A large, abstract graphic composed of thick, light-orange lines that form a complex, interlocking pattern resembling a stylized knot or a series of overlapping loops. It occupies most of the page's background.

MANUAL

WIRIS 2.2

Índice

| | |
|--|-----------|
| 1 minuto | 4 |
| Objetos matemáticos | 7 |
| Números | 7 |
| Variables | 8 |
| Asignación y definición de valores a variables | 8 |
| Otros objetos | 9 |
| Aritmética | 14 |
| Símbolos | 14 |
| Paréntesis | 15 |
| Divisibilidad | 16 |
| Álgebra lineal | 18 |
| Operaciones | 18 |
| Funciones | 20 |
| Ecuaciones y sistemas | 23 |
| Resolución de ecuaciones y sistemas de ecuaciones | 23 |
| Ecuación | 23 |
| Sistema de ecuaciones | 24 |
| Sistemas lineales en forma matricial | 24 |
| Métodos numéricos | 25 |
| Uso de las soluciones | 25 |
| Ecuaciones diferenciales ordinarias | 26 |
| Resolución de ecuaciones y de sistemas de inecuaciones | 27 |
| Análisis | 28 |
| Derivación | 28 |
| Integración | 29 |
| Cálculo de primitivas | 29 |
| Integración definida | 30 |
| Cálculo de límites | 31 |
| Límite | 31 |
| Límite lateral | 32 |
| Series de Taylor | 33 |
| Series | 33 |
| Ecuaciones diferenciales | 34 |
| Funciones | 36 |
| Definición de funciones | 36 |
| Funciones reales | 38 |
| Progresiones | 42 |
| Funciones | 42 |
| Geometría | 44 |
| Objetos geométricos | 44 |
| Funciones | 49 |
| Estudio geométrico | 49 |
| Transformaciones | 56 |
| Gráficos 2D | 59 |
| Comando dibujar | 59 |

| | |
|--|------------|
| Dibujo de regiones..... | 64 |
| Comando representar..... | 65 |
| Comandos para escribir texto..... | 66 |
| Tablero de dibujo..... | 67 |
| Geometría interactiva..... | 70 |
| Gráficos 3D | 72 |
| Comando dibujar..... | 72 |
| Comandos para escribir texto..... | 77 |
| Tablero de dibujo..... | 78 |
| Geometría interactiva..... | 80 |
| Estadística | 81 |
| Funciones..... | 82 |
| Funciones dos variables..... | 84 |
| Combinatoria | 87 |
| Funciones..... | 87 |
| Unidades de medida | 91 |
| Notación | 92 |
| Aritmética | 92 |
| Funciones | 92 |
| Tablas..... | 93 |
| Unidades básicas del SI | 93 |
| Unidades derivadas del SI | 94 |
| Unidades de otros sistemas de unidades | 95 |
| Prefijos del Sistema Internacional de Unidades | 95 |
| Menús, iconos... | 97 |
| Pestañas de la barra de herramientas..... | 97 |
| Tablero de dibujo..... | 107 |
| Barra de herramientas | 110 |
| ¿Quién puede configurar la barra de herramientas?..... | 110 |
| ¿Por qué configurar la barra de herramientas?..... | 110 |
| ¿Cómo se puede configurar la barra de herramientas?..... | 110 |
| Ejemplo..... | 110 |
| Primaria | 112 |
| ¿Qué es?..... | 112 |
| ¿Dónde está?..... | 112 |
| 1 minuto..... | 112 |
| Desktop..... | 115 |
| Interfaz de usuario | 115 |
| Menús..... | 115 |
| Ventanas de usuario..... | 115 |
| Apéndice..... | 119 |
| Índice Alfabético..... | 568 |

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 π e

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

La aproximación decimal a π 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

$\begin{pmatrix} x & -2 & y \\ 3+1 & 5 & -7 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} x & -2 & y \\ 7 & 5 & -7 \end{pmatrix}$

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 | → | 123 |
| -2 | → | -2 |
| $100 \cdot (-2) - 10 \cdot 0$ | → | -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

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

irracionales: los números irracionales que permite manipular WIRIS son $\#$, e , π , 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 NOTA 1 | = |  | |
| ecuación | == |  | <i>Ctrl + =</i> |
| desigualdad | != |  | <i>Ctrl + !</i> |
| inecuaciones | > |  | |
| | >= |  | <i>Ctrl + Shift + ></i> |
| | < |  | |
| | <= |  | <i>Ctrl + <</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 $?$ ^{NOTA 2} 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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$\begin{array}{l} \left(\left(2 - \frac{3}{5} \right) \cdot 5 \right)^3 \rightarrow 343 \\ 2 - \frac{3}{5} \cdot 5^3 \rightarrow -73 \end{array}$$

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

$$\begin{array}{l} 2/4+2 \cdot 3 \rightarrow \frac{13}{2} \\ (2/4) + (2 \cdot 3) \rightarrow \frac{13}{2} \\ \frac{2}{4} + 3 \cdot 2 \rightarrow \frac{13}{2} \end{array}$$

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

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

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

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

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

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

`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

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

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

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

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

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

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

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 | Ecuación |
| | Sistema de ecuaciones |
| 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 queramos 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.

| | |
|-----------------|--|
| Ejemplos | <code>resolver(x²+5·x+6=0)</code> → $\{\{x=-3\}, \{x=-2\}\}$ |
| | <code>resolver(x²+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(x²+a·x+6=0, a)</code> → $\left\{ \left\{ a = \frac{-x^2-6}{x} \right\} \right\}$ |

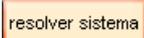
Tanto si especificamos la variable que queremos aislar como si no, podemos añadir el argumento \mathbb{C} en la última posición para buscar soluciones en el cuerpo de los números complejos. En este caso, las ecuaciones y sistemas de ecuaciones tienen que ser polinómicas.

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

```

resolver( $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$ , [1, 2]) →  $\left[0, \frac{1}{2}\right]$ 
resolver( $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}$ , [1, 2]) →  $\left\{\begin{pmatrix} -2 \\ 1 \end{pmatrix}, [1, 0]\right\}$ 
resolver( $\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 4 \end{pmatrix}$ , [1, 3]) → nulo

A =  $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ a & 1 \end{pmatrix}$  →  $\begin{pmatrix} 1 & 0 \\ a & 1 \end{pmatrix}$ 
b = [-1, 2] → [-1, 2]
x = resolver(A, b) → [-1, a+2]
A · x = b ? → cierto

```

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

```

resolver_numéricamente(x = sen(x)) → {x=0.}
resolver(x = sen(x)) → {}

eq = x2 - x - 1 = 0 → x2 - x - 1 = 0
resolver(eq) →  $\left\{\left\{x = \frac{\sqrt{5}}{2} + \frac{1}{2}\right\}, \left\{x = -\frac{\sqrt{5}}{2} + \frac{1}{2}\right\}\right\}$ 
resolver_numéricamente(eq) → {x=-0.61803}

```

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

Ejemplos

```

resolver_numéricamente( $\begin{cases} y = \text{sen}(x) \\ x^2 + y^2 = 1 \end{cases}$ ) → {x=0.73909, y=0.67361}
resolver( $\begin{cases} y = \text{sen}(x) \\ x^2 + y^2 = 1 \end{cases}$ ) → {}

