname{cotan}(x) = \frac{1}{\tan(x)}$$

Ejemplos

```
cosec(π/4) → √2
cotan(π/2) → 0
sec(0) → 1
```

## secuencia

secuencia (l:Lista | Vector | Recorrido | Relación | Divisor | Tabla | Regla )

**Ejemplos**

- secuencia({1,2,3}) → 1,2,3
- secuencia([x, y, z]) → x,y,z
- secuencia(7..-7..-2) → 7,5,3,1,-1,-3,-5,-7
- secuencia({a→1,b→2}) → a→1,b→2
- secuencia({2→3,5→7}) → 2→3,5→7
- secuencia({a=5,b=7,c=-5}) → a=5,b=7,c=-5
- secuencia({x⇒5,y⇒7}) → x⇒5,y⇒7

secuencia (p:Poligonal )

**Ejemplos**

- secuencia(poligonal(punto(1,2),punto(1,0),punto(3,-4))) → (1,2),(1,0),(3,-4)
- secuencia(poligono\_regular(4)) → (1,0),(0,1),(-1,0),(0,-1)

**Ejemplos 3D**

- secuencia(poligonal(punto(1,2,4),punto(1,0,3),punto(3,-4,2)))  
→ (1,2,4),(1,0,3),(3,-4,2)
- secuencia(poligono(punto(14,2,-5),punto(-1,0,-3),punto(5,-4,2)))  
→ (14,2,-5),(-1,0,-3),(5,-4,2)

**Secuencia**

Secuencia

**Ejemplos**

- 1,2,3 → 1,2,3
- 1,2+2,(x+1)<sup>2</sup> → 1,4,x<sup>2</sup>+2·x+1
- 1,0,((1,nulo)),2 → -1,0,1,2
- 1+3,2,3 → 4,2,3

**secuencia\_constante**

`secuencia_constante (n:ZZ,x )`

**Ejemplos**

`secuencia_constante(3,x) → x,x,x`  
`secuencia_constante(5,2) → 2,2,2,2,2`

## segmento

`segmento (A:Punto ,B:Punto )`

**Ejemplos**

`segmento(punto(1,2),punto(0,0)) → (1,2)-(0,0)`  
`segmento(punto(1,2),punto(-2,1)) → (1,2)-(-2,1)`

**Ejemplos 3D**

`segmento(punto(1,2,1),punto(0,0,3)) → (1,2,1)-(0,0,3)`  
`segmento(punto(1,2,1),punto(-2,1,-7)) → (1,2,1)-(-2,1,-7)`

`segmento (A:Punto ,v:Vector )`

**Ejemplos**

`segmento(punto(1,1),[1,2]) → (1,1)-(2,3)`  
`segmento(punto(-2,-1),[1,0]) → (-2,-1)-(-1,-1)`

**Ejemplos 3D**

`segmento(punto(1,1,1),[1,2,-1]) → (1,1,1)-(2,3,0)`  
`segmento(punto(-2,-1,-5),[1,0,0]) → (-2,-1,-5)-(-1,-1,-5)`

`segmento (T:Triángulo ,i:ZZ )`

**Ejemplos**

`T=triángulo (punto(1,2),punto(0,0),punto(2,0)) → (1,2) - (0,0) - (2,0)`  
`segmento(T,1) → (0,0) - (2,0)`  
`segmento(T,2) → (2,0) - (1,2)`  
`segmento(T,3) → (1,2) - (0,0)`

`segmento (p:Poligonal |Polígono ,i:ZZ )`

**Ejemplos**

`segmento(poligonal(punto(1,2),punto(1,0),punto(3,-4)),2) → (1,0) - (3,-4)`  
`segmento(poligono_regular(4),1) → (1,0) - (0,1)`

**Ejemplos 3D**

`segmento(poligonal(punto(1,2,0),punto(1,0,0),punto(3,-4,2)),2) → (1,0,0) - (3,-4,2)`  
`segmento(poligono(punto(1,2,0),punto(1,0,0),punto(3,-4,0),punto(8,8,0)),4)`  
`→ (8,8,0) - (1,2,0)`

`segmento (A:Punto )`

**Ejemplos**

`segmento(punto(1,2)) → (0,0) - (1,2)`  
`segmento(punto(1,0)) → (0,0) - (1,0)`

**Ejemplos 3D**

`segmento(punto(1,2,3)) → (0,0,0) - (1,2,3)`  
`segmento(punto(1,0,-1)) → (0,0,0) - (1,0,-1)`

`segmento (v:Vector )`

Ejemplos

`segmento([1,2]) → (0,0) - (1,2)`

`segmento([1,0]) → (0,0) - (1,0)`

Ejemplos 3D

`segmento([1,2,5]) → (0,0,0) - (1,2,5)`

`segmento([1,0,-5]) → (0,0,0) - (1,0,-5)`

`segmento (r:Recta )`

Ejemplos

`segmento(recta(punto(1,1),[1,2])) → (1,1) - (2,3)`

`segmento(recta(punto(-2,-1),[1,0])) → (-2,-1) - (-1,-1)`

Más información en

[Segmento](#)

## Segmento

Ejemplos

$P = \text{punto}(0,0) \rightarrow (0,0)$   
 $Q = \text{punto}(3,-4) \rightarrow (3,-4)$   
 $PQ = \text{segmento}(P,Q) \rightarrow (0,0) - (3,-4)$   
 $\text{es?}(PQ, \text{Segmento}) \rightarrow \text{cierto}$   
 $\text{es?}(\text{recta}(P,Q), \text{Segmento}) \rightarrow \text{falso}$

Ejemplos 3D


$R = \text{punto}(0,0,0) \rightarrow (0,0,0)$   
 $S = \text{punto}(5,6,7) \rightarrow (5,6,7)$   
 $RS = \text{segmento}(R,S) \rightarrow (0,0,0) - (5,6,7)$   
 $\text{es?}(RS, \text{Segmento}) \rightarrow \text{cierto}$

[ángulo3d](#) [atributos3d](#) [pertenece?](#) [triángulo\\_equilátero](#) [primer\\_vértice](#)  
[longitud](#) [recta](#) [punto\\_medio](#) [punto\\_más\\_cercano2d](#) [punto\\_más\\_cercano3d](#)  
[mediatriz](#) [plano](#) [dibujar](#) [dibujar2d](#) [dibujar3d](#) [punto](#) [polígono\\_regular](#)  
[segundo\\_vértice](#) [vector](#)

## Segmento

segmentos: comando [segmento](#) , Icono 

Permite construir un segmento. Los diferentes argumentos que acepta son:

- los extremos del segmento (podemos usar el icono ) ,
- un punto y un vector.

[longitud](#) [punto\\_medio](#)

Ejemplos

$\text{segmento}(\text{punto}(0,1), \text{punto}(2,3)) \rightarrow (0,1) - (2,3)$   
 $\text{segmento}(\text{punto}(2,9), [2,1]) \rightarrow (2,9) - (4,10)$   
 $s = \text{segmento}(\text{punto}(0,1), \text{punto}(2,3)) \rightarrow (0,1) - (2,3)$   
 $s_1 \rightarrow (0,1)$

Ejemplos 3D

$\text{segmento}(\text{punto}(1,1,1), \text{punto}(2,1,4)) \rightarrow (1,1,1) - (2,1,4)$   
 $\text{segmento}(\text{punto}(1,1,1), [2,1,4]) \rightarrow (1,1,1) - (3,2,5)$   
 $s = \text{segmento}(\text{punto}(1,1,1), [2,1,4]) \rightarrow (1,1,1) - (3,2,5)$   
 $s_2 \rightarrow (3,2,5)$

## Segmento2d



## Segmento2d

**Ejemplos**

```

P=punto(0,0);Q=punto(3,-4);
PQ=segmento(P,Q) → (0,0)-(3,-4)
es?(recta(P,Q),Segmento) → falso
es?(PQ,Segmento) → cierto
es?(PQ,Segmento2d) → cierto

```

## Segmento3d

## Segmento3d

**Ejemplos 3D**

```

P=punto(0,0,0) → (0,0,0)
Q=punto(3,-4,2) → (3,-4,2)
PQ=segmento(P,Q) → (0,0,0)-(3,-4,2)
es?(PQ,Segmento) → cierto
es?(PQ,Segmento2d) → falso
es?(PQ,Segmento3d) → cierto

```

## segundo\_vértice

segundo\_vértice (*s:Segmento* )

**Ejemplos**

```

segundo_vértice(segmento(punto(1,2),punto(0,0))) → (0,0)
segundo_vértice(segmento(punto(1,0),punto(-2,1))) → (-2,1)

```

**Ejemplos 3D**

```

segundo_vértice(segmento(punto(1,2,5),punto(0,0,7))) → (0,0,7)
segundo_vértice(segmento(punto(1,0,-1),punto(-2,1,7))) → (-2,1,7)

```

## seleccionar

seleccionar (l:Lista |Vector |Recorrido |Relación |Divisor |Tabla ,f:Función )

**Ejemplos**

- seleccionar(-5..5,x→x>0) → {1,2,3,4,5}
- seleccionar({1,2,3,4,5,6,7,9,10,11},primo?) → {2,3,5,7,11}
- seleccionar([1→2,2→3,3→4,4→5,5→6],(x,y)→primo?(x)) → [2→3,3→4,5→6]
- seleccionar([-4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4],x→x<0) → [-4,-3,-2,-1]

### semejantes?

semejantes? (T:Triángulo ,s:Triángulo )

**Ejemplos**

- T=triángulo(punto(1,2),punto(0,0),punto(2,0)) → (1,2) - (0,0) - (2,0)
- semejantes?(T,T) → cierto
- semejantes?(triángulo(punto(5,5),punto(0,0),punto(2,0)),T) → falso
- semejantes?(triángulo\_equilátero(punto(1,2),punto(0,0)),triángulo\_equilátero(punto(1,-3),punto(0,2))) → cierto

### semidistancia\_focal

semidistancia\_focal (c:Cónica )

**Ejemplos**

- semidistancia\_focal(cónica([[3,2,1],[2,4,-5],[1,-5,-20]])) → 4.0848
- semidistancia\_focal(ellipse(2,1,punto(0,0),0)) →  $\sqrt{3}$
- semidistancia\_focal(parábola(2,punto(0,0), $\frac{\pi}{2}$ )) → 2
- semidistancia\_focal(cónica([[ -1,0,-2],[0,0,-3],[ -2,-3,-10]])) → 3

### semieje\_mayor

semieje\_mayor (c:Cónica )

**Ejemplos**

- semieje\_mayor(cónica([[3,2,1],[2,4,-5],[1,-5,-20]])) → 4.7441
- semieje\_mayor(ellipse(2,1,punto(0,0),0)) → 2
- semieje\_mayor(hipérbola(5,3,punto(0,0),0)) → 5

**semieje\_menor**

semieje\_menor (c:Cónica )

**Ejemplos**

- semieje\_menor(cónica([[3,2,1],[2,4,-5],[1,-5,-20]])) → 2.4127
- semieje\_menor(ellipse(2,1,punto(0,0),0)) → 1
- semieje\_menor(hiperbola(5,3,punto(0,0),0)) → 3

**sen**

sen (x:RR )

cos (x:RR )

tan (x:RR )

**Ejemplos**

- sen( $\frac{\pi}{4}$ ) →  $\frac{\sqrt{2}}{2}$
- tan( $\frac{\pi}{2}$ )
- cos(0) → 1

**senh**

senh (x:RR )

cosh (x:RR )

tanh (x:RR )

**Ejemplos**

- senh(-1) → -1.1752
- cosh(0.2) → 1.0201
- tanh( $\frac{1}{2}$ ) → 0.46212

**serie**

serie (f:Función ,x:Variable ,a:Real )

**Ejemplos**

serie(cos(x),x,0) →  $1 - \frac{1}{2} \cdot x^2 + \frac{1}{24} \cdot x^4 - \frac{1}{720} \cdot x^6 + \frac{1}{40320} \cdot x^8 + \dots$

serie( $\frac{1}{\text{sen}(x)}$ ,x,0) →  $x^{-1} + \frac{1}{6} \cdot x + \frac{7}{360} \cdot x^3 + \frac{31}{15120} \cdot x^5 + \frac{127}{604800} \cdot x^7 + \dots$

serie( $\sqrt{x-\sqrt{x}}$ ,x,1)

→  $\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{x-1} + \frac{\sqrt{2}}{16} \cdot \sqrt{x-1}^3 - \frac{9 \cdot \sqrt{2}}{256} \cdot \sqrt{x-1}^5 + \frac{49 \cdot \sqrt{2}}{2048} \cdot \sqrt{x-1}^7 - \frac{1173 \cdot \sqrt{2}}{65536} \cdot \sqrt{x-1}^9 + \dots$

serie (f:Función ,x:Variable ,a:Real ,n:Natural )

**Ejemplos**

serie(cos(x),x,0,3) →  $1 - \frac{1}{2} \cdot x^2 + \frac{1}{24} \cdot x^4 + \dots$

serie( $\frac{1}{\text{sen}(x)}$ ,x,0,1) →  $x^{-1} + \dots$

serie( $\sqrt{x-\sqrt{x}}$ ,x,1,3) →  $\frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{x-1} + \frac{\sqrt{2}}{16} \cdot \sqrt{x-1}^3 - \frac{9 \cdot \sqrt{2}}{256} \cdot \sqrt{x-1}^5 + \dots$

**Serie**

Serie

**Ejemplos**

S=serie(sen(x),x,0) →  $x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7 + \frac{1}{362880} \cdot x^9 + \dots$

S2 =  $\sum_{i=0}^{10} \sqrt{i} \cdot x^i$

→  $\sqrt{10} \cdot x^{10} + 3 \cdot x^9 + 2 \cdot \sqrt{2} \cdot x^8 + \sqrt{7} \cdot x^7 + \sqrt{6} \cdot x^6 + \sqrt{5} \cdot x^5 + 2 \cdot x^4 + \sqrt{3} \cdot x^3 + \sqrt{2} \cdot x^2 + x$

es?(S, Serie) → cierto

es?(S2, Serie) → falso

punto\_de\_expansi3n   t3rmino   lista\_de\_t3rmino   t3rminos   lista\_de\_t3rminos  
truncar   variable

**serie\_de\_taylor**

`serie_de_taylor (f:Función ,x:Variable ,p:Real )`

Ejemplos

`serie_de_taylor(cos(x),x,-π)`

$$\rightarrow -1 + \frac{1}{2} \cdot (x+\pi)^2 - \frac{1}{24} \cdot (x+\pi)^4 + \frac{1}{720} \cdot (x+\pi)^6 - \frac{1}{40320} \cdot (x+\pi)^8 + \dots$$

`serie_de_taylor(sen(x),x,0)`  $\rightarrow x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7 + \frac{1}{362880} \cdot x^9 + \dots$



`serie_de_taylor (f:Función ,x:Variable ,p:Real ,n:Natural )`

Ejemplos

`serie_de_taylor( $\frac{1}{1-x}$ ,x,0,9)`  $\rightarrow 1+x+x^2+x^3+x^4+x^5+x^6+x^7+x^8+\dots$

`serie_de_taylor(sen(x),x,0)`  $\rightarrow x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7 + \frac{1}{362880} \cdot x^9 + \dots$

## si

si...: Icono  o , sentencia

`si B entonces A fin`

`si B entonces A sino A2 fin`

`si B entonces A sino_si B2 entonces A2 sino A3 fin`

Realiza las instrucciones de **A** si se cumple la condición **B**. En caso de no cumplirse la condición y, si hay una instrucción **sino**, entonces realiza las instrucciones de **A2**. También existe la posibilidad de condicionantes múltiples y diversos grupos de instrucciones con la inserción de condicionales del tipo **sino\_si** a través del menú de la pestaña de programación.

Ejemplos

```
pos?(x) := si x ≥ 0 entonces
          cierto
          sino
          falso
          fin ;
```

pos?(3) → cierto

pos?(-5) → falso

pos?(0) → cierto

```
f(x) := si 0 < x ∧ x < 2 entonces
          0
          sino
          x2
          fin ;
```

f(1.2) → 0

$f\left(\frac{8}{3}\right) \rightarrow \frac{64}{9}$

### sigma

$$\sum_{i=a}^b \text{expr}$$

sigma expr con i en a..b donde i:Identificador ,a:ZZ,b:ZZ,expr:Expresión



Ejemplos

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + 4^2 + 5^2 = 55$$

$$\sum_{i=1}^5 i^2 \rightarrow 55$$

$$-1^3 + 2^3 - 3^3 + 4^3 - 5^3 = -81$$

$$\sum_{n=1}^5 (-1)^n \cdot n^3 \rightarrow -81$$

$$\sum_{i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n} \text{expr}$$

sigma expr con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$   
 Vector / Recorrido ,expr:Expresión

donde  $i_j$  :Identificador ,  $r_j$  :Lista /



**Ejemplos**

$1+2+3+4+5$

$\sum_{i \text{ en } 1..5} i \rightarrow 15$

$\sum_{i=1}^5 i \rightarrow 15$

sigma i con i en 1..5  $\rightarrow 15$

$1^3 + \left(1 + \frac{1}{2}\right)^3 + 2^3$

$\sum_{k \text{ en } 1..2.. \frac{1}{2}} k^3 \rightarrow \frac{99}{8}$

sigma  $k^3$  con k en  $1..2.. \frac{1}{2} \rightarrow \frac{99}{8}$

$$\sum_{\substack{i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \\ \text{cond}}} \text{expr}$$

sigma expr con  $i_1, \dots, i_n$  en  $r_1, \dots, r_n$  donde p donde  $i_j$  :Identificador ,  $r_j$  :Lista / Vector / Recorrido , expr:Expresión , expr:Expresión



**Ejemplos**

$1+2+4+5=12$   
 $\sum_{\substack{i \text{ en } 1..5 \\ i \neq 3}} i \rightarrow 12$

$\sum_{i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3} i \rightarrow 12$   
 sigma i con i en 1..5 donde  $i \neq 3 \rightarrow 12$

$2+3+5+7+11+13=41$   
 $\sum_{\substack{k \text{ en } 2..13 \\ \text{primo?}(k)}} k \rightarrow 41$   
 sigma k con k en 2..13 donde primo?(k)  $\rightarrow 41$

**sigma\_progresión**

Más información en

**signo**

signo (r:RR )

$$\text{signo}(r) = \begin{pmatrix} 0 & \text{si } r=0 \\ 1 & \text{si } r>0 \\ -1 & \text{si } r<0 \end{pmatrix}$$

**Ejemplos**

signo(2)  $\rightarrow 1$   
 signo(-2)  $\rightarrow -1$   
 signo(0)  $\rightarrow 0$   
 signo(0.0)  $\rightarrow 0$   
 signo( $\sqrt{2}$ )  $\rightarrow 1$   
 signo( $e-\pi$ )  $\rightarrow -1$



`signo (c:CC )`

$$\text{signo}(c) = \begin{cases} 0 & \text{si } c=0 \\ \frac{c}{\|c\|} & \text{si } c \neq 0 \end{cases}$$

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} \text{signo}(1+i) &\rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2} \cdot i}{2} \\ \text{signo}(5+7 \cdot i) &= \frac{5+7 \cdot i}{\|5+7 \cdot i\|} ? \rightarrow \text{cierto} \\ \text{signo}(0) &\rightarrow 0 \\ \text{signo}(4) &\rightarrow 1 \\ \text{signo}(-4) &\rightarrow -1 \end{aligned}$$

`signo (p:Permutación )`

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} \text{signo}(\text{permutación}\{\{1,3\}\}) &\rightarrow -1 \\ \text{signo}(\text{permutación}\{\{1,3,4\}\}) &\rightarrow 1 \\ \text{signo}(\text{permutación}\{\{1,3\},\{4,5\}\}) &\rightarrow 1 \end{aligned}$$

Más información en [signo](#)

## **signo0**

`signo0 (x:Real /{0} )`

**Ejemplos**

$$\begin{aligned} \text{signo0}(7.4) &\rightarrow 1 \\ \text{signo0}(-5) &\rightarrow -1 \\ \text{signo0}(0) &\rightarrow \text{signo0}(0) \\ \text{dibujar}(\text{signo0}) &\rightarrow \text{tablero1} \end{aligned}$$

## **simetría**

`simetría (A:Punto ,B:Punto )`

Ejemplos

`simetría(punto(1,0),punto(0,0)) → (2,0)`  
`simetría(punto(2,3),punto(-1,1)) → (5,5)`

Ejemplos 3D

`o=punto(4,0,0) → (4,0,0)`  
`q=punto(0,0,0) → (0,0,0)`  
`s:=simetría(o,q) → simetría(o,q)`  
`dibujar3d({o,q},{color=rojo,mostrar_etiqueta=cierto}) → tablero1`  
`dibujar3d(s,{color=naranja}) → tablero1`

`simetría (r:Recta ,v:Vector )`

Ejemplos

`simetría(recta(punto(0,0),punto(1,0)),[1,0]) → [1,0]`  
`simetría(recta(punto(0,0),punto(1,0)),[0,1]) → [0,-1]`  
`simetría(recta(punto(0,0),punto(1,1)),[1,0]) → [0,1]`

`simetría (r:Recta ,f:Figura )`

Ejemplos

`simetría(recta([1,0,0]),recta(punto(1,2),0)) →  $y=2$`   
`simetría(recta(1,2),circunferencia(punto(2,2),3)) →  $\left(x+\frac{6}{5}\right)^2 + \left(y-\frac{2}{5}\right)^2 = 9$`

Ejemplos 3D

`c=cubo(punto(-2,-2,-2),2);`  
`r=recta(x=1,y+z=0) →  $-x+1=0 \cap y+z=0$`   
`s:=simetría(r,c) → simetría(r,c)`  
`dibujar3d(r,{color=azul,anchura_linea=3}) → tablero1`  
`dibujar3d(c,{color=verde}) → tablero1`  
`dibujar3d(s,{color=rojo}) → tablero1`

`simetría (p:Plane ,f:Figura )`

**Ejemplos 3D**

```

l=recta(x+y=1,z=1) → -x-y+1=0∩-x-y+z=0
p=plano(x+z=1) → x+z-1=0
s=simetría(p,l) → -y+z=0∩x=0
dibujar3d(p,{color=azul}) → tablero1
dibujar3d(l,{color=verde,anchura_línea=3}) → tablero1
dibujar3d(s,{color=rojo,anchura_línea=3}) → tablero1

```

`simetría (P:Punto ,f:Figura )`

**Ejemplos**

```

simetría(punto(0,0),punto(3,4)) → (-3,-4)
simetría(punto(0,0),x=5) → x=-5

```

**Ejemplos 3D**

```

pol=icosaedro(punto(-2,-2,-1),3);
p=punto(0,0,3) → (0,0,3)
s:=simetría(p,pol) → simetría(p,pol)
dibujar3d(p,{color=azul}) → tablero1
dibujar3d(pol,{color=verde}) → tablero1
dibujar3d(s,{color=rojo}) → tablero1

```

Más información en [simetría](#)

### ***simetría\_central***

`simetría_central`

**Ejemplos**

```

representar(x3,{simetría_central={tamaño_punto=20}}) → tablero1

```

### ***simétrica?***

simétrica? (*M:Matriz* )

**Ejemplos**

simétrica?  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 0 & 1 \\ 3 & 1 & -4 \end{pmatrix} \rightarrow$  cierto

simétrica?  $\begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 2 & 0 & 1 \\ 3 & 1 & -4 \end{pmatrix} \rightarrow$  falso

**simplificar**

simplificar (*x* )

**Ejemplos**

simplificar( $\ln(e^x)$ )  $\rightarrow x$

simplificar( $\sin(x)^2 + \cos(x)^2$ )  $\rightarrow 1$

simplificar( $\sqrt[3]{x^6}$ )  $\rightarrow x^2$

**simplificar\_radical**



simplificar\_radical (*r:RR* )

**Ejemplos**

simplificar\_radical( $\sqrt{5-\sqrt{5}} \cdot \sqrt{5+\sqrt{5}}$ )  $\rightarrow 2 \cdot \sqrt{5}$

simplificar\_radical( $\sqrt{5-\sqrt{7}} + \sqrt{5+\sqrt{7}}$ )  $\rightarrow \sqrt{6 \cdot \sqrt{2} + 10}$

**sino**

si...: Icono  o , sentencia

si *B* entonces *A* fin

si *B* entonces *A* sino *A2* fin

si *B* entonces *A* sino\_si *B2* entonces *A2* sino *A3* fin

Realiza las instrucciones de *A* si se cumple la condición *B* . En caso de no cumplirse la condición y, si hay una instrucción *sino* , entonces realiza las instrucciones de *A2* . También existe la posibilidad de condicionantes múltiples y diversos grupos de instrucciones con la inserción de condicionales del tipo *sino\_si* a través del menú de la pestaña de programación.

Ejemplos



```

pos? (x) := si x ≥ 0 entonces
           cierto
           sino
           falso
           fin ;
pos? (3) → cierto
pos? (-5) → falso
pos? (0) → cierto

f(x) := si 0 < x ∧ x < 2 entonces
         0
         sino
         x2
         fin ;
f(1.2) → 0
f( $\frac{8}{3}$ ) →  $\frac{64}{9}$ 

```

**sino\_si**

si...: Icono  o , sentencia

si  $B$  entonces  $A$  fin

si  $B$  entonces  $A$  sino  $A2$  fin

si  $B$  entonces  $A$  sino\_si  $B2$  entonces  $A2$  sino  $A3$  fin

Realiza las instrucciones de  $A$  si se cumple la condición  $B$ . En caso de no cumplirse la condición y, si hay una instrucción **sino**, entonces realiza las instrucciones de  $A2$ . También existe la posibilidad de condicionantes múltiples y diversos grupos de instrucciones con la inserción de condicionales del tipo **sino\_si** a través del menú de la pestaña de programación.