```

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) →  $x > \sqrt[3]{5}$   
resolver_inecuación(x2<5,x) →  $x > -\sqrt{5} \& x < \sqrt{5}$   
resolver_inecuación(x2>5) →  $x > \sqrt{5} | x < -\sqrt{5}$   
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.

| | | |
|---------------------------------|------------------------------|-------------------|
| >>rápido | | |
| Derivación | | |
| Integración | Cálculo de primitivas | |
| | Integración definida | |
| Cálculo de límites | Límite | |
| | Límite lateral | |
| Series de Taylor | | |
| Series | | |
| Ecuaciones diferenciales | 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.

| | |
|-----------------|--|
| Ejemplos | $\frac{d(x^3+x^2+x+1)}{dx} \rightarrow 3 \cdot x^2 + 2 \cdot x + 1$ |
| | $\frac{d(\text{sen}(k \cdot x))}{dx} \rightarrow k \cdot \text{cos}(k \cdot x)$ |
| | $\frac{d(f(x)^2)}{dx} \rightarrow 2 \cdot f(x) \cdot f'(x)$ |
| | $\frac{d(g(t))}{dy} \rightarrow 0$ |
| | $\text{derivar}(x \cdot t + e^{\text{sen}(t)}, t) \rightarrow \text{cos}(t) \cdot e^{\text{sen}(t)} + x$ |

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.

| | |
|-----------------|---|
| Ejemplos | $f = x^3 + x^2 + x + 1 \rightarrow x^3 + x^2 + x + 1$ |
| | $f' \rightarrow 3 \cdot x^2 + 2 \cdot x + 1$ |
| | $2' \rightarrow 0$ |
| | $(x+y)'$ |

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

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

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 sen^{-1} , cos^{-1} i 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, calcularán 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(e^2)` → 2
- `log(1000)` → 3
- `log(12345)` → 4.0915
- `log($7^3, 7$)` → 3.
- `log(2, 10)` → 0.30103
- `log10(1000)` → 3.
- `log7(7^3)` → 3.
- `log3(9)` → 2.

valor absoluto: Icono , comando `absoluto`

Calcula el valor absoluto del argumento.

Ejemplos

- `| -3 |` → 3
- `$\left| \frac{5}{2} \right|$` → $\frac{5}{2}$
- `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

| | | | |
|-----------------------|------|-------|------------------------------------|
| >>rápido | | | |
| Funciones | 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.

Ejemplos

```

p=progresión(2,4,6,8) → 2,4,6,...,2·n,...arithmetic
p(2) → 4
p(5) → 10
p(n) → 2·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.

Ejemplos

```

c=progresión(2,2) → 2,2,2,...,2,...constant
a1=progresión(-1,3,7,11) → -1,3,7,...,-5+4·n,...arithmetic
a2=progresión(3,6,9) → 3,6,9,...,3·n,...arithmetic
paso(c) → 0
paso(a1) → 4
paso(a2) → 3
        