Ejemplos

```

pos? (x) := si x ≥ 0 entonces
           cierto
           sino
           falso
           fin ;
pos? (3) → cierto
pos? (-5) → falso
pos? (0) → cierto

f(x) := si 0 < x ∧ x < 2 entonces
         0
         sino
         x2
         fin ;
f(1.2) → 0
f( $\frac{8}{3}$ ) →  $\frac{64}{9}$ 

```

**skewness**

skewness (VA:Dato\_estadístico )

$$\frac{m_3}{\sqrt{3m_2^2}}$$

**Ejemplos** [ skewness({1,2,-3,2,5,7,-5}) → -0.21637  
 skewness([1.2→3,3→1,5→1]) → 0.89071  
 skewness([5→1,7→2]) → -0.70711  
 skewness([a→{1,2,-2,1},b→[1→2,2→1,-2→1]]) → {a→-0.88889,b→-0.88889}

**solo\_un\_elemento**

núcleo (A:Matriz ,o: )

**Ejemplos** [ núcleo  $\left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 5 \\ 4 & 5 & 6 & 7 \\ 7 & 8 & 9 & 9 \end{pmatrix}, \{solo\_un\_elemento=cierto\} \right)$  →  $\left[ \frac{11}{3}, -\frac{13}{3}, 0, 1 \right]$

**soporte**

soporte (D:Divisor )

**Ejemplos** [ soporte[a→0,b→2,c→3] → {b,c}

**subcadena**

`subcadena (s:Cadena ,L:Lista ,n:Natural )`

**Ejemplos**

- `subcadena("abcde", {"de"}, 1) → {4,de}`
- `subcadena("abcde", {"ce"}, 1) → fallado`
- `subcadena("abcde", {"de"}, 3) → {4,de}`
- `subcadena("abcde", {"de"}, 4) → fallado`
- `subcadena("abcdefghijklmnopqrstuvwxy", {"gi","po","tu"}) → {20,tu}`

### subconjunto?

`subconjunto? (l1:Lista |Vector ,l2:Lista |Vector )`

**Ejemplos**

- `subconjunto?({2,3},{1,2,3,4}) → cierto`
- `subconjunto? ([1,2,3,4],[3,4,5]) → falso`
- `subconjunto? ([2,2,2,2],[1,1,2,3]) → cierto`

### subextensión?

`subextensión? (A:Extensión ,B:Extensión )`

**Ejemplos**

- `k1=cuerpo_finito( $\mathbb{Z}_3$ ,3,x) →  $\mathbb{Z}_3([x])$`
- `k2=cuerpo_finito(k1,2,y) →  $\mathbb{Z}_3([x])([y])$`
- `k3=cuerpo_finito(k2,4,z) →  $\mathbb{Z}_3([x])([y])([z])$`
- `subextensión?(k1,k2) → cierto`
- `subextensión?(k1,k3) → cierto`
- `subextensión?(k2,k1) → falso`
- `subextensión?( $\mathbb{Z}_3$ ,k3) → cierto`
- `subextensión?( $\mathbb{Q}$ ,k1) → falso`

### submatriz

submatriz

Ejemplos

$$\text{rango} \left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 4 & 7 & 3 \\ 5 & 9 & 4 \\ 3 & 4 & 1 \end{pmatrix} \right) \rightarrow 2$$

$$\text{rango} \left( \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 4 & 7 & 3 \\ 5 & 9 & 4 \\ 3 & 4 & 1 \end{pmatrix}, \{\text{submatriz} = \text{cierto}\} \right) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 7 \end{pmatrix}$$

suelo

suelo (r:RR )

Ejemplos

- suelo(1.2) → 1
- suelo(7.8) → 7
- suelo(-7.8) → -8
- suelo(0.5) → 0
- suelo( $\frac{7}{4}$ ) → 1
- suelo(4) → 4
- suelo( $\pi$ ) → 3

suelo (c:CC )

Ejemplos

suelo(c) = suelo(a) + suelo(b) · i

- suelo(1.2+2.7·i) → 1+2·i

suma\_de\_subespacios



```
suma_de_subespacios (A:Matriz ,B:Matriz )
```

Ejemplos

```
suma_de_subespacios([[1],[2],[3]],[[1,2],[3,4],[5,6]]) →  $\begin{pmatrix} 1 & 1 \\ 2 & 3 \\ 3 & 5 \end{pmatrix}$ 
```

## superficie

```
superficie
```

Ejemplos 3D

```
s=superficie(0.1·x·y2,x,y) → 0.1·x·y2 con (x en -∞..+∞)&(y en -∞..+∞)
dibujar3d(0.1·x·y2,x,y) → tablero1
```

Ejemplos 3D

```
p1=tablero3d() → tablero1
p2=tablero3d() → plotter2
s=superficie({1.5·x, 4·cos(x)·cos(y),3·cos(x)·sen(y)},x,y)
→ {1.5·x,4·cos(x)·cos(y),3·cos(x)·sen(y)} con (x en -∞..+∞)&(y en -∞..+∞)
dibujar3d
(p1,{1.5·x, 4·cos(x)·cos(y),3·cos(x)·sen(y)},x,-10..10..0.5,y,-10..10..0.5,{color=rojo})
→ tablero1
dibujar3d(p2, s, {color=azul, alambre=cierto, llenar=falso}) → plotter2
```

## Superficie

```
Superficie
```

Ejemplos 3D

```
S=superficie(0.1·x·y2,x,y) → 0.1·x·y2 con (x en -∞..+∞)&(y en -∞..+∞)
es?(S, Superficie) → cierto
S2=esfera_poliédrica(punto(0,0,0),5)
→ {5·cos(phi1)·sen(theta1),5·sen(phi1)·sen(theta1),5·cos(theta1)} con
(phi1 en 0..6.2832..0.31416)&(theta1 en 0..3.4558..0.31416)
es?(S2,Superficie) → cierto
T=triángulo(punto(0,0),punto(1,0),punto(0,1)) → (0,0)-(1,0)-(0,1)
es?(T,Superficie) → falso
```

```
punto_más_cercano3d dibujar3d
```

**Superficie\_cartesiana**

Superficie\_cartesiana

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} S=\text{superficie}(\{-\text{sen}(x), \text{cos}(x), y\}, 0..3..0.1) \\ \rightarrow \{-\text{sen}(x), \text{cos}(x), y\} \text{ con } (x \text{ en } 0..3..0.1) \& (y \text{ en } -\infty..+\infty) \\ D=\text{curva\_polar}(\text{sen}(x), x, 0, \pi) \rightarrow \text{sen}(x) \text{ con } x \text{ en } 0..\pi \\ \text{es?}(S, \text{Superficie\_cartesiana}) \rightarrow \text{cierto} \\ \text{es?}(D, \text{Superficie\_cartesiana}) \rightarrow \text{falso} \end{array} \right.$

**suplemento**

suplemento (A:Matriz )

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{suplemento}[[1,2],[3,4],[5,6]] \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 3 & 4 & 0 \\ 5 & 6 & 1 \end{pmatrix} \end{array} \right.$

**Sustitución**

Sustitución

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{es?}(\{x \Rightarrow 1, y \Rightarrow 4\}, \text{Sustitución}) \rightarrow \text{cierto} \end{array} \right.$

**sustituir**

sustituir (a,b,c )

**Ejemplos**  $\left[ \begin{array}{l} \text{sustituir}(x^2-1, x, 2) \rightarrow 3 \end{array} \right.$

**sustituir\_cadena**

`sustituir_cadena (s:Cadena ,... )`

Ejemplos

`sustituir_cadena(" #1 - #3",5,8,1) →  $\frac{5}{8} - 1$`

$\frac{5}{8} - 1 \rightarrow -\frac{3}{8}$

**tabla**

`tabla (v:Lista /Vector ,k:Lista /Vector )`

$\{v_1=k_1, \dots, v_n=k_n\}$

**Ejemplos**

`tabla({a,b,c},{1,2,3}) → {a=1,b=2,c=3}`

**Tabla**

Tabla

**Ejemplos**

`T={x=1,y=0}:Tabla → {x=1,y=0}`

`es?(T,Tabla) → cierto`

`es?((1 2 / 0 1),Tabla) → falso`

`dominio índice_borrar posición seleccionar`

**Tabla\_de**

Tabla\_de

**Ejemplos**

`T={x=1,y=0}:Tabla → {x=1,y=0}`

`es?(T,Tabla_de(Entero)) → cierto`

`es?(T,Tabla_de(Punto)) → falso`

`U={P=punto(1,1),Q=punto(2,2)}:Tabla → {P=(1,1),Q=(2,2)}`

`es?(U,Tabla_de(Punto)) → cierto`

**tabla\_vacía**

```
tabla_vacia
```

```
tabla_vacia (x)=nulo .
```

Ejemplos

```
T=tabla_vacia → {}
T{x=2} → {x=2}
```

## tablero

```
tablero ()
```

```
si estado_geometria =2 entonces tablero =tablero2d sino tablero =tablero3d fin
```

## Tablero

```
Tablero
```

Ejemplos

```
S1=tablero({centro=punto(0,0),anchura=20,altura=20}) → tablero1
S2=tablero({centro=punto(5,0),anchura=20,altura=5}) → plotter2
dibujar(S1,sen(x/2)) → tablero1
dibujar(S2,cos(2·x)) → plotter2
es?(S1, Tablero) → cierto
es?(S2, Tablero) → cierto
elementos(S2) → {curve2}
```

Ejemplos 3D

```
S1=tablero3d(□) → tablero1
S2=tablero3d(□) → plotter2
dibujar3d(S1,curva3d({sen(t),cos(t),t},-10,10),{anchura_linea=8,color=rojo})
→ tablero1
dibujar3d(S2,poliedro(6,8)) → plotter2
es?(S1, Tablero) → cierto
es?(S2, Tablero) → cierto
elementos(S1) → {curve1}
```

```
atributos_para_todos3d atributos2d atributos3d tablero_defecto2d
tablero_defecto3d dibujar2d
```

## tablero\_defecto

```

tablero_defecto ()
si estado_geometría =2 entonces tablero_defecto =tablero_defecto2d
sino tablero_defecto =tablero_defecto3d fin
  
```

### **tablero\_defecto2d**

```

tablero_defecto ()
si estado_geometría =2 entonces tablero_defecto =tablero_defecto2d
sino tablero_defecto =tablero_defecto3d fin
  
```

```

tablero_defecto2d ()
  
```

```

tablero_defecto2d (d:Tablero )
  
```

### **tablero\_defecto3d**

```

tablero_defecto ()
si estado_geometría =2 entonces tablero_defecto =tablero_defecto2d
sino tablero_defecto =tablero_defecto3d fin
  
```

```

tablero_defecto3d ()
  
```

```

tablero_defecto3d (d:Tablero )
  
```

### **tablero2d**

```

tablero2d ()
  
```

```

tablero ()
si estado_geometría =2 entonces tablero =tablero2d sino tablero =tablero3d fin
  
```

```

tablero2d (o: )
  
```

```
tablero2d (P:Punto ,dx:Real ,dy:Real )
```

```
tablero2d (P:Punto ,dx:Real ,dy:Real ,o: )
```

### Tablero2d

Tablero2d

<b>Ejemplos</b>	<code>S1=tablero({centro=punto(0,0),anchura=20,altura=20})</code> → <code>tablero1</code>
	<code>S2=tablero({centro=punto(5,0),anchura=20,altura=5})</code> → <code>plotter2</code>
	<code>dibujar(S1,sen(<math>\frac{x}{2}</math>))</code> → <code>tablero1</code>
	<code>dibujar(S2,cos(2·x))</code> → <code>plotter2</code>
	<code>es?(S1, Tablero)</code> → <code>cierto</code>
	<code>es?(S2, Tablero)</code> → <code>cierto</code>
<code>elementos(S2)</code> → <code>{curve2}</code>	

### tablero3d

```
tablero3d ()
```

```
tablero ()
si estado_geometría =2 entonces tablero =tablero2d sino tablero =tablero3d fin
```

```
tablero3d (o: )
```

o.

```
tablero3d (P:Punto ,dx:Real ,dy:Real ,dz:Real )
```

Pdxdydz

```
tablero3d (P:Punto ,dx:Real ,dy:Real ,dz:Real ,o: )
```

Pdxdydzo.

### Tablero3d

Tablero3d

<b>Ejemplos 3D</b>	S1=tablero3d( <input type="checkbox"/> ) → tablero1
	S2=tablero3d( <input type="checkbox"/> ) → plotter2
	dibujar3d(S1, curva3d({sen(t),cos(t),t},-10,10),{anchura_linea=8,color=rojo}) → tablero1
	dibujar3d(S2, poliedro(6,8)) → plotter2
	es?(S1, Tablero) → cierto
	es?(S2, Tablero) → cierto

elementos(S1) → {curve1}

### tamaño

tamaño

Valores posibles :  
Valor por defecto : 12

Más información en [fuente](#) , [fuente](#)

### tamaño\_fuente

tamaño\_fuente

Indica el tamaño de la fuente del texto.  
Valores posibles : cualquier número **Entero** positivo.  
Valor por defecto : 12

Más información en [opciones](#) [escribir](#) , [caja\\_de\\_texto](#)

### tamaño\_punto

tamaño\_punto

Indica el tamaño de los puntos que se dibujan en el tablero.  
Valores posibles : cualquier número **Real** positivo.  
Valor por defecto : 5



**tamaño\_punto**

Indica el tamaño de los puntos que se dibujan en el tablero.

Valores posibles : cualquier número **Real** positivo.

Valor por defecto : 5

Más información en [opciones dibujar](#) , [opciones dibujar3d](#) , [dibujar](#) , [dibujar3d](#)

**tan**

sen ( $x:RR$  )

cos ( $x:RR$  )

tan ( $x:RR$  )

<b>Ejemplos</b>	$\text{sen}\left(\frac{\pi}{4}\right) \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2}$
	$\text{tan}\left(\frac{\pi}{2}\right)$
	$\text{cos}(0) \rightarrow 1$

**tangente**

tangente ( $x:Real$  )

<b>Ejemplos</b>	$\text{tan}\left(\frac{\pi}{4}\right) \rightarrow 1$
	$\text{tangente}\left(\frac{\pi}{4}\right) \rightarrow 1$

**tanh**

sinh ( $x:RR$  )

cosh ( $x:RR$  )

tanh ( $x:RR$  )

<b>Ejemplos</b>	$\text{sinh}(-1) \rightarrow -1.1752$
	$\text{cosh}(0.2) \rightarrow 1.0201$
	$\text{tanh}\left(\frac{1}{2}\right) \rightarrow 0.46212$

**tartaglia**

tartaglia (n:ZZ )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{tartaglia}(1) \rightarrow \{1,1\} \\ \text{tartaglia}(2) \rightarrow \{1,2,1\} \\ \text{tartaglia}(3) \rightarrow \{1,3,3,1\} \\ \text{tartaglia}(4) \rightarrow \{1,4,6,4,1\} \end{array} \right.$

**taylor**

taylor (e,x:Identificador ,p:RR,n:ZZ )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{taylor}(\text{sen}(x),x,0,4) \rightarrow -\frac{1}{6} \cdot x^3 + x \\ \text{taylor}(e^x,x,1,4) \rightarrow \frac{e}{24} \cdot x^4 + \frac{e}{4} \cdot x^2 + \frac{e}{3} \cdot x + \frac{3 \cdot e}{8} \\ \text{taylor}(\ln(x+1),x,0,4) \rightarrow -\frac{1}{4} \cdot x^4 + \frac{1}{3} \cdot x^3 - \frac{1}{2} \cdot x^2 + x \end{array} \right.$

maclaurin (e,x:Identificador ,n:ZZ )

taylor (e,x:Identificador ,n:ZZ )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{taylor}(\text{sen}(x),x,4) \rightarrow -\frac{1}{6} \cdot x^3 + x \end{array} \right.$