```

razón: comando [razón](#)

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

| | |
|-----------------|--|
| Ejemplos | <code>c=progresión(2,2)</code> → 2,2,2,...,2,...constant |
| | <code>g1=progresión(-1,1,-1,1)</code> → -1,1,-1,...,(-1) ⁿ ,...geometric |
| | <code>g2=progresión(a·r,a·r²,a·r³)</code> → a·r,a·r ² ,a·r ³ ,...,a·r ⁿ ,...geometric |
| | <code>razón(c)</code> → 1 |
| | <code>razón(g1)</code> → -1 |
| | <code>razón(g2)</code> → 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 | <code>p=progresión(3,5,7,9)</code> → 3,5,7,...,1+2·n,...arithmetic |
| | <code>sigma_progresión(p,1,3)</code> → 15 |
| | <code>p=progresión(t,t)</code> → t,t,t,...,t,...constant |
| | <code>sigma_progresión(p,1,7)</code> → 7·t |
| | <code>G=progresión(1,r,r²,r³)</code> → 1,r,r ² ,..., $\frac{1}{r} \cdot r^n$,...geometric |
| | <code>sigma_progresión(G,1,n)</code> → $\frac{r^n}{r-1} - \frac{1}{r-1}$ |

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 | <code>A=progresión($\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}$)</code> → $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \dots, \frac{1}{2}^n$,...geometric |
| | <code>sigma_progresión(A,1,n)</code> → $-\frac{1}{2}^n + 1$ |
| | <code>lim_{n→∞} (sigma_progresión(A,1,n))</code> → 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 | Estudio geométrico | | | |
| | distancia | punto medio | mediatriz | bisectriz |
| | altura | mediana | área | perímetro |
| | ángulo | intersecar | paralelas | perpendiculares |
| | Transformaciones | | | |
| | 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?](#).

| | |
|-----------------|-----------------------------------|
| Ejemplos | <code>punto(1,2)</code> → (1,2) |
| | <code>punto(-3,4)</code> → (-3,4) |
| | <code>P=punto(6,0)</code> → (6,0) |
| | <code>P₁</code> → 6 |

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) → $x^2+y^2=9$

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

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

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

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

centro (c) → (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,√3), punto (2,-√3), punto (-1,0), punto (-2,√3))
→ $x^2-y^2-1=0$

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

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

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

vértice (p) → (3,6)

semidistancia_focal (p) → 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))) → $\left(\frac{7}{2}, \frac{9}{2}\right)$

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)) → $\left(\frac{5}{2}, \frac{5}{2}, \frac{5}{2}\right)$

punto_medio(segmento(punto(0,0,0),punto(-1,-1,-1))) → $\left(-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right)$

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)

→ $y = -\frac{1}{6} \cdot x + \frac{35}{12}$, $y = -4 \cdot x - \frac{37}{2}$, $y = \frac{3}{5} \cdot x + \frac{36}{5}$

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

- `perímetro(x2+y2=17)` → $2 \cdot \pi \cdot \sqrt{17}$
- `T=triángulo(punto(0,0),punto(5,0),punto(2,2))` → `(0,0) - (5,0) - (2,2)`
- `perímetro(T)` → $2 \cdot \sqrt{2} + \sqrt{13} + 5$

Ejemplos 3D

- `T=triángulo(punto(1,0,0),punto(0,1,0),punto(0,0,1))` → `(1,0,0) - (0,1,0) - (0,0,1)`
- `perímetro(T)` → $3 \cdot \sqrt{2}$

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 π .

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

- `ángulo(y=x,y=0)` → $\frac{\pi}{4}$
- `ángulo([1,2],[3,7])` → 0.058756
- `T=triángulo(punto(0,0),punto(7,0),punto(0,2))` → `(0,0) - (7,0) - (0,2)`
- `ángulo(T,1)` → $\frac{\pi}{2}$
- `ángulo(T,2)` → 0.2783
- `ángulo(T,3)` → 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=triángulo(punto(0,0,1),punto(1,0,1),punto(0,1,1))` → `(0,0,1) - (1,0,1) - (0,1,1)`
- `ángulo3d(T,1)` → $\frac{\pi}{2}$
- `estado_geometría("3D")` → 2
- `ángulo(x=0,y=0)` → $\frac{\pi}{2}$

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(i/2)·sen(j/2)}),{color=rojo})
  fin
fin
dibujar3d({x,y,4·cos(x/2)·sen(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

| >>rápido | | | | |
|-------------------------|---------------------|------------------|--------------------|-----------|
| Funciones | media | media geométrica | media armónica | variancia |
| | desviación estándar | mediana | cuartil | moda |
| Funciones dos variables | 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 | <code>{0,1,0,0,1,1,1}</code> → <code>{0,1,0,0,1,1,1}</code> |
| | <code>[0→3,1→4]</code> → <code>[0→3,1→4]</code> |
| | <code>lista([0→3,1→4])</code> → <code>{0,0,0,1,1,1,1}</code> |

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 | <code>media({0,1,0,0,1,1,1})</code> → 0.57143 |
| | <code>media([0→3,1→4])</code> → 0.57143 |
| | <code>mediana({-3,-2,1,1,1,2})</code> → 1. |
| | <code>variancia({-3,5,0,1,2})</code> → 8.5 |
| | <code>X={1,2,-1,4}</code> → <code>{1,2,-1,4}</code> |
| | <code>Y={-1,-2,1,-4}</code> → <code>{-1,-2,1,-4}</code> |
| | <code>correlación(X,Y)</code> → -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

- $X = \{1, 2, 1, -3, 1, -5, 2\} \rightarrow \{1, 2, 1, -3, 1, -5, 2\}$
- `media_harmónica(X)` \rightarrow 2.0192
- $X = [2 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 3, -1 \rightarrow 2] \rightarrow [-1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 3]$
- `media_harmónica(X)` \rightarrow -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

- $X = \{1, 2, 1, -3, 1, -5, 2\} \rightarrow \{1, 2, 1, -3, 1, -5, 2\}$
- `variancia(X)` \rightarrow 7.4762
- $X = [2 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 3, -1 \rightarrow 2] \rightarrow [-1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 3]$