**techo**

techo ( $r:RR$  )



Ejemplos

techo(1.2) → 2  
 techo(7.8) → 8  
 techo(-7.8) → -7  
 techo(0.5) → 1  
 techo( $\frac{7}{4}$ ) → 2  
 techo(4) → 4  
 techo( $\pi$ ) → 4

techo ( $c:CC$  )



techo(c) = techo(a) + techo(b) · i

Ejemplos

techo(1.2+2.7·i) → 2+3·i

### teorema\_chino

teorema\_chino ( $\{a_1, \dots, a_n\}, \{m_1, \dots, m_n\}$  )

Ejemplos

teorema\_chino({1,2,3},{2,3,5}) → 23

teorema\_chino ( a , b , m<sub>1</sub> , m<sub>2</sub> )

teorema\_chino(a,b,m<sub>1</sub>,m<sub>2</sub>)=teorema\_chino({a,b},{m<sub>1</sub>,m<sub>2</sub>})

Ejemplos

teorema\_chino(2,3,5,7) → 17

### teorema\_chino\_en\_coeficientes

teorema\_chino\_en\_coeficientes ( p : Polinomio , q : Polinomio , m<sub>1</sub> : ZZ , m<sub>2</sub> : ZZ ) )

Ejemplos

teorema\_chino\_en\_coeficientes(x<sup>2</sup>+1,x-1,3,5) → 10·x<sup>2</sup>+6·x+4

teorema\_chino\_en\_coeficientes(x<sup>2</sup>+1,y-z+1,3,5) → 10·x<sup>2</sup>+6·y+9·z+1

### término

término ( s : Serie , n : Natural )

Ejemplos

s=serie\_de\_taylor(cos(x),x,0) →  $1 - \frac{1}{2} \cdot x^2 + \frac{1}{24} \cdot x^4 - \frac{1}{720} \cdot x^6 + \frac{1}{40320} \cdot x^8 + \dots$

término(s,3) →  $\frac{1}{24} \cdot x^4$

término ( s : Serie , n : Natural , b : Booleano )

Ejemplos

s=serie\_de\_taylor(cos(x),x,π)

→  $-1 + \frac{1}{2} \cdot (x-\pi)^2 - \frac{1}{24} \cdot (x-\pi)^4 + \frac{1}{720} \cdot (x-\pi)^6 - \frac{1}{40320} \cdot (x-\pi)^8 + \dots$

término(s,3,cierto) →  $-\frac{1}{24} \cdot x^4 + \frac{\pi}{6} \cdot x^3 - \frac{\pi^2}{4} \cdot x^2 + \frac{\pi^3}{6} \cdot x - \frac{\pi^4}{24}$

término(s,3,falso) →  $-\frac{1}{24} \cdot x^4$

### término\_principal

término\_principal (*p:Polinomio* )

Ejemplos

término\_principal( $-5 \cdot x^6 + x + 2$ )  $\rightarrow -5 \cdot x^6$   
 término\_principal( $3 \cdot x^2 \cdot y + 4 \cdot y^5$ )  $\rightarrow 3 \cdot x^2 \cdot y$

## términos

términos (*s:Serie ,n:Natural* )

Ejemplos

$s = \text{serie\_de\_taylor}(\text{sen}(x), x, 0) \rightarrow x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7 + \frac{1}{362880} \cdot x^9 + \dots$   
 término(*s*,1)+término(*s*,2)  $\rightarrow -\frac{1}{6} \cdot x^3 + x$   
 términos(*s*,2)  $\rightarrow -\frac{1}{6} \cdot x^3 + x$

términos (*s:Serie ,n:Natural ,b:Booleano* )

Ejemplos

$s = \text{serie\_de\_taylor}(\text{sen}(x), x, 0) \rightarrow x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7 + \frac{1}{362880} \cdot x^9 + \dots$   
 término(*s*,1,falso)+término(*s*,2,falso)  $\rightarrow -\frac{1}{6} \cdot x^3 + x$   
 términos(*s*,2,falso)  $\rightarrow -\frac{1}{6} \cdot x^3 + x$

## términos\_progresión

términos\_progresión (*n:ZZ* )

términos\_progresión ()

Ejemplos

términos\_progresión(5);  
 progresión(1,2,3)  $\rightarrow 1, 2, 3, 4, 5, \dots, n, \dots$  arithmetic  
 términos\_progresión(3);  
 progresión(1,2,3)  $\rightarrow 1, 2, 3, \dots, n, \dots$  arithmetic

## tetraedro

tetraedro

tetraedro()=tetraedro(1)

tetraedro (*p:Punto* ,*c:Real* )

**Ejemplos 3D**

```
t=tetraedro(punto(4,0,0),10);
dibujar3d(t,{color=naranja,anchura_linea=3}) → tablero1
```

tetraedro (*c:Real* )

tetraedro(c)=tetraedro(punto(0,0,0),c)

**Ejemplos 3D**

```
t=tetraedro(10);
dibujar3d(t,{color=naranja,anchura_linea=3,llenar=cierto}) → tablero1
```

## texto

texto (*qt:Caja\_de\_texto* ,*t:Cadena* )

texto (*qt:Caja\_de\_texto* )

## tipo

tipo

**Ejemplos**

```
L=[Tren→22,Metro→40,Bus→29,Bici→15,Auto→6];

diagrama
(L,{tipo="poligono_frecuencias",tamaño_punto=7,anchura_linea=2,color={caja={verc
;
diagrama
(L,{tipo="barra",contorno_caja={color=negro},color={caja={naranja,verde,cian,amar
;
diagrama
(L,{tipo="porcentaje",contorno_caja={color=blanco,anchura_linea=2},color={caja={t
;
diagrama
(L,{tipo="pastel",contorno_caja={color=azul,anchura_linea=2},color={caja={naranja
;
```

**todas\_las\_variables**

todas\_las\_variables (f:Fracción )

**Ejemplos**

```
f=agrupar( $\frac{z \cdot x + x}{y}, x$ ) →  $\frac{z+1}{y} \cdot x$ 
variables(f) → {x}
todas_las_variables(f) → {x,y,z}
```

todas\_las\_variables (p:Polinomio )

**Ejemplos**

```
p=agrupar( $x^2 + y - z$ , z) →  $-z + x^2 + y$ 
variables(p) → {z}
todas_las_variables(p) → {x,y,z}
```

**tolerancia**

tolerancia (x:RR )  
 tolerancia ( )

Ejemplos

```

tolerancia( ) → 1·10-12
tolerancia_relativa( ) → cierto

tolerancia(10-4);
30.0=30.01 ? → falso
30.0=30.001 ? → cierto
30.0=30.0001 ? → cierto
cero?(0.001) → falso
cero?(0.0001) → falso
cero?(0.00001) → falso

|30.0-30.01|
----- → 0.00033333
 30

|30.0-30.001|
----- → 3.3333·10-5
 30

|30.0-30.0001|
----- → 3.3333·10-6
 30

tolerancia_relativa(falso);
tolerancia(10-4);
30.0=30.01 ? → falso
30.0=30.001 ? → falso
30.0=30.0001 ? → cierto
cero?(0.001) → falso
cero?(0.0001) → cierto
cero?(0.00001) → cierto

|30.0-30.01| → 0.01
|30.0-30.001| → 0.001
|30.0-30.0001| → 0.0001
    
```

[tolerancia\\_relativa](#)



`tolerancia_relativa (b:Booleano )`

**Ejemplos**

```

tolerancia_relativa( ) → cierto
tolerancia(10-3);
cero?(0.001) → falso
100=100.1 ? → cierto
100=100.2 ? → falso

tolerancia_relativa(falso) → cierto
tolerancia(10-3) → 0.001
cero?(0.001) → cierto
100=100.01? → falso
100=100.001? → cierto

```

### tomar

`tomar (L:Lista ,n:Entero )`

**Ejemplos**

```

tomar({alpha,beta,delta,gamma,epsilon},2) → {alpha,beta}
tomar({alpha,beta,delta,gamma,epsilon},-2) → {gamma,epsilon}

```

### toro\_poliédrico

`toro_poliédrico (n:Natural ,r:Real ,R:Real )`  
`toro_poliédrico(n,r,R)=toro_poliédrico(n,punto(0,0,0),r,R)`

`toro_poliédrico (r:Real ,R:Real )`  
`toro_poliédrico(r,R)=toro_poliédrico(20,punto(0,0,0),r,R)`

`toro_poliédrico (p:Punto ,r:Real ,R:Real )`  
`toro_poliédrico(p,r,R)=toro_poliédrico(20,p,r,R)`

`toro_poliédrico (n:Natural ,p:Punto ,r:Real ,R:Real )`

**Ejemplos 3D**

```

t=toro_poliédrico(15, punto(2,0,0), 2,4);
dibujar3d(t,{color=gris}) → tablero1

```

**torre**

torre (A:Extensión )  
torre (R:Zn )


torre(R :Zn)={R}

**Ejemplos**

torre( $\mathbb{Z}_7$ ) →  $\{\mathbb{Z}_7\}$   
torre(extensión( $\mathbb{Q}, x^2+x+1$ )) →  $\{\mathbb{Q}([x]), x^2+x+1, \mathbb{Q}\}$

**transforma\_matriz**

transforma\_matriz

Indica la posición del cubo de representación dentro de la ventana de dibujo. Cada vez que movemos el cubo, podemos conocer la nueva posición mediante el icono  de la barra de herramientas del tablero de dibujo.  
Valores posibles : cualquier Matriz de números Real 3x3. 3x3  
Valor por defecto : -

Más información en [opciones tablero3d](#) , [tablero3d](#)

**transparencia**

transparencia

**Ejemplos**

P=tablero3d( $\square$ ) → tablero1  
dibujar3d (tablero1,  $\frac{1}{5} \cdot \text{sen}(x) \cdot y, \{\text{color}=\text{rojo}, \text{transparencia}=0.6\}$ ) → tablero1  
dibujar3d (tablero1,  $x^2+y^2-10, \{\text{color}=\text{azul}, \text{transparencia}=0.3\}$ ) → tablero1

transparencia

Indica el grado de transparencia del elemento. El valor 0 indica que el elemento es totalmente opaco. El valor 1 indica que es totalmente transparente.  
Valores posibles : cualquier número Real entre 0 y 1.  
Valor por defecto : 0.3

Más información en [opciones dibujar3d](#) , [dibujar3d](#)

**transponer**

```
transponer (A:Matriz )
```

```
A'
```



**Ejemplos**

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 7 & 8 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 7 & 8 \end{pmatrix}$$

$$\text{transponer}(A) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 7 \\ 2 & 8 \end{pmatrix}$$

$$A^T \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 7 \\ 2 & 8 \end{pmatrix}$$

$$A \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 7 & 8 \end{pmatrix}$$

```
transponer (F:Multimuestra )
```

**Ejemplos**

```
transponer([nombres→{Anna,Joan,Laia}, altura→{1.55,1.65,1.50}, weight→{55,65,61}])
→ [nombres→{altura,weight}, Anna→{1.55,55}, Joan→{1.65,65}, Laia→{1.5,61}]
```

```
transponer([v→{1,4,5,2}, w→{20,30,50,20}])
→ [nombres→{v,w}, case1→{1,20}, case2→{4,30}, case3→{5,50}, case4→{2,20}]
```

Más información en [transponer](#)

### transposición

```
transposición (a:ZZ,b:ZZ )
```

**Ejemplos**

```
transposición(3,4) → [1,2,4,3]
```

### traslación

```
traslación (qt:Caja_de_texto ,v:Vector )
```

`traslación (v:Vector ,f:Figura )`

**Ejemplos**

`traslación([0,-2],circunferencia((x-2)2+(y-2)2=9)) → (x-2)2+y2=9`  
`traslación([-1,0],recta(y=2)) → y=2`

**Ejemplos**

`p=punto(0,4,5) → (0,4,5)`  
`f=cubo(punto(1,1,-2),2);`  
`t:=traslación(p,f) → traslación(p,f)`  
`dibujar3d(p,{color=azul}) → tablero1`  
`dibujar3d(f,{color=verde,anchura_línea=4}) → tablero1`  
`dibujar3d(t,{color=rojo,anchura_línea=4}) → tablero1`

`traslación (p:Punto ,f:Figura )`

`traslación (p):=traslación (vector (p))`

Más información en [traslación](#)

### **trasladar**

`trasladar (T:Tablero2d ,v:Vector2d )`

**Ejemplos**

`f(x):=(x-8)2+5 → x↦(x-8)2+5`  
`dibujar(f) → tablero1`  
`plotter2=tablero2d() → plotter2`  
`dibujar(plotter2,f) → plotter2`  
`trasladar(plotter2,[8,5]) → OK`

### **traza**

```
traza (a:Elemento (Cuerpo ),L:Cuerpo ,K:Cuerpo )
traza (a,L:Cuerpo )
traza (a:Elemento (Cuerpo ) )
```

**traza(a,L :Cuerpo)=traza(a,L,base(L))**

**traza(a :Elemento(Cuerpo))=traza(a,cuerpo(a),base(a))**

**Ejemplos**

```
k1=extensión(Z3,x2+1) → Z3 ([x])
k2=cuerpo_finito(k1,3,y) → Z3 ([x]) ([y])
traza(x) → 0
traza(x+1) → 2
traza(1:k2) → 1
traza(y) → 0
traza(y2) → 1
traza(x+y) → 0
traza(x·y2) → 0
traza(x·y2,k2,k1) → 2·x
```

```
traza (A:Matriz )
```

**Ejemplos**

```
traza  $\begin{pmatrix} x & y \\ 2 & 3 \end{pmatrix}$  → x+3
traza  $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 7 \end{pmatrix}$  → 10
```

## triángulo

```
triángulo (A:Punto ,B:Punto ,C:Punto )
```

**Ejemplos**

```
triángulo(punto(1,2),punto(0,0),punto(2,0)) → (1,2) - (0,0) - (2,0)
triángulo(punto(1,2),punto(-2,1),punto(-5,6)) → (1,2) - (-2,1) - (-5,6)
```

Más información en

## Triángulo


Triángulo


**Ejemplos**  $T = \text{triángulo}(\text{punto}(0,1), \text{punto}(2,3), \text{punto}(3,-4)) \rightarrow (0,1) - (2,3) - (3,-4)$   
 $\text{es?}(T, \text{Triángulo}) \rightarrow \text{cierto}$

**Ejemplos 3D**  $T = \text{triángulo}(\text{punto}(0,1,1), \text{punto}(2,3,2), \text{punto}(3,-4,0)) \rightarrow (0,1,1) - (2,3,2) - (3,-4,0)$   
 $\text{es?}(T, \text{Triángulo}) \rightarrow \text{cierto}$

ángulo2d ángulo3d área atributos3d baricentro pertenece? bisectriz circuncentro circunradio equilátero? equilátero? bisectriz\_exterior externo? altura pie\_de\_altura incentro inradio interno? interno? interno? recta mediana mediana mediana punto\_más\_cercano2d punto\_más\_cercano3d orientación ángulo\_orientado área\_orientada ortocentro perímetro mediatriz dibujar dibujar2d dibujar3d punto polígono posición proyectividad segmento lado semejantes? vértice vértices

Triángulo

triángulos: comando `triángulo` , Icono 

Esta función construye un triángulo tomando sus vértices como argumentos; podemos también usar el icono . El comando `triángulo_equilátero` permite crear, como su nombre indica, un triángulo equilátero.

**Ejemplos**  $\text{triángulo}(\text{punto}(0,1), \text{punto}(2,3), \text{punto}(3,-4)) \rightarrow (0,1) - (2,3) - (3,-4)$   
 $T = \text{triángulo}(\text{punto}(0,1), \text{punto}(2,3), \text{punto}(-1,-7)) \rightarrow (0,1) - (2,3) - (-1,-7)$   
 $\text{baricentro}(T) \rightarrow \left(\frac{1}{3}, -1\right)$

**Ejemplos 3D**  $\text{triángulo}(\text{punto}(0,1,1), \text{punto}(2,3,2), \text{punto}(3,-4,0)) \rightarrow (0,1,1) - (2,3,2) - (3,-4,0)$   
 $T = \text{triángulo}(\text{punto}(0,0,1), \text{punto}(1,0,0), \text{punto}(0,1,0)) \rightarrow (0,0,1) - (1,0,0) - (0,1,0)$   
 $\text{baricentro}(T) \rightarrow \left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}\right)$

triángulo\_equilátero

triángulo\_equilátero (o:Punto ,r:RR,#:RR )

Ejemplos

triángulo\_equilátero(punto(0,0),1,0) → (1,0) -  $\left(-\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$  -  $\left(-\frac{1}{2}, -\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$

triángulo\_equilátero(punto(0,0),4, $\frac{\pi}{2}$ ) → (0,4) -  $(-2\cdot\sqrt{3}, -2)$  -  $(2\cdot\sqrt{3}, -2)$

triángulo\_equilátero (o:Punto ,r:RR )

Ejemplos

triángulo\_equilátero(punto(0,0),1) → (1,0) -  $\left(-\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$  -  $\left(-\frac{1}{2}, -\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$

triángulo\_equilátero(punto(2,1),4) → (6,1) -  $(0, 2\cdot\sqrt{3}+1)$  -  $(0, -2\cdot\sqrt{3}+1)$

triángulo\_equilátero (s:Segmento )

Ejemplos

triángulo\_equilátero(segmento(punto(0,0),punto(0,2))) → (0,0) - (0,2) -  $(\sqrt{3}, 1)$

triángulo\_equilátero(segmento(punto(0,2),punto(2,0))) → (0,2) - (2,0) -  $(-\sqrt{3}+1, -\sqrt{3}+1)$

triángulo\_equilátero(segmento(punto(2,0),punto(0,2))) → (2,0) - (0,2) -  $(\sqrt{3}+1, \sqrt{3}+1)$

triángulo\_equilátero (A:Punto ,B:Punto )

Ejemplos

triángulo\_equilátero(punto(0,0),punto(0,2)) → (0,0) - (0,2) -  $(\sqrt{3}, 1)$

triángulo\_equilátero(punto(0,2),punto(2,0)) → (0,2) - (2,0) -  $(-\sqrt{3}+1, -\sqrt{3}+1)$

triángulo\_equilátero(punto(2,0),punto(0,2)) → (2,0) - (0,2) -  $(\sqrt{3}+1, \sqrt{3}+1)$

## Triángulo2d

Triángulo2d

Ejemplos

T=triángulo(punto(0,1),punto(2,3),punto(3,-4)) → (0,1) - (2,3) - (3,-4)

es?(T, Triángulo) → cierto

ángulo2d ángulo3d área atributos3d baricentro pertenece? bisectriz circuncentro circunradio equilátero? equilátero? bisectriz\_exterior externo? altura pie\_de\_altura incentro inradio interno? interno? interno? recta mediana mediana mediana punto\_más\_cercano2d punto\_más\_cercano3d orientación ángulo\_orientado área\_orientada ortocentro perímetro mediatriz dibujar dibujar2d dibujar3d punto polígono posición proyectividad segmento lado semejantes? vértice vértices

### Triángulo3d

Triángulo3d

**Ejemplos 3D**

T=triángulo(punto(0,1,1),punto(2,3,2),punto(3,-4,0)) → (0,1,1) - (2,3,2) - (3,-4,0)  
 es?(T, Triángulo) → cierto

ángulo2d ángulo3d área atributos3d baricentro pertenece? bisectriz circuncentro circunradio equilátero? equilátero? bisectriz\_exterior externo? altura pie\_de\_altura incentro inradio interno? interno? interno? recta mediana mediana mediana punto\_más\_cercano2d punto\_más\_cercano3d orientación ángulo\_orientado área\_orientada ortocentro perímetro mediatriz dibujar dibujar2d dibujar3d punto polígono posición proyectividad segmento lado semejantes? vértice vértices

### truncar

truncar (s:Serie ,n:Natural )

**Ejemplos**

s=serie\_de\_taylor(sen(x),x,0) →  $x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7 + \frac{1}{362880} \cdot x^9 + \dots$   
 truncar(s,5) →  $\frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{6} \cdot x^3 + x$   
 truncar(s,4) →  $-\frac{1}{6} \cdot x^3 + x$



## u

**unidad**

`unidad (x:Cantidad )`

**Ejemplos**

- `unidad(2 m) → m`
- `unidad(32.0 cm) → cm`
- `unidad(3.0 dm + 2.0 cm) → m`

`unidad (u:Identificador )`

**Ejemplos**

- `unidad(xxx);convertir(1000 millixxx) → 1. xxx`
- `unidad(yyy);convertir(1000 yyy,kiloyyy) → 1. kiloyyy`
- `unidad(XX);convertir(a·kiloXX+b·XX,XX) → (1000·a+b) XX`

`unidad (nu:Identificador ,u:Unidad |Cantidad )`

**Ejemplos**

- `unidad(Kg,kg) → Kg`
- `unidad(m2,m2) → m2`
- `unidad(hexameter,6·m);`
- `convertir(3·hexameter) → 18. m`

**Ejemplos**

- `kmh=km/h;1kmh → 1 kmh-1`
- `convertir(1·m/s,kmh) → 3.6 kmh-1`
- `unidad(kmh,  $\frac{km}{h}$ ); 1 kmh → 1 kmh-1`
- `convertir(1·m/s,kmh) → 3.6 kmh-1`

Más información en [unidad](#)

**Unidad**

Unidad

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{es? (2, Unidad)} \rightarrow \text{falso} \\ \text{es? (g, Unidad)} \rightarrow \text{cierto} \\ \text{es? (mol, Unidad)} \rightarrow \text{cierto} \end{array} \right.$

factor\_de\_conversión convertir grado raíz raíz2 unidad

**unidad\_adimensional**

unidad\_adimensional

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \frac{\text{m}}{\text{m}} \rightarrow \text{unidad\_adimensional} \\ \text{unidad\_adimensional} \cdot \text{g} \rightarrow \text{g} \\ 5 \text{ unidad\_adimensional} \rightarrow 5 \text{ unidad\_adimensional} \end{array} \right.$

**unidad\_si**

unidad\_si (x:Cantidad )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{unidad\_si}(2 \text{ m}) \rightarrow \text{m} \\ \text{unidad\_si}(32.0 \text{ cm}) \rightarrow \text{m} \\ \text{unidad\_si}(3.0 \text{ dg} + 2.0 \text{ cg}) \rightarrow \text{kg} \end{array} \right.$

**unión**

unión ( $l_1$  :Lista /Vector ,  $l_2$  :Lista /Vector ) unión ( $l_1, l_2$ )=conjunto ( $l_1 \mid l_2$  )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{unión}(\{1,2,3,4\},\{2,3\}) \rightarrow \{1,2,3,4\} \\ \text{unión}([1, 2, 3, 4],[3, 4, 5]) \rightarrow [1,2,3,4,5] \\ \text{unión}([1, 1, 1, 2, 2, 2, 3, 3, 3],[2]) \rightarrow [1,2,3] \end{array} \right.$

**uno?**

`uno? (n:Elemento )`

Ejemplos

$$a = 6 : \mathbb{Z}_6 \rightarrow 0$$

$$b = 7 : \mathbb{Z}_6 \rightarrow 1$$

$$\text{uno?}(a) \rightarrow \text{falso}$$

$$\text{uno?}(b) \rightarrow \text{cierto}$$

Vacío

Vacío

Ejemplos

- es? (5, Vacío) → falso
- es? ([1,0,0], Vacío) → falso
- es? ({} , Vacío) → falso
- es? (punto(0,0), Vacío) → falso
- es? (cierto, Vacío) → falso
- es? (x, Cualquier) → cierto
- (x ∈ Vacío) ? → falso
- (x ∉ Vacío) ? → cierto

valores\_y\_vectores\_propios

valores\_y\_vectores\_propios (M:Matriz )

Ejemplos

- valores\_y\_vectores\_propios  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$  → {1, [1,0,0]}
- valores\_y\_vectores\_propios  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 2 \\ 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}$  → {1, [1,0,0], 3, [1,  $\frac{2}{5}$ ,  $\frac{2}{5}$ ]}
- valores\_y\_vectores\_propios  $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2 & 0 \\ 0 & 0 & 3 \end{pmatrix}$  → {1, [1,0,0], 2, [0,1,0], 3, [0,0,1]}

vaps

vaps (A:Matriz )

Ejemplos

- vaps [[9,2,2,8],[3,1,1,2],[5,6,7,3],[3,9,5,3]] → {2.528, 17.277}

variable

```
variable (p:Polinomio )
```

Ejemplos

```
variable(y2+y+1) → y
variable(x7+5·x+1) → x
```

```
variable (f:Fracción )
```

Ejemplos

```
variable( $\frac{1}{x}$ ) → x
variable( $\frac{y-1}{y+1}$ ) → y
```

```
variable (s:Serie )
```

Ejemplos

```
s=serie_de_taylor(sen(y),y,0) →  $y - \frac{1}{6} \cdot y^3 + \frac{1}{120} \cdot y^5 - \frac{1}{5040} \cdot y^7 + \frac{1}{362880} \cdot y^9 + \dots$ 
variable(s) → y
```

## Variable

```
Variable
```

Ejemplos

```
f(x):=inicio x=x+1; x2 fin;
x=3;
f(x) → 16
x → 3
f(x:Variable):=inicio x=x+1; x2 fin;
x=3;
f(x) → 16
x → 4
f(y) → y2+2·y+1
y → y+1
```

```
atributos3d convergente? perdido? mover dibujar2d raíces_a_polinomio serie
serie_de_taylor
```

Variable (:Dominio )

Ejemplos

```
f(x:Z):=inicio x=x+1; x^2 fin;
x=3;
f(x) → 16
x → 3
f(x:Variable(Z)):=inicio x=x+1; x^2 fin;
x=3;
f(x) → 16
x → 4
f(y) → f(y)
y → y
es?(y,Z) → falso
```

**variables**

variables (o )

Ejemplos

```
variables(sen(x)) → {x}
variables(x+√y) → {x,y}
variables({x+√y,3,a+b}) → {a,b,x,y}
variables(f(x)) → {f,x}
```

variables (p:Polinomio )

Ejemplos

```
variables(x+1) → {x}
variables(x^4-y+z) → {x,y,z}
```

variables (f:Fracción )

Ejemplos

```
variables(x + 1/(x-2)) → {x}
variables(x^4 - y/z) → {x,y,z}
```

`variables (c:Curva /Curva_polar )`

**Ejemplos**

`variables(curva(sen(x),x,0..3..0.1)) → {x}`  
`variables(curva({sen,cos},0,3)) → {}`

## **variaciones**

Icono 

`variaciones (L:Lista /Vector ,k:ZZ )`

**Ejemplos**

`variaciones({4,x,y},2) → {{4,x},{x,4},{4,y},{y,4},{x,y},{y,x}}`

Icono 

`variaciones (n:ZZ,k:ZZ )`

**Ejemplos**

$V_{4,2} \rightarrow 12$   
`variaciones(m,n) →  $\frac{m!}{(m-n)!}$`

Más información en [variaciones](#)


## **variaciones\_con\_repetición**

Icono 

`variaciones_con_repetición (n:ZZ,k:ZZ )`

**Ejemplos**

$VR_{4,2} \rightarrow 16$   
`variaciones_con_repetición(m,n) →  $m^n$`

Icono 

variaciones\_con\_repetición (L:Lista /Vector ,m:ZZ )