- `variancia(X)` \rightarrow 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

- $X = \{1, 2, 1, -3, 1, -5, 2\} \rightarrow \{1, 2, 1, -3, 1, -5, 2\}$
- `desviación_estándar(X)` \rightarrow 2.7343
- $X = [2 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 3, -1 \rightarrow 2] \rightarrow [-1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 3]$
- `desviación_estándar(X)` \rightarrow 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} → {1,2,1,-3,1,-5,2}
mediana(X) → 1.

X=[2→1,3→3,-1→2] → [-1→2,2→1,3→3]
mediana(X) → 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} → {1,2,1,-3,1,-5,2}
cuartil(1,X) → -1.
cuartil(3,X) → 1.5

X=[2→1,3→3,-1→2] → [-1→2,2→1,3→3]
cuartil(1,X) → -1.
cuartil(3,X) → 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} → {1,2,1,-3,1,-5,2}
moda(X) → 1.

X=[2→1,3→3,-1→2] → [-1→2,2→1,3→3]
moda(X) → 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_{4,2}</code> → 6 |
| | <code>P₂₀</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

$$\left(\begin{array}{cccccccc} - & - & - & - & \binom{0}{0} & - & - & - & - \\ - & - & - & \binom{1}{0} & - & \binom{1}{1} & - & - & - \\ - & - & \binom{2}{0} & - & \binom{2}{1} & - & \binom{2}{2} & - & - \\ - & \binom{3}{0} & - & \binom{3}{1} & - & \binom{3}{2} & - & \binom{3}{3} & - \\ \binom{4}{0} & - & \binom{4}{1} & - & \binom{4}{2} & - & \binom{4}{3} & - & \binom{4}{4} \end{array} \right) \rightarrow \left(\begin{array}{cccccccc} - & - & - & 1 & - & - & - & - \\ - & - & 1 & 1 & - & - & - & - \\ - & 1 & 2 & 1 & - & - & - & - \\ 1 & 3 & 3 & 1 & - & - & - & - \\ 1 & 4 & 6 & 4 & 1 & - & - & - \end{array} \right)$$

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 | | |
|----------|---|----------------------|
| | 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 usamos 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 | <code>5 m</code> → <code>5 m</code> |
| | <code>5 m + 6 cm</code> → <code>5 m 6 cm</code> |
| | <code>convertir(5 g, dg)</code> → <code>50. dg</code> |
| | <code>convertir(120 km/h, $\frac{m}{s}$)</code> → <code>33.333 ms⁻¹</code> |
| | <code>convertir(5 J)</code> → <code>5. m²kg s⁻²</code> |
| | <code>convertir(15.123 m³, l)</code> → <code>15123. l</code> |

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 | $1 \text{ h } 35 \text{ min} \rightarrow 1 \text{ h } 35 \text{ min}$ |
| | $A=1 \text{ kg } 5 \text{ g}+3 \text{ kg } 2 \text{ g} \rightarrow 4 \text{ kg } 7 \text{ g}$ |
| | $\text{convertir}(A, g) \rightarrow 4007. g$ |
| | $\text{convertir}(35^\circ 45' 12'', \text{rad}) \rightarrow 0.62401 \text{ rad}$ |

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⁻¹J
- factor_de_conversión(dg) → $\frac{1}{10000}$ kg dg⁻¹
- factor_de_conversión(min) → 60 s min⁻¹

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 m²+15 cm²) → 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 m²+15 cm²) → m²

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 | Ω | 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 | $kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$ |

| | | | | |
|-------------------------------|-----------|-----|-------------------|---|
| inductancia | henry | H | Wb/A | $m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$ |
| flujo luminoso | lumen | lm | cd·sr | $m^2 \cdot m^{-2} \cdot cd = cd$ |
| iluminancia | lux | lx | lm/m ² | $m^2 \cdot m^{-4} \cdot cd = m^{-2} \cdot cd$ |
| actividad de un radionucleido | becquerel | Bq | | s ⁻¹ |
| dosis absorbida | gray | Gy | J/kg | $m^2 \cdot s^{-2}$ |
| dosis equivalente | sievert | Sv | J/kg | $m^2 \cdot s^{-2}$ |
| actividad catalítica | katal | Kat | | s ⁻¹ ·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 ¹ | deca | da |
| 10 ² | hecto | h |
| 10 ³ | kilo | k |
| 10 ⁶ | 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 | μ |
| 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...

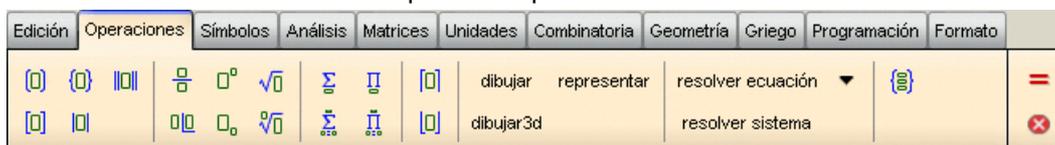
| >>rápido | | | | |
|--------------------------------------|-----------|----------|--------------|--------------|
| Pestañas de la barra de herramientas | General | Edición | Operaciones | Símbolos |
| | Análisis | Matrices | Unidades | Combinatoria |
| | Geometría | Griego | Programación | Formato |
| Tablero de dibujo | | | | |

En este capítulo descubrimos cómo utilizar los distintos menús e iconos de WIRIS.

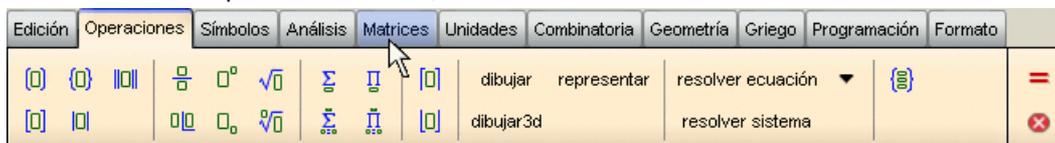
Al acceder a la página de WIRIS, aparece una colección de pestañas, como por ejemplo Edición, Operaciones o Análisis. En cada momento sólo es visible el contenido de una de las pestañas. Para mostrar el contenido de una pestaña, debemos hacer un clic en su nombre.

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 www.wiris.com | | 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. | <code>ctrl + Q</code> | raíz cuadrada | <code>sqrt</code> |
| | Crea la raíz enésima. | <code>ctrl + A</code> | raíz | <code>root</code> |
| | | | | |
| | Crea un sumatorio. | | sigma | <code>sum</code> |
| | Crea un sumatorio en un recorrido. | | | <code>sumx</code> |
| | Crea un productorio. | | productorio | <code>prod</code> |
| | Crea un productorio en un recorrido. | | | <code>prodx</code> |
| | | | | |
| | Crea el icono asociado a la parte entera por exceso. | | techo | <code>ceil</code> |
| | Crea el icono asociado a la parte entera por defecto. | | suelo | <code>floor</code> |
| | | | | |
| | Crea el comando <code>dibujar</code> | | dibujar gráficos | <code>plot</code> |
| | Crea el comando <code>dibujar3d</code> | | dibujar gráficos 3d | <code>plot3d</code> |
| | Crea el comando <code>representar</code> | | Representar gráficos | <code>represent</code> |