Ejemplos

variaciones\_con\_repetición({4,x,y},2)  
 → {{4,4},{4,x},{4,y},{x,4},{x,x},{x,y},{y,4},{y,x},{y,y}}

Más información en [variaciones con repetición](#)

**variancia**

variancia (VA:Dato\_estadístico )  $1/(n-1)(x_i -)^2$

Ejemplos

variancia({1,2,-3,4,5,-2}) → 10.167  
 variancia({1,1,1,1}) → 0.  
 variancia({2,perdido,2,5,perdido,-5}) → 18.  
 variancia([1.2→3,3→1,5→1]) → 2.852  
 variancia([5→2,7→1]) → 1.3333  
 variancia([a→{4,-2,4,-2,5},b→[-2→2,4→2,5→1]]) → {a→12.2,b→12.2}

Más información en [variancia](#)

**variancia\_n**

variancia\_n (L:Lista )

Ejemplos

variancia\_n({1,2,3,4,5,6,7,8}) → 5.25  
 variancia\_n({4,4,3,4,4,4,7,4}) → 1.1875  
 VN=variancia\_n({1,2,3,4,5,6}) → 2.9167  
 V=variancia({1,2,3,4,5,6}) → 3.5  
 n=longitud({1,2,3,4,5,6}) → 6  
 $(VN = \frac{n-1}{n} \cdot V)?$  → cierto

**vector**



`vector (A:Punto ,B:Punto )`

**Ejemplos**

`vector(punto(3,4),punto(1,-1)) → [-2,-5]`  
`vector(punto(1,0),3·punto(1,0)) → [2,0]`

**Ejemplos 3D**

`vector(punto(3,4,7),punto(1,-1,9)) → [-2, -5, 2]`  
`vector(punto(1,0,0),3·punto(1,0,0)) → [2, 0, 0]`

`vector (s:Segmento )`

**Ejemplos**

`vector(segmento(punto(1,2),punto(0,0))) → [-1,-2]`  
`vector(segmento(punto(1,0),punto(-2,1))) → [-3,1]`

**Ejemplos 3D**

`vector(segmento(punto(1,2,5),punto(0,0,0))) → [-1, -2, -5]`  
`vector(segmento(punto(1,0,6),punto(-2,1,6))) → [-3, 1, 0]`

`vector (p:Plano )`

`[a,b,c,d]a,b,cdax+by+cz+d=0`

**Ejemplos 3D**

`p=plano(punto(0,0,0),punto(1,0,0),punto(0,1,0));`  
`vector(p) → [0, 0, 1, 0]`  
`p=plano(3·x+5·y=4) → 3·x+5·y-4=0`  
`vector(p) → [3,5,0,-4]`

vector (r:Recta )

Ejemplos

vector(recta(punto(1,2),0)) → [1,0]  
 vector(recta(punto(0,0),[1,2])) → [1,2]

Ejemplos 3D

vector(recta(punto(1,2,9),[3,2,-1])) → [3,2,-1]  
 estado\_geometria("3D") → 2  
 vector(recta(x=0,z=0)) → [0,1,0]

vector (p:Permutación )

Ejemplos

p=permutación{1->2,2->1} → [2,1]  
 vector(p) → [2,1]

vector (A:Punto )

Ejemplos

vector(punto(3,4)) → [3,4]  
 vector(punto(-7,9)) → [-7,9]

Ejemplos 3D

vector(punto(3,4,9)) → [3, 4, 9]  
 vector(punto(-7,9,√2)) → [-7, 9, √2]

Vector

Icono

 $[x_1, \dots, x_n]$ 

Ejemplos

$[1,2,3,4] \rightarrow [1,2,3,4]$   
 $[1,2,3,4] \rightarrow [1,2,3,4]$   
 $v=[1,x+1,y] \rightarrow [1,x+1,y]$   
 $es?(x+1,Z[x,y]) \rightarrow \text{falso}$   
 $es?(v.2,Z[x,y]) \rightarrow \text{cierto}$

Vector

Ejemplos

$es?([1,2,3],\text{Vector}) \rightarrow \text{cierto}$   
 $es?\left(\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}, \text{Vector}\right) \rightarrow \text{cierto}$



adjuntar      argumento      cambio\_de\_base      bisectriz      columna  
 combinaciones      combinaciones      combinaciones\_con\_repetición      contar\_elemento  
 matriz\_diagonal      discontinuidades      distribución      divisor      elipse  
 borrar      progresión\_geométrica      householder      hipérbola      insertar  
 longitudes      recta      linealmente\_independientes?      lista      max      min      mover  
 norma      resolver\_numéricamente      ángulo\_orientado      parábola      paralelas?  
 permutación      permutaciones      permutaciones\_con\_repetición      perpendiculares  
 perpendiculares?      vector\_perpendicular      plano      punto      preponer      prisma  
 progresión      proyección      relación      reemplazar      invertir\_recorrido      rotación  
 matriz\_de\_rotación      segmento      seleccionar      conjunto      pendiente      resolver  
 ordenar      simetría      tabla      traslación      matriz\_de\_traslación      variaciones  
 variaciones\_con\_repetición      producto\_vectorial      versor      cero?

Vector (*D: Dominio* )

Ejemplos

$v=\left[1, \frac{1}{2}, 6, 3\right] \rightarrow \left[1, \frac{1}{2}, 6, 3\right]$   
 $es?(v,\text{Vector}) \rightarrow \text{cierto}$   
 $es?(v,\text{Vector}(\mathbb{Z})) \rightarrow \text{falso}$   
 $es?(v,\text{Vector}(\mathbb{Q})) \rightarrow \text{cierto}$   
 $es?(v,\text{Vector}(\mathbb{C})) \rightarrow \text{cierto}$   
 $v:\text{Vector}(\text{Flotante}) \rightarrow [1.,0.5,6.,3.]$

Vector

**vectores y matrices:** un vector es una secuencia cerrada por corchetes, que podemos crear con las teclas [ , ] , con el icono  , separando sus elementos con una coma, o bien usando el icono  . Si creamos los corchetes usando el icono, el tamaño de estos se ajustará al tamaño de su contenido. El mismo resultado se puede obtener con las combinaciones de teclas [ , ] *ctrl* + [ y *ctrl* + ]

Una matriz es un vector formado por vectores de la misma longitud; cada uno de estos vectores corresponde a una fila de la matriz.

Los iconos  y  , explicados en detalle en el capítulo [Menús, iconos...](#) , permiten la creación de vectores y matrices de manera fácil.

Para descubrir cómo se trabaja con vectores y matrices, puede consultarse el capítulo de [Álgebra Lineal](#) .

**Ejemplos**


$$[1,2,3] \rightarrow [1,2,3]$$

$$\left[1-3, 2, 2^2, 5+2, x^2, \frac{7}{5}\right] \rightarrow \left[-2, 2, 4, 7, x^2, \frac{7}{5}\right]$$

$$[[3,4],[ -5,6]] \rightarrow \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -5 & 6 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} a & b & 3 \\ c & 5 & d \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} a & b & 3 \\ c & 5 & d \end{pmatrix}$$

**Manipulación de listas, vectores y matrices** ▲

Los subíndices creados con el icono  son la herramienta principal para manipular listas, vectores y matrices; en particular, para extraer y cambiar sus elementos.

Dada una lista o un vector  $v$  , y un número entero  $i$  ,  $v_i$  es la  $i$  -ésima componente de  $v$  , siempre que  $1 \leq i \leq \text{length}(v)$ .

$$v_i \quad 1 \leq i \leq \text{longitud}(v)$$

Al ser toda matriz un vector de vectores, si llamamos  $A$  a una matriz, entonces  $A_i$  es su fila  $i$  -ésima y  $A_{i,j}$  (,  $A_{ij}$ ) el  $j$  -ésimo elemento de la fila  $i$  -ésima (suponiendo que exista).

$$A_i \quad A_{i,j} \quad (A_{i,j} \text{ o } A_{ij}) \quad A_{i,j}$$

Podemos usar el punto como notación equivalente a la anterior; de manera que la expresión  $A_n$  es equivalente a  $A.n$ , y  $A_{i,j}$  es equivalente a  $A.i.j$ . Del mismo modo, si  $v$  es un vector,  $v.i$  es la  $i$  -ésima componente de  $v$  .

$$A_n \quad A.n \quad A_{i,j} \quad A.i.j \quad v.i$$

Ejemplos

$$v = \{10, 3, 1\} \rightarrow \{10, 3, 1\}$$

$$v_1 \rightarrow 10$$

$$v.1 \rightarrow 10$$

$$v = [3, a, b] \rightarrow [3, a, b]$$

$$v_2 \rightarrow a$$

$$L = \{4, t, b, a, 5\} \rightarrow \{4, t, b, a, 5\}$$

$$L_3 + L_2 \rightarrow b + t$$

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -5 & 6 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -5 & 6 \end{pmatrix}$$

$$A_2 \rightarrow [-5, 6]$$

$$A_{2,2} \rightarrow 6$$

$$A_{2,1} \rightarrow -5$$

Para cambiar el valor de una componente de una lista, vector o matriz, podemos usar la sintaxis explicada en el subapartado anterior y asignarle el nuevo valor con el operador = .

Ejemplos

$$v = [3, a, b] \rightarrow [3, a, b]$$

$$v_2 = x \rightarrow [3, x, b]$$

$$v \rightarrow [3, x, b]$$

$$v = [4, a, b, c, d] \rightarrow [4, a, b, c, d]$$

$$v_4 = v_1 + v_2 \rightarrow [4, a, b, a + 4, d]$$

$$A = \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -5 & 6 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ -5 & 6 \end{pmatrix}$$

$$A_2 = [x, y] \rightarrow \begin{pmatrix} 3 & 4 \\ x & y \end{pmatrix}$$

$$B = \begin{pmatrix} a & b & 3 \\ c & 5 & d \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} a & b & 3 \\ c & 5 & d \end{pmatrix}$$

$$B_{1,2} = B_{1,2} + B_{2,2} \rightarrow \begin{pmatrix} a & b + 5 & 3 \\ c & 5 & d \end{pmatrix}$$

### vector\_canónico

`vector_canónico (n:ZZ,k:ZZ )`

```
if 1 ≤ k ≤ n then
  [0,..k-1...,0,1,0,..n-k...,0]
else
  [0,..n...,0]
end
```

- Ejemplos**
- `vector_canónico(1,1)` → [1]
  - `vector_canónico(8,3)` → [0,0,1,0,0,0,0,0]
  - `vector_canónico(3,4)` → [0,0,0]

**vector\_constante**

`vector_constante (n:ZZ,x )`

- Ejemplos**
- `vector_constante(4,x)` → [x,x,x,x]
  - `vector_constante(2,3)` → [3,3]
  - `vector_constante(0,3)` → [nulo]

**vector\_de\_ecuación**

`vector_de_ecuación (r:Recta )`

- Ejemplos**
- `vector_de_ecuación(y=2)` → [0,1,-2]
  - `vector_de_ecuación(y=2·x)` → [-2,1,0]

**vector\_normal**

`vector_normal (p:Plane )`

- Ejemplos 3D**
- `vector_normal(x=0)` → [1, 0, 0]
  - `vector_normal(2·x+3·y+2·z+6=0)` →  $\left[ \frac{2 \cdot \sqrt{17}}{17}, \frac{3 \cdot \sqrt{17}}{17}, \frac{2 \cdot \sqrt{17}}{17} \right]$

**vector\_perpendicular**

`vector_perpendicular (v:Vector |Recta3d )`

**Ejemplos**

- `vector_perpendicular([1,2,3])` →  $[-2,1,0]$
- `L=recta(punto(1,-2,3),punto(4,-2,-3))` →  $y+2=0 \cap 4 \cdot x+5 \cdot y+2 \cdot z=0$
- `vector_perpendicular(L)` →  $[0,3,0]$

## veps

`veps (A:Matriz )`

**Ejemplos**

- `veps [[9,2,2,8],[3,1,1,2],[5,6,7,3],[3,9,5,3]]` →  $\begin{pmatrix} -0.81559 & 1. \\ -0.30924 & 0.32872 \\ 1. & 0.89143 \\ 0.48712 & 0.72955 \end{pmatrix}$

## verde

Más información en [color](#)

## verde

### verde

`verde` = {0,255,0}

## versor

`versor (v:Vector )`

**Ejemplos**

- `versor([3,4])` →  $\left[ \frac{3}{5}, \frac{4}{5} \right]$
- `versor([1,-1])` →  $\left[ \frac{\sqrt{2}}{2}, -\frac{\sqrt{2}}{2} \right]$

## vértice

vértice (c:Parábola )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{vértice}(\text{parábola}(2,\text{punto}(0,0),\frac{\pi}{2})) \rightarrow (0,0) \\ \text{vértice}(\text{cónica}([[-1,0,-2],[0,0,-3],[-2,-3,-10]])) \rightarrow (-2,-1) \end{array} \right.$

vértice (p:Poligonal /Polígono ,i:ZZ )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{vértice}(\text{poligonal}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(1,0),\text{punto}(3,-4)),2) \rightarrow (1,0) \\ \text{poligonal}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(1,0),\text{punto}(3,-4)),2 \rightarrow (1,0) \\ \text{vértice}(\text{poligono\_regular}(3),1) \rightarrow (1,0) \\ \text{poligono\_regular}(4).2 \rightarrow (0,1) \end{array} \right.$

**Ejemplos 3D**  $\left\{ \begin{array}{l} \text{vértice}(\text{poligonal}(\text{punto}(1,2,0),\text{punto}(1,0,0),\text{punto}(3,-4,0)),2) \rightarrow (1,0,0) \\ \text{poligonal}(\text{punto}(1,2,0),\text{punto}(1,0,0),\text{punto}(3,-4,0)),2 \rightarrow (1,0,0) \\ \text{vértice}(\text{poligono}(\text{punto}(3,2,0),\text{punto}(3,0,0),\text{punto}(4,-4,0)),1) \rightarrow (3,2,0) \\ \text{poligono}(\text{punto}(3,2,0),\text{punto}(3,0,0),\text{punto}(4,-4,0)),3 \rightarrow (4,-4,0) \end{array} \right.$

vértice (T:Triángulo ,i:ZZ )