| | | | | |
| | Crea el comando <code>resolver</code> , con espacio para introducir una ecuación. | | Resolución de ecuaciones | <code>solveequation</code> |
| | Crea el comando <code>resolver</code> , con espacio para introducir un sistema de ecuaciones. | | Resolución de sistemas | <code>solvesystem</code> |
| | Da acceso a un menú que permite añadir o borrar elementos de una lista vertical. | | | <code>menu</code> |
| | Crea una lista vertical de <code>n</code> elementos para escribir, por ejemplo, un sistema de <code>n</code> ecuaciones. Por defecto, <code>n=3</code> . | <code>Shift + Enter</code> (añade una línea) | lista vertical | <code>vertlist</code> |

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. | | ecuaciones e inecuaciones | 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. | | asignar definir función | define |
|  | Define el valor de una variable. | | definir | assign |
|  | Constructor de reglas y sustituciones. | | reglas y sustituciones. | RRightarrow |
|  | Constructor de divisores y relaciones. | | divisores relaciones | rightarrow |
|  | Constructor de reglas y sustituciones. | | | delayedruleruletuple |
|  | Constructor de funciones anónimas. | | funciones anónimas | longmapsto |
|  | Crea el símbolo de unión. | | unión | cup |
|  | Crea el símbolo de intersección. | | intersecar | cap |
|  | Sirve para construir una expresión booleana equivalente al comando pertenece? | | | in |
|  | Sirve para construir una expresión booleana equivalente al comando no_pertenece? | | | 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. | | <code>derivar</code> | <code>derivate</code> |
|  | Crea el símbolo del límite de una función respecto una variable. | <code>ctrl + L</code> | <code>límite</code> | <code>limit</code> |
|  | Crea el símbolo del límite por la derecha de una función respecto una variable. | | <code>límite lateral</code> | <code>rightlimit</code> |
|  | Crea el símbolo del límite por la izquierda de una función respecto una variable. | | <code>límite lateral</code> | <code>leftlimit</code> |

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 $m=3$. | | <code>matriz</code> | <code>pmatrix</code> |
|  | Crea el símbolo de determinante de una matriz cuadrada con n filas. Por defecto, $n=3$. | | <code>determinante</code> | <code>vmatrix</code> |
|  | Crea la matriz identidad. | | <code>matriz_identidad</code> | <code>identitymatrix</code> |
|  | Da acceso a un menú que permite modificar vectores y matrices. | | | <code>menu</code> |
|  | Crea un vector de n elementos. Por defecto, $n=3$. | | <code>vector</code> | <code>bvector</code> |
|  | Crea unos corchetes de tamaño variable | <code>ctrl + [</code> <code>ctrl +]</code> | <code>vector</code> | <code>bparenthesis</code> |
|  | Crea el símbolo de transposición de una matriz o un vector. | | <code>transponer</code> | <code>transpose</code> |
|  | Crea el símbolo de inversión de una matriz. | | <code>inverso</code> | <code>inverse</code> |
|  | Crea un exponente. | <code>ctrl + Arriba</code> <code>Ctrl +</code> <code>Shift + ^</code> | <code>potencia</code> | <code>power</code> |
|  | Crea un subíndice. | <code>ctrl + Abajo</code> <code>ctrl + .</code> | <code>extracción</code> | <code>-</code> |
|  | Crea el determinante de una matriz. | | <code>determinante</code> | <code>vparenthesis</code> |
|  | Crea las barras, de tamaño variable, de la norma de un vector. | | <code>norma</code> | <code>VVparenthesis</code> |

| | | | | |
|---|--|--|--------------------|------------|
|  | 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. | | | $\wedge 2$ |
|  | Crea la potencia de grado 3 de una expresión. | | | $\wedge 3$ |

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. | | variaciones | variations |
|  | Crea el símbolo de variaciones con repetición. | | variaciones con repetición | variationsr |
|  | Crea el símbolo de permutaciones. | | permutaciones | permutations |
|  | Crea el símbolo de permutaciones con repetición. | | permutaciones con repetición | permutationsr |
|  | Crea el símbolo de un número combinatorio. | | combinaciones | 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. | | punto | point |
|  | Crea un punto en el espacio. | | punto | point3d |
|  | Crea una recta a partir de dos puntos. | | recta | line |
|  | Crea un segmento a partir de dos puntos. | | segmento | segment |
|  | Crea una triángulo a partir de tres puntos. | | triángulo | triangle |
|  | Crea un plano a partir de tres puntos. | | plano | plane |
|  | Crea una poligonal a partir de varios puntos. | | poligonal | polygonal |
|  | Crea un polígono a partir de varios puntos. | | polígono | polygon |
|  | Crea una circunferencia a partir del centro y el radio. | | circunferencia | 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. | | <code>cónica</code> | <code>conic</code> |
|  | Crea un poliedro regular. | | <code>poliedro</code> | <code>polyhedra</code> |
|  | Da acceso a un menú que permite crear los poliedros: <code>tetraedro</code> , <code>cubo</code> , <code>octaedro</code> , <code>icosaedro</code> , <code>dodecaedro</code> , <code>prisma</code> , <code>pirámide</code> , <code>cilindro_poliédrico</code> , <code>cono_poliédrico</code> , <code>esfera_poliédrica</code> y <code>toro_poliédrico</code> . | | <code>poliedro</code> | <code>polyhedra_menu</code> |
|  | Crea una recta paralela a una dada que pase por el punto dado. | | <code>paralelas</code> | <code>parallel</code> |
|  | Crea un plano paralelo a uno dado que pase por el punto dado. | | <code>paralelas</code> | <code>parallel3d</code> |