**Ejemplos**  $\left\{ \begin{array}{l} T=\text{triángulo}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0),\text{punto}(2,0)) \rightarrow (1,2) - (0,0) - (2,0) \\ \text{vértice}(T,1) \rightarrow (1,2) \\ \text{vértice}(T,2) \rightarrow (0,0) \\ \text{vértice}(T,3) \rightarrow (2,0) \end{array} \right.$

**Ejemplos 3D**  $\left\{ \begin{array}{l} T=\text{triángulo}(\text{punto}(1,2,3),\text{punto}(0,0,0),\text{punto}(2,0,1)) \rightarrow (1,2,3) - (0,0,0) - (2,0,1) \\ \text{vértice}(T,1) \rightarrow (1,2,3) \\ \text{vértice}(T,2) \rightarrow (0,0,0) \\ \text{vértice}(T,3) \rightarrow (2,0,1) \end{array} \right.$

vértices



vértices (*T:Triángulo* ,*P:Polígono* ,*L:Poligonal* )

**Ejemplos**

```
estado_geometria("3D");
T=triángulo(punto(3,-4,0),punto(3,1,-2),punto(-6,1,3))
→ (3,-4,0)-(3,1,-2)-(-6,1,3)
vértices(T) → {(3,-4,0),(3,1,-2),(-6,1,3)}
```

## visible

### visible

Indica si el elemento es visible o no.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **cierto**

### visible

Indica si el tablero es visible o no.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **cierto**

### visible

Indica si el elemento es visible o no.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **cierto**

### visible

Indica si el tablero es visible o no.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **cierto**

Más información en [opciones dibujar](#) , [opciones dibujar3d](#) , [opciones tablero](#) , [opciones tablero3d](#) , [dibujar](#) , [dibujar3d](#) , [tablero](#) , [tablero3d](#)

## volumen

volumen (pol:Polyhedra )

Ejemplos 3D

$$\text{volumen}(\text{tetraedro}(5)) \rightarrow \frac{125 \cdot \sqrt{2}}{12}$$

$$\text{volumen}(\text{cubo}(5)) \rightarrow 125$$

$$\text{volumen}(\text{octaedro}(2)) \rightarrow \frac{8 \cdot \sqrt{2}}{3}$$

$$\text{volumen}(\text{dodecaedro}(3)) \rightarrow \frac{189 \cdot \sqrt{5}}{4} + \frac{405}{4}$$

$$\text{volumen}(\text{icosaedro}(1)) \rightarrow \frac{5 \cdot \sqrt{5}}{12} + \frac{5}{4}$$





Z

**Zn**`Zn (n:ZZ )`

**Ejemplos**

- `Zn(33) → Z27`
- `Z2=Zn 2 → Z2`
- `Z2[x][y] → Z2[x][y]`

`entero inverso torre`**Zns**`Zns`

**Ejemplos**

- `es? (5 :Zn 7,Zns) → cierto`
- `es? (5 :Zn 5,Zns) → cierto`
- `es? (5 :Zn 7,Zn 5) → falso`

**zoom**`zoom (T:Tablero2d ,x:Real )`

**Ejemplos**

- `tablero1=tablero2d(□) → tablero1`
- `dibujar(tablero1,sen(x)) → tablero1`
- `zoom(tablero1,0.2) → OK`
- `tablero1=tablero2d(□) → tablero1`
- `dibujar(tablero1,sen(x)) → tablero1`
- `zoom(tablero1,3) → OK`

**zoom\_dentro**

```
zoom_dentro (T:Tablero2d )
zoom_dentro (T:Tablero2d ,P:Punto2d )
```

**Ejemplos**

```
tablero1=tablero2d(□) → tablero1
dibujar(tablero1,sen(x)) → tablero1
zoom_dentro(tablero1) → OK
zoom_dentro(tablero1,punto(2,2)) → OK
```

**zoom\_fuera**

```
zoom_fuera (T:Tablero2d )
zoom_fuera (T:Tablero2d ,P:Punto2d )
```

**Ejemplos**

```
tablero1=tablero2d(□) → tablero1
dibujar(tablero1,sen(x)) → tablero1
zoom_fuera(tablero1) → OK
zoom_fuera(tablero1,punto(20,20)) → OK
```

# Índice Alfabético

## SÍMBOLOS

'	118
-	118
!	120
!!	121
"abajo"	121
"arriba"	121
"astuto"	122
"automático"	123
"barra"	123
"bisección"	123
"centro"	123
"definición"	124
"derecha"	125
"divisor"	125
"expansión de menores"	126
"flecha"	126
"flecha_xy"	126
"flecha_XY"	127
"gauss"	127
"gauss libre de divisiones"	128
"gauss libre de fracciones"	129
"horizontal"	130
"izquierda"	130
"línea_base"	131
"lista"	132
"lista de de ecuaciones"	132
"Monospaced"	133
"nada"	133
"newton"	134
"nombre"	134
"pastel"	135
"polígono frecuencias"	135
"porcentaje"	136
"regula_falsi"	136
"relación"	137
"SansSerif"	137
"secante"	137
"secuencia"	138
"secuencia de ecuaciones"	138
"Serif"	138
"solamente una solución"	139
"sustitución"	139
"tabla"	139
"valor"	140
"valor múltiple"	140
"vector"	140
"vector de ecuaciones"	141
"vertical"	141
\$\$	142
&	142
'	143
*	143
,	144
.	144
.	152
/	152
//	153
:	154
:=	154
:=>	156
?	156
[	157
\\	158

^	158
{	158
	159
?	160
+	160
=	161
-->	162
.	162

## a

a_decimal	163
absoluto	163
acos	163
acosec	164
acosh	164
acotan	164
adjuntar	165
agrupar	165
alambre	166
aleatorio	166
alineados?	167
altura	167
altura	58
altura_ventana	169
amarillo	170
amarillo	170
amper	99
amplitud	170
anchura	170
anchura_línea	170
anchura_máxima	171
anchura_ventana	171
ángulo	172
ángulo	60
ángulo_inicial	172
ángulo_orientado	172
ángulo2d	172
ángulo3d	174
anillo	176
Anillo	176
anillo?	176
aplicar función	176
arco	178
Arco	179
área	179
área	59
área_orientada	181
argumento	181
argumentos	182
aritmética?	182
aritmético	183
asec	183
asen	183
asenh	184
asíntota	184
asíntota_horizontal	184
asíntota_oblicua	184
asíntota_vertical	185
atan	185
atanh	185
atributos	185
atributos_para_todos	186
atributos_para_todos2d	186
atributos_para_todos3d	186
atributos2d	186

atributos3d.....	187
atfo.....	101
automatic.....	188
azul.....	188
azul.....	188

## b

bar.....	101
baricentro.....	189
base.....	190
base_en_forma_normal_de_smith.....	190
base_hermite.....	190
becquerel.....	100
bezout.....	191
binomio.....	191
bisectriz.....	192
bisectriz.....	57
bisectriz_exterior.....	194
bit.....	194
blanco.....	194
blanco.....	194
Booleano.....	194
Booleano.....	16
borrar.....	195
buscar_cero.....	196
buscar_uno.....	197

## c

cabeza.....	198
cadena.....	198
Cadena.....	198
caja.....	198
caja_de_texto.....	199
Caja_de_texto.....	200
cálculos_exactos.....	200
cambio_de_base.....	200
campo_vectorial.....	200
candela.....	99
cantidad.....	201
Cantidad.....	201
Cantidad_real_adimensional.....	201
característica.....	201
cardinal.....	202
categoría.....	202
centi.....	101
centro.....	202
cero?.....	203
cero0.....	204
ceros.....	204
cfr.....	204
cian.....	204
cian.....	204
cierto.....	204
cilindro_poliédrico.....	205
cilindro_tapado_poliédrico.....	205
circuncentro.....	206
circunferencia.....	207
Circunferencia.....	208
circunradio.....	208
coc.....	208
coc.....	208
coc_res.....	209
cociente.....	210
cociente.....	22
cociente_y_residuo.....	210
cociente_y_residuo.....	22
coeficiente.....	211
coeficiente.....	99
coeficiente_de_variación.....	212

coeficiente_principal.....	212
coeficiente_si.....	212
coeficientes.....	212
cola.....	213
color.....	213
Color.....	214
Color.....	214
color_de_contorno.....	215
color_de_fondo.....	216
color_del_cubo.....	216
color_ejes.....	216
color_malla.....	217
color_relleno.....	217
columna.....	217
combinaciones.....	218
combinaciones.....	93
combinaciones_con_repetición.....	218
combinaciones_con_repetición.....	94
comparar.....	219
compás.....	219
Complejo.....	220
Complejo.....	8
complemento.....	220
componentes.....	220
composición.....	221
comprobar.....	221
con.....	222
con.....	223
cónica.....	229
Cónica.....	230
Cónica.....	53
Cónica_centrada.....	231
Cónica_no_centrada.....	231
conjugado.....	231
conjugados.....	232
conjunto.....	232
Conjunto_finito.....	233
cono_poliédrico.....	233
cono_tapado_poliédrico.....	234
constantes_reales.....	234
contar_elemento.....	235
contar_multiplicidades.....	235
contenido.....	236
contenido_y_parte_primitiva.....	236
contorno.....	236
contorno_caja.....	237
convergente?.....	237
convertir.....	238
convertir.....	98
coplanares?.....	238
correlación.....	238
correlación.....	91
correlación_n.....	239
corte_eje_x.....	239
corte_eje_y.....	239
cos.....	240
cosec.....	240
cosh.....	240
cotan.....	241
coulomb.....	100
covariancia.....	241
covariancia.....	91
cuadrado?.....	242
cuádrica.....	242
Cuádrica.....	242
cuádrica3d.....	242
Cuádrica3d.....	243
Cualquier.....	243
cuartil.....	243



cuartil.....	90
cuartil_extendido.....	244
cubo.....	244
cuerpo.....	245
Cuerpo.....	245
cuerpo?.....	245
cuerpo_finito.....	245
cursiva.....	246
curva.....	246
Curva.....	246
Curva_cartesiana.....	247
curva_integral.....	247
curva_polar.....	247
Curva_polar.....	248
curva2d.....	248
Curva2d.....	249
curva3d.....	250
Curva3d.....	250
curvas_de_nivel.....	251
curvas_integrales.....	251

## d

Dato_estadístico.....	252
deca.....	101
deci.....	101
decimal.....	252
defecto.....	253
definición.....	253
den.....	253
denominador.....	254
depende.....	254
derivada_numérica.....	254
derivar.....	255
derivar.....	34
descomposición_lu.....	255
descomposición_qr.....	256
desplazador.....	256
desplazador.....	76
desviación_estándar.....	257
desviación_estándar.....	89
desviación_estándar_n.....	258
determinante.....	258
determinante.....	28
diagrama.....	259
Dibujable.....	259
Dibujable2d.....	260
Dibujable3d.....	260
dibujar.....	260
dibujar.....	260
dibujar2d.....	261
dibujar3d.....	263
dibujar3d.....	266
dimensiones.....	266
dimensiones.....	27
dimensiones_fijas.....	267
directriz.....	267
discontinuidades.....	267
distancia.....	268
distancia.....	55
distancia_intercuartil.....	268
distribución.....	269
diversos_resultados_como.....	269
divisor.....	269
Divisor.....	270
Divisor.....	18
divisor_vacío.....	270
divisores.....	270
divisores_mu_de_moebius.....	271
dodecaedro.....	271

dominio.....	271
Dominio.....	272
dominio_de_coeficientes.....	273
donde.....	273
donde.....	274

## e

e.....	277
E.....	277
ecuación.....	277
Ecuación.....	279
Ecuación.....	29
Ecuación.....	9
eje_de_tangencia.....	279
eje_definición_simetría_central.....	279
eje_radical.....	279
eje_simetría.....	280
ejes.....	280
elemento.....	280
Elemento.....	281
elemento_adjunto.....	281
elemento_de_orden.....	281
elemento_primitivo.....	282
elementos.....	282
eliminación_gaussiana.....	282
elipse.....	283
Elipse.....	284
en.....	284
en.....	286
entero.....	292
Entero.....	293
Entero.....	7
entonces.....	293
equilátero?.....	294
es?.....	294
escribir.....	295
escribir.....	72
escribir2d.....	295
escribir3d.....	295
escribir3d.....	83
esfera_poliédrica.....	295
estado_geometría.....	296
estandarizar.....	296
estereoradián.....	100
estilo_de_ejes.....	296
etiqueta.....	297
etiqueta_de_ejes.....	298
etiqueta_fuente.....	298
evaluar.....	298
exa.....	101
excentricidad.....	300
exp.....	300
expandir.....	301
exponencial.....	46
expresión.....	301
Expresión.....	302
Expresión.....	12
extensión.....	302
Extensión.....	303
externo?.....	303

## f

factor_de_conversión.....	305
factor_de_conversión.....	98
factorial.....	305
factorizar.....	305
factorizar.....	23
factorizar_en_libre_de_cuadrados.....	307

factorizar_en_libre_de_cuadrados_multiplicida	308
falso.....	308
farad.....	100
femto.....	101
fibonacci.....	308
figura.....	309
Figura.....	309
figura2d.....	310
Figura2d.....	310
figura3d.....	310
Figura3d.....	310
fin.....	311
finito?.....	312
Flotante.....	312
Flotante.....	8
focos.....	312
fondo.....	313
forma_normal_de_smith.....	313
Fracción.....	314
fracciones_simples.....	314
frobenius.....	315
fuerza.....	315
Fuente.....	316
fuerza.....	316
fuerza_ejes.....	317
fuerza_italica.....	317
fuerza_negrita.....	317
función.....	317
Función.....	318
función_identidad.....	324