|  | Crea una recta perpendicular a una dada que pase por el punto dado. | | <code>perpendiculares</code> | <code>perpendicular</code> |
|  | Crea un plano perpendicular a uno dado que pase por la recta dada. | | <code>perpendiculares</code> | <code>perpendicular3d</code> |
|  | Crea la bisectriz de dos rectas. | | <code>bisectriz</code> | <code>bisector</code> |
|  | Crea la bisectriz de dos planos. | | <code>bisectriz</code> | <code>bisector3d</code> |
|  | Crea la intersección de dos figuras geométricas. | | <code>intersecar</code> | <code>intersection</code> |

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. | | <code>si...</code> | <code>pr_if</code> |
|  | Realiza una instrucción según si se cumple una condición o no; en caso contrario realiza otra instrucción. | | | <code>pr_ifelse</code> |

| | | | | |
|--|---|---------------------------|--|-----------|
| | 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 www.wiris.com | | | logoicon |

| | | | |
|---|--|------------------------------|----------------|
|  | Prepara el dibujo para guardarlo en un archivo. | | save |
| <hr/> | | | |
|  | Añade o elimina los ejes coordenados | mostrar_ejes | 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. | proporción | 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. | información | 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.

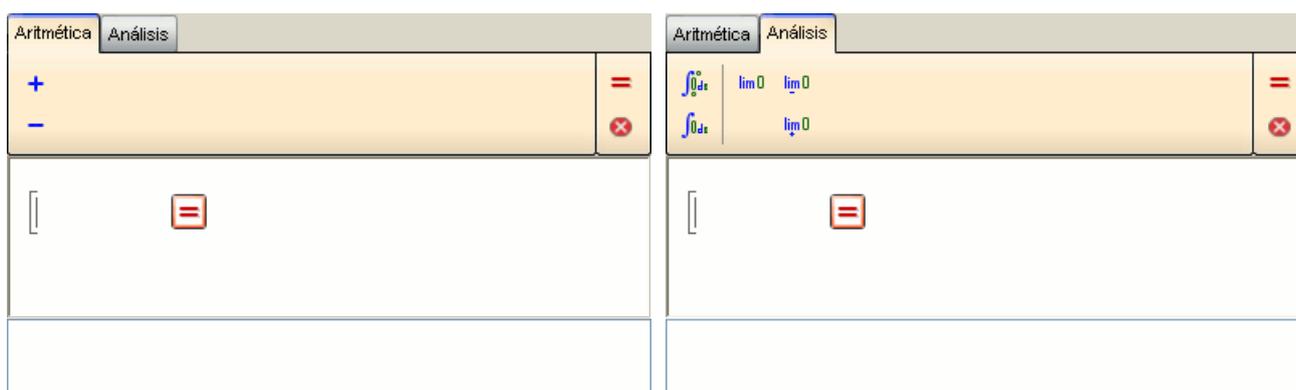
Por ejemplo, es posible tener una calculadora donde solamente aparezcan los iconos correspondientes a las unidades de medida (metro, segundo, ...) que se quieran aprender en una lección.

¿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, ...](#)

Primaria

¿Qué es?

La calculadora WIRIS tiene una barra de herramientas adaptada a la educación primaria.

Esta barra de herramientas tiene los iconos necesarios para que un alumno de primaria se sienta cómodo entre los símbolos que allí aparecen, ya que son los apropiados para su nivel.



Además de estos iconos en la barra de la calculadora, tenemos un teclado al lado derecho que contiene los iconos numéricos, los paréntesis, las operaciones básicas (suma, resta, multiplicación, división decimal, raíz cuadrada y fracción), el símbolo decimal y el símbolo de igualdad:



¿Dónde está?

Podemos encontrar la calculadora adaptada a la educación primaria en wiris primaria.

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 dónde se encuentra el cursor, usamos la tecla *Enter* (Retorno de carro).
3. Evaluamos la expresión o bloque de expresiones haciendo clic en el icono .
4. Obtenemos el resultado a la derecha de la expresión original y separado de ésta 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 de 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 (esto 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:

Operaciones aritméticas: , , , , , y

Ejemplos

Sumar
 $1+1 \rightarrow 2$

Restar
 $1-(3+4) \rightarrow -6$

Multiplicar
 $3 \cdot 4 \rightarrow 12$
 $4 \cdot (-8) \rightarrow -32$
 $(-6) \cdot 8 \rightarrow -48$
 $(-5) \cdot (-9) \rightarrow 45$

Crear una fracción
 $\frac{34}{12} \rightarrow \frac{17}{6}$

Crear un número decimal
 $3.1416 \rightarrow 3.1416$

Pasar de fracción a decimal
 $\frac{22.0}{10} \rightarrow 2.2$
 $\frac{22}{10.0} \rightarrow 2.2$
 $\frac{22.0}{10.0} \rightarrow 2.2$

Raíz cuadrada
 $\sqrt{8} \rightarrow 2 \cdot \sqrt{2}$
 $\sqrt{8.0} \rightarrow 2.8284$

Potencias
 $2^2 \cdot 3^4 \rightarrow 324$
 $(-3)^2 \rightarrow 9$
 $(-2)^{-3} \rightarrow -\frac{1}{8}$

Crear polinomios
 $x^2+x-1 \rightarrow x^2+x-1$

Símbolos: , , , , , , π y $\approx \pi$

Ejemplos

Operaciones con símbolos

$2 \cdot 2 > 5 ? \rightarrow \text{falso}$

$-3 \cdot (-1) \geq 4 ? \rightarrow \text{falso}$

$8 < 8 ? \rightarrow \text{falso}$

$-15 \leq -15 ? \rightarrow \text{cierto}$

$2.22223 = 2.33 ? \rightarrow \text{falso}$

$-3 \cdot (-4) \cdot (5) = (-12) \cdot (-5) ? \rightarrow \text{cierto}$

$\frac{12}{6} = \frac{4}{2} ? \rightarrow \text{cierto}$

$\frac{3}{4} \neq \frac{6}{8} ? \rightarrow \text{falso}$

Unidades de medida:

Ejemplos

$90^\circ 60' \rightarrow 91^\circ$

$45^\circ 56' 240'' \rightarrow 46^\circ$

$50' + 4 \cdot 60'' \rightarrow 54'$

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**.

>>rápido

Desktop

Interfaz de usuario

WIRIS Desktop tiene tres partes principales:

- [Barra de herramientas WIRIS](#) (para más información, consulte la [Guía Rápida](#))
- Menús
- Ventanas de usuario



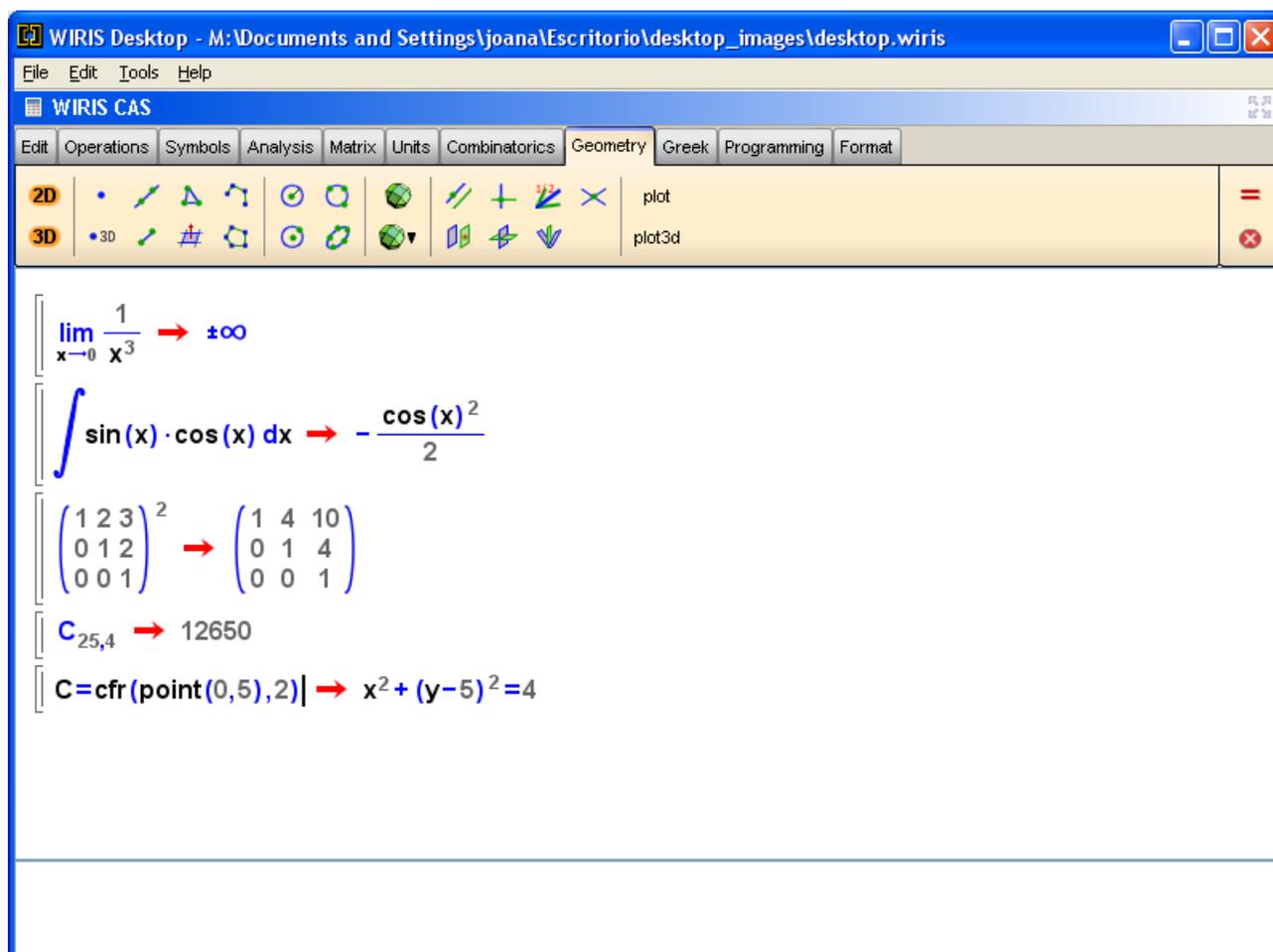
Menús

Los menús permiten realizar las acciones más genéricas. Existen cuatro menús, que no describiremos con detalle, dado que permiten realizar las acciones típicas comunes a toda aplicación:

- Archivo: permite abrir, guardar e imprimir una sesión WIRIS
- Edición: las funcionalidades clásicas de copiar y pegar, así como deshacer y rehacer
- Herramientas: permite al usuario realizar otras acciones, como personalizar la aplicación
- Ayuda, ¡el punto de acceso a este manual!

Ventanas de usuario

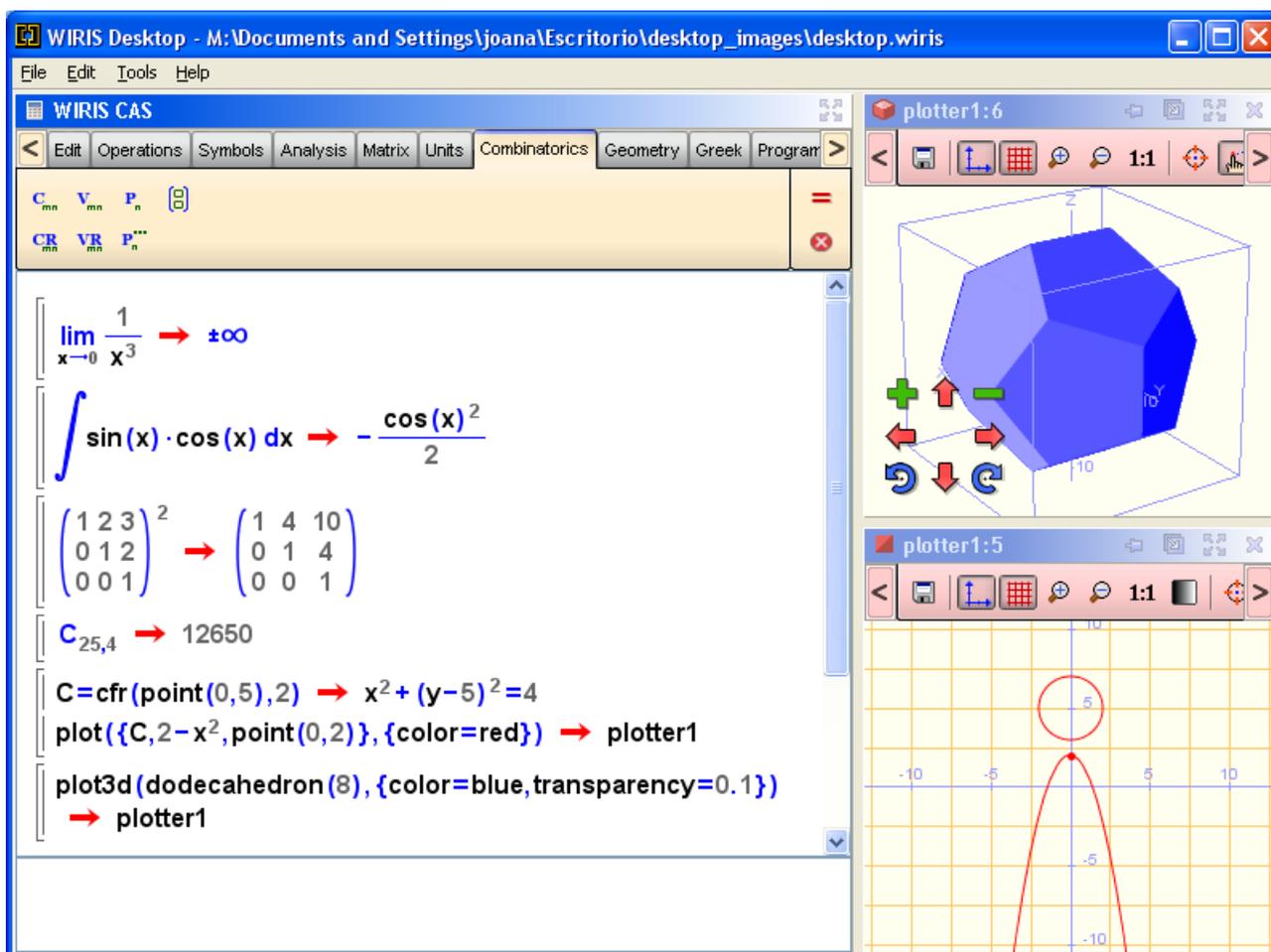
La ventana principal es la ventana de datos (llamada WIRIS CAS), en la que el usuario puede escribir instrucciones de WIRIS y recibir las respuestas a sus instrucciones.



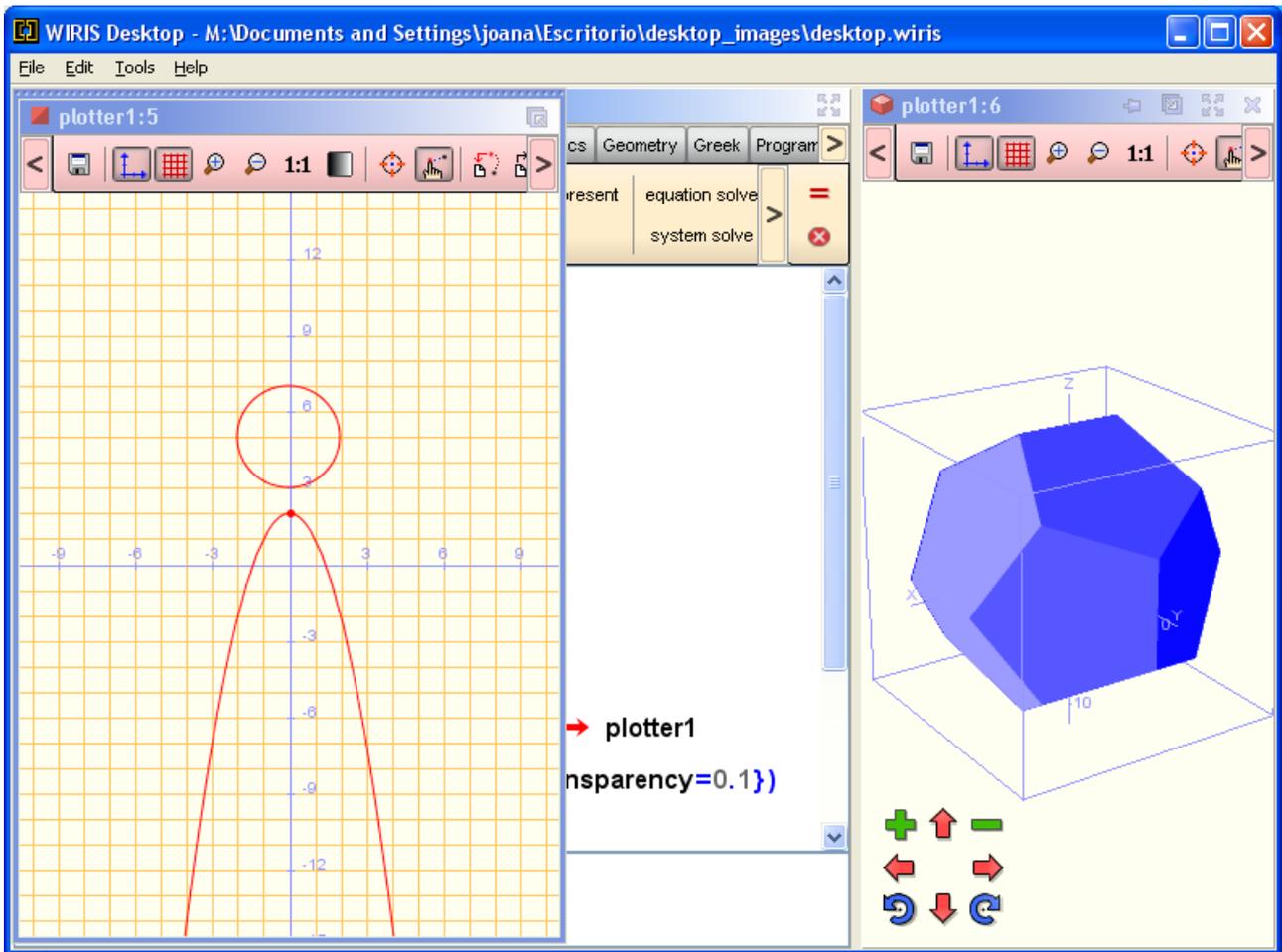
Cuando el usuario pide un gráfico, WIRIS Desktop abre una ventana nueva y la ubica redimensionando el resto de ventanas abiertas. El usuario puede ajustar el tamaño de cada ventana moviendo los separadores de las mismas.

El usuario puede lanzar diversas ventanas de gráficos simultáneamente, así como navegar a través de las mismas mediante los botones de maximizar, restablecer y minimizar.

También es posible arrastrar y soltar (drag 'n drop) las ventanas; WIRIS Desktop reajustará hábilmente todas las ventanas para que se ajusten al espacio disponible.



Las ventanas de gráficos pueden ser minimizadas, y se convertirán en una pequeña etiqueta en la parte izquierda de la pantalla. El usuario puede previsualizar o restablecer cualquiera de estas etiquetas si sitúa el cursor sobre ella o si hace clic en ella, respectivamente.



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

$$\begin{cases} r=\text{recta}(\text{punto}(2,2),1) \rightarrow y=x \\ \text{vector}(r) \rightarrow [1,1] \\ \text{vector}(-r) \rightarrow [-1,-1] \end{cases}$$

Ejemplos 3D

$$\begin{cases} r=\text{recta}(\text{punto}(2,3,1),\text{punto}(2,1,3)) \rightarrow -x+2=0 \cap -2 \cdot x+y+z=0 \\ \text{vector}(r) \rightarrow [0,-2,2] \\ \text{vector}(-r) \rightarrow [0,2,-2] \end{cases}$$

-s

si $s=\text{segmento}(A,B)$ entonces $-s=\text{segmento}(B,A)$.

Ejemplos

$$\begin{cases} s=\text{segmento}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0)); \\ s \rightarrow (1,2) - (0,0) \\ -s \rightarrow (0,0) - (1,2) \\ -(-s) \rightarrow (1,2) - (0,0) \end{cases}$$

Ejemplos 3D

$$\begin{cases} s=\text{segmento}(\text{punto}(1,2,5),\text{punto}(0,0,2)); \\ s \rightarrow (1,2,5) - (0,0,2) \\ -s \rightarrow (0,0,2) - (1,2,5) \\ -(-s) \rightarrow (1,2,5) - (0,0,2) \end{cases}$$

Más información en

!

n!
factorial (n:ZZ)

Ejemplos

$$\begin{cases} 5! \rightarrow 120 \\ 0! \rightarrow 1 \\ 1! \rightarrow 1 \end{cases}$$

!!

$n!!$

$n, 0 \leq n < 65536$,

$$n!! = \begin{cases} n \cdot (n-2) \cdot (n-4) \cdot \dots \cdot 2 & \text{si } n=2 \cdot k \\ n \cdot (n-2) \cdot (n-4) \cdot \dots \cdot 1 & \text{si } n=2 \cdot k+1 \end{cases} \text{ donde } k \in \mathbb{N}$$

$0!!=1!!=1$.

| | |
|-----------------|----------------------|
| Ejemplos | $5!! \rightarrow 15$ |
| | $6!! \rightarrow 48$ |
| | $0!! \rightarrow 1$ |
| | $1!! \rightarrow 1$ |

"abajo"

"abajo"

| | |
|-----------------|--|
| Ejemplos | <code>dibujar (recta (y=2), {color=azul, anchura_linea=2}) → tablero1</code> |
| | <code>escribir ("TOP", punto (-8,2), {posición_vertical="arriba"}) → tablero1</code> |
| | <code>escribir ("BASE_LINE", punto (-4,2), {posición_vertical="línea_base"}) → tablero1</code> |
| | <code>escribir ("CENTER", punto (2,2), {posición_vertical="centro"}) → tablero1</code> |
| | <code>escribir ("BOTTOM", punto (6,2), {posición_vertical="abajo"}) → tablero1</code> |

"abajo"

| | |
|--|---|
| Ejemplos | <code>M := punto (0,2);</code> |
| | <code>P1 := punto (-4,2);</code> |
| | <code>P2 := punto (4,2);</code> |
| | <code>s=segmento (P1,P2);</code> |
| | <code>Text={caja_de_texto ("vertical: BOTTOM", M, {posición_vertical="abajo"})};</code> |
| | <code>dibujar ({P1,P2,s}, {color=verde, anchura_linea=2.5, tamaño_punto=7.5});</code> |
| | <code>dibujar (M, {color=cian, tamaño_punto=7.5});</code> |
| <code>dibujar (Text, {color=rojo});</code> | |

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 $\left[\begin{array}{l} \text{resolver}(2 \cdot x^2 + C \cdot x - 10 = 0, C, \{\text{resultado} = \text{"divisor"}\}) \rightarrow \left\{ \left\{ C \rightarrow \frac{-2 \cdot x^2 + 10}{x} \right\} \right\} \end{array} \right.$

"expansión_de_menores"

determinante (A:Matriz ,o:)

Ejemplos $\left[\begin{array}{l} \text{determinante} \left(\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{\text{método} = \text{"gauss_libre_de_fracciones"}\} \right) \rightarrow 0 \\ \text{determinante} \left(\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{\text{método} = \text{"gauss_libre_de_divisiones"}\} \right) \rightarrow 0 \\ \text{determinante} \left(\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{\text{método} = \text{"expansión_de_menores"}\} \right) \rightarrow 0 \end{array} \right.$

"flecha"

"flecha"

Ejemplos $\left[\begin{array}{l} \text{tablero2d}(\{\text{estilo_de_ejes} = \text{"flecha"}\}) \rightarrow \text{tablero1} \\ \text{dibujar2d}(\ln(x^2)^{-1}, \{\text{color} = \text{verde}, \text{anchura_línea} = 2\}); \\ \text{escribir}(\text{"flecha AXIS_STYLE"}, \text{punto}(4,6), \{\text{color} = \{0,255,0\}\}); \end{array} \right.$

Más información en [estilo_de_ejes](#)

"flecha_xy"

"flecha_xy"

Ejemplos $\left[\begin{array}{l} \text{tablero1} = \text{tablero}(\{\text{estilo_de_ejes} = \text{"flecha_xy"}\}) \rightarrow \text{tablero1} \\ \text{dibujar}(\ln(x^2)) \rightarrow \text{tablero1} \end{array} \right.$

"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` $\left(\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{ \text{método} = \text{"gauss_libre_de_fracciones"} \} \right) \rightarrow 0$

`determinante` $\left(\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{ \text{método} = \text{"gauss_libre_de_divisiones"} \} \right) \rightarrow 0$

`determinante` $\left(\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{ \text{método} = \text{"expansión_de_menores"} \} \right) \rightarrow 0$

`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` $\left(\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{ \text{método} = \text{"gauss_libre_de_fracciones"} \} \right) \rightarrow 0$

`determinante` $\left(\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{ \text{método} = \text{"gauss_libre_de_divisiones"} \} \right) \rightarrow 0$

`determinante` $\left(\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \{ \text{método} = \text{"expansión_de_menores"} \} \right) \rightarrow 0$

`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_línea=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=cfr(punto(0,0),3) →  $x^2+y^2=9$ 
tablero1=tablero({información="nada"}) → tablero1
dibujar(tablero1, C) → tablero1
```