## g

giga.....	101
girar.....	325
grado.....	325
grado_relativo.....	326
grado_total.....	326
grados_minutos_segundos.....	327
gráfica_de_cajas.....	327
gramo.....	99
gray.....	100
gris.....	327
gris.....	327
gris_claro.....	327
gris_claro.....	328
gris_oscuro.....	328
gris_oscuro.....	328

## h

hacer.....	329
hasta.....	329
hecto.....	101
henry.....	100
hertz.....	100
hipérbola.....	330
Hipérbola.....	330
hipérbola_de_apolonio.....	330
homotecia.....	331
hora.....	101
householder.....	331

## i

i.....	332
icosaedro.....	332
identidad.....	332
identidad?.....	333
Identificador.....	333
imagen.....	333

implicar.....	334
implicar?.....	334
incentro.....	334
índice.....	335
índice_borrar.....	336
Inecuación.....	336
infinito.....	336
Infinito.....	337
infinito_negativo.....	337
infinito_positivo.....	337
infinito_sin_signo.....	338
información.....	338
inradio.....	340
insertar.....	340
integral_numérica.....	341
integrar.....	341
integrar.....	35
interno?.....	342
interpolar.....	343
intersecar.....	344
intersecar.....	61
intersección_de_subespacios.....	345
intersección_ejes.....	345
inversión.....	346
inverso.....	346
inverso.....	26
invertible?.....	348
invertir_recorrido.....	348
Irrracional.....	348
irreducible?.....	352

## j

j.....	353
jacobi.....	353
jordan.....	353
joule.....	100
juntar.....	353

## k

katal.....	100
kelvin.....	99
kilo.....	101
kilogramo.....	99
kurtosis.....	355

## l

lado.....	356
lados.....	356
legendre.....	356
libre_de_cuadrados?.....	357
librería.....	357
librería.....	357
límite.....	358
límite_derecha.....	359
límite_izquierda.....	360
limpiar.....	361
linealmente_independientes?.....	361
lista.....	362
Lista.....	363
Lista.....	10
lista_constante.....	364
Lista_de.....	364
lista_de_coeficientes_densos.....	364
lista_de_término.....	364
lista_de_términos.....	364
Lista_vacía.....	365
litro.....	101
llenar.....	365

ln.....	365
log.....	366
log10.....	366
log2.....	366
logaritmo.....	46
longitud.....	367
longitud.....	27
longitudes.....	367
lucas.....	368
lumen.....	100
lux.....	100

## m

maclaurin.....	369
magenta.....	369
magenta.....	369
marrón.....	369
marrón.....	369
matriz.....	369
Matriz.....	370
Matriz.....	371
matriz_adjunta.....	373
matriz_característica.....	373
matriz_constante.....	373
matriz_de_permutaciones.....	374
matriz_de_rotación.....	374
matriz_de_simetría.....	375
matriz_de_transformación.....	375
matriz_de_traslación.....	376
matriz_diagonal.....	376
matriz_identidad.....	377
matriz_resultante.....	377
max.....	377
máximo.....	378
máximo.....	47
máximo_común_divisor.....	378
máximo_común_divisor.....	23
máximo_con_restricciones.....	378
mcd.....	378
mcd_extendido.....	380
mcm.....	380
media.....	382
media.....	88
media_geométrica.....	382
media_geométrica.....	88
media_harmónica.....	382
media_harmónica.....	89
mediana.....	382
mediana.....	90
mediana.....	58
mediatriz.....	383
mediatriz.....	56
mega.....	101
menor.....	384
menor.....	28
método.....	384
metro.....	99
micro.....	101
mientras.....	385
mientras.....	15
mili.....	101
min.....	385
mínimo.....	386
mínimo.....	47
mínimo_común_múltiplo.....	386
mínimo_común_múltiplo.....	23
mínimo_con_restricciones.....	386
minuto.....	101
mod.....	386

moda.....	386
moda.....	90
mol.....	99
momento.....	387
momento_central.....	387
mónico.....	387
mónico?.....	388
mostrar_cubo.....	388
mostrar_ejes.....	388
mostrar_etiqueta.....	388
mostrar_malla.....	389
mostrar_términos.....	389
mover.....	389
móvil.....	389
mu_de_moebius.....	390
Muestra.....	390
Muestra_frecuencia.....	390
Muestra_frecuencia_de.....	390
Muestra_lista.....	391
Muestra_lista_de.....	391
Multimuestra.....	391
multiplicidad.....	392
multiplicidades.....	392

## n

n_columnas.....	393
n_filas.....	393
n_términos.....	393
n_variaciones.....	393
nano.....	101
naranja.....	393
naranja.....	394
Natural.....	394
negativo?.....	394
negrita.....	394
negro.....	395
negro.....	395
newton.....	100
no.....	395
no_nulo?.....	395
no_pertenece?.....	395
nombre.....	396
nombre_fuente.....	396
nombre_identificador.....	397
nombre_semilla.....	398
nombre_variable_compleja.....	398
nombres.....	398
norma.....	399
norma_1.....	400
norma_2.....	400
norma_infinito.....	401
núcleo.....	401
nuevo_identificador.....	401
nulo.....	402
Nulo.....	402
nulo?.....	402
num.....	402
numerador.....	403
número_de_argumentos.....	403
número_de_bernouilli.....	404
número_de_columnas.....	404
número_de_filas.....	404
número_de_polinomios_irreducibles.....	404
número_de_términos.....	405
número_de_variables.....	405
números_de_bernouilli.....	405

## O

obtener_dominio.....	407
octaedro.....	407
ohm.....	100
orden.....	407
orden_interno.....	408
ordenar.....	408
orientación.....	409
ortocentro.....	409

## p

para.....	411
para.....	15
parábola.....	411
Parábola.....	411
paralelas.....	412
paralelas.....	61
paralelas?.....	412
parte_imaginaria.....	413
parte_primitiva.....	413
parte_real.....	414
partir.....	414
pascal.....	100
paso.....	415
paso.....	48
pendiente.....	415
perdido.....	415
perdido?.....	416
perímetro.....	416
perímetro.....	60
permutación.....	417
Permutación.....	417
permutaciones.....	418
permutaciones.....	95
permutaciones_con_repetición.....	418
permutaciones_con_repetición.....	95
perpendiculares.....	419
perpendiculares.....	62
perpendiculares?.....	420
pertenece?.....	420
pertenece_a_dominio?.....	422
peta.....	101
phi_de_euler.....	423
pi.....	423
Pi.....	423
picó.....	101
pie_de_altura.....	423
pirámide.....	424
plano.....	424
Plano3d.....	426
Plano3d.....	52
polar.....	427
poliedro.....	428
Poliedro3d.....	428
Poliedro3d.....	54
poligonal.....	429
Poligonal.....	430
Poligonal.....	54
Poligonal2d.....	430
Poligonal3d.....	431
poligonales.....	431
polígono.....	431
Polígono.....	432
Polígono.....	54
polígono_regular.....	433
Polígono2d.....	434
Polígono3d.....	434
polinómica?.....	434
polinomio.....	435
Polinomio.....	435

Polinomio.....	9
polinomio_a_matriz_de_compañía.....	436
polinomio anulador.....	436
polinomio_característico.....	436
polinomio_irreducible.....	437
polinomio_mínimo.....	437
polinomios_irreducibles.....	438
polo.....	438
posición.....	439
posición_horizontal.....	440
posición_vertical.....	441
positivo?.....	442
potencia.....	443
potencia_de_primo?.....	443
potencia_modular.....	443
precedente.....	443
precisión.....	443
preponer.....	444
primer_vértice.....	444
primo.....	445
primo?.....	445
primo?.....	23
prisma.....	445
producto.....	24
producto_vectorial.....	446
producto_vectorial.....	25
productorio.....	446
profundidad.....	448
progresión.....	448
Progresión.....	449
progresión_geométrica.....	449
proporción.....	450
proporción_ventana.....	450
proyección.....	450
proyectividad.....	451
pseudoresiduo.....	452
punto.....	452
Punto.....	458
Punto.....	50
punto_de_expansión.....	459
punto_inflexión.....	459
punto_inicial.....	459
punto_más_cercano.....	459
punto_más_cercano.....	77
punto_más_cercano2d.....	459
punto_más_cercano3d.....	460
punto_medio.....	461
punto_medio.....	55
punto_no_derivable.....	462
punto_singular.....	462
punto_singular_y_inflexión.....	462
Punto2d.....	462
Punto3d.....	463
puntos_de_tangencia.....	463

## r

racional.....	464
Racional.....	464
racional.....	464
racionaliza.....	465
radián.....	100
radio.....	465
raíces.....	465
raíces_a_polinomio.....	467
raíces_cuadradas.....	467
raíces2.....	468
raíz.....	468
raíz.....	44
raíz_cuadrada.....	469

raíz_cuadrada.....	44
raíz2.....	470
rango.....	471
rango.....	28
razón.....	471
razón.....	49
razón_simple.....	472
real.....	472
Real.....	472
Real_o_infinito.....	473
recorrido.....	473
Recorrido.....	474
Recorrido.....	474
recorrido_de_matriz.....	474
recta.....	475
Recta.....	477
Recta.....	478
recta_de_regresión.....	479
recta_de_regresión.....	91
recta_tangente.....	479
Recta2d.....	480
Recta3d.....	480
rectas_tangentes.....	480
redondear.....	481
reducción_de_hessenberg.....	482
reemplazar.....	482
región.....	70
Regla.....	484
Regla.....	485
relación.....	485
Relación.....	486
Relación.....	486
relación_vacía.....	486
repetir.....	487
repetir.....	15
representación_en_ciclos.....	487
representar.....	487
representar.....	71
representar_signo.....	488
res.....	489
residuo?.....	489
resolver.....	490
resolver_inecuación.....	492
resolver_numéricamente.....	492
resto.....	493
resto.....	22
resultado.....	494
resultante.....	495
retirar.....	496
rojo.....	496
rojo.....	497
rosa.....	497
rosa.....	497
rotación.....	497
rotación.....	64

## S

sea.....	499
sec.....	499
secuencia.....	499
Secuencia.....	500
secuencia_constante.....	500
segmento.....	501
Segmento.....	503
Segmento.....	504
Segmento2d.....	504
Segmento3d.....	505
segundo.....	101
segundo.....	99

segundo_vértice.....	505
seleccionar.....	505
semejantes?.....	506
semidistancia_focal.....	506
semieje_mayor.....	506
semieje_menor.....	507
sen.....	507
senh.....	507
serie.....	507
Serie.....	508
serie_de_taylor.....	508
si.....	509
Si.....	14
siemens.....	100
sievert.....	100
sigma.....	510
sigma_progresión.....	512
signo.....	512
signo.....	47
signo0.....	513
simetría.....	513
simetría.....	63
simetría_central.....	515
simétrica?.....	515
simplificar.....	516
simplificar_radical.....	516
sino.....	516
sino_si.....	517
skewness.....	518
solo_un_elemento.....	518
soporte.....	518
subcadena.....	518
subconjunto?.....	519
subextensión?.....	519
submatriz.....	519
suelo.....	520
suma.....	24
suma_de_subespacios.....	520
superficie.....	521
Superficie.....	521
Superficie_cartesiana.....	522
suplemento.....	522
Sustitución.....	522
sustituir.....	522
sustituir_cadena.....	522

## t

tabla.....	524
Tabla.....	524
Tabla_de.....	524
tabla_vacía.....	524
tablero.....	525
Tablero.....	525
tablero_defecto.....	525
tablero_defecto2d.....	526
tablero_defecto3d.....	526
tablero2d.....	526
Tablero2d.....	527
tablero3d.....	527
Tablero3d.....	528
tamaño.....	528
tamaño_fuente.....	528
tamaño_punto.....	528
tan.....	529
tangente.....	529
tanh.....	529
tartaglia.....	530
taylor.....	530
techo.....	530

teorema_chino.....	531
teorema_chino_en_coeficientes.....	532
tera.....	101
término.....	532
término_principal.....	532
términos.....	533
términos_progresión.....	533
tesla.....	100
tetraedro.....	533
texto.....	534
tipo.....	534
todas_las_variables.....	535
tolerancia.....	535
tolerancia_relativa.....	536
tomar.....	537
toro_poliédrico.....	537
torre.....	538
transforma_matriz.....	538
transparencia.....	538
transponer.....	538
transponer.....	27
transposición.....	539
traslación.....	539
traslación.....	64
trasladar.....	540
traza.....	540
triángulo.....	541
Triángulo.....	541
Triángulo.....	542
triángulo_equilátero.....	542
Triángulo2d.....	543
Triángulo3d.....	544
truncar.....	544

## U

unidad.....	545
Unidad.....	545
unidad.....	99
unidad_adimensional.....	546
unidad_si.....	546
unión.....	546
uno?.....	546

## V

Vacío.....	548
valores_y_vectores_propios.....	548
vaps.....	548
variable.....	548
Variable.....	549
variables.....	550
variaciones.....	551
variaciones.....	94
variaciones_con_repetición.....	551
variaciones_con_repetición.....	95
variancia.....	552
variancia.....	89
variancia_n.....	552
vector.....	552
Vector.....	554
Vector.....	555
vector_canónico.....	557
vector_constante.....	558
vector_de_ecuación.....	558
vector_normal.....	558
vector_perpendicular.....	558
veps.....	559
verde.....	559
verde.....	559

versor.....	559
vértice.....	559
vértices.....	560
visible.....	561
volt.....	100
volumen.....	561

## W

watt.....	100
weber.....	100

## Y

yocto.....	101
yotta.....	101

## Z

zepto.....	101
zetta.....	101
Zn.....	565
Zns.....	565
zoom.....	565
zoom_dentro.....	565
zoom_fuera.....	566