"nada"

Ejemplos

```
tablero2d({estilo_de_ejes="nada"}) → tablero1
dibujar2d(ln(x2)-1,{color=rojo,anchura_línea=2});
escribir("nada AXIS_STYLE",punto(4,6),{color={255,0,0}});
```

"nada"

Ejemplos

```
f(x) := x ·  $\frac{\cos(\pi \cdot x)}{\pi}$  → x ↦ x ·  $\frac{\cos(\pi \cdot x)}{\pi}$ 
tablero2d({información="nada"}) → tablero1
dibujar2d(f(x),{color=rojo,anchura_línea=2});
escribir("INFORMATION etiqueta : NONE.",punto(-3.6,6),{color={255,0,0}});
```

Más información en [estilo_de_ejes](#) , [información](#)

"newton"

"newton"

Ejemplos

```
resolver_numéricamente(cos(x)-x3,{punto_inicial=1.,método="newton"})
→ {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"

"secuencia"

Ejemplos

```
resolver(x3+8·i=0, {diversos_resultados_como="secuencia"}, C)
→ {x=2·i}, {x=-√3-i}, {x=√3-i}
```

"secuencia_de_ecuaciones"

"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

$$\text{resolver} \left(\left\{ \begin{array}{l} 3 \cdot (x+2) - y = 1 \\ 4 \cdot x + 2 = \frac{y-8}{2} \end{array} \right\}, \{\text{resultado}=\text{"tabla"}\} \right) \rightarrow \left\{ \left\{ x = -\frac{7}{5}, y = \frac{4}{5} \right\} \right\}$$

"valor"

"valor"

Ejemplos

$$C = \text{cfr}(\text{punto}(0,0), 3) \rightarrow x^2 + y^2 = 9$$

$$\text{tablero1} = \text{tablero}(\{\text{información}=\text{"valor"}\}) \rightarrow \text{tablero1}$$

$$\text{dibujar}(\text{tablero1}, C) \rightarrow \text{tablero1}$$

"valor"

Ejemplos

$$f(x) := x \cdot \frac{\cos(\pi \cdot x)}{\pi} \rightarrow x \mapsto x \cdot \frac{\cos(\pi \cdot x)}{\pi}$$

$$\text{tablero2d}(\{\text{información}=\text{"valor"}\}) \rightarrow \text{tablero1}$$

$$\text{dibujar2d}(f(x), \{\text{color}=\text{marrón}, \text{anchura_línea}=2\});$$

$$\text{escribir}$$

$$(\text{"INFORMATION etiqueta : VALUE of the objects."}, \text{punto}(-5.5, 6), \{\text{color}=\{200, 100, 100\}\});$$

Más información en [información](#)**"valor_múltiple"**

"valor_múltiple"

Ejemplos

$$\text{resolver} \left(\left\{ \begin{array}{l} 2 \cdot x + y = 3 \\ 3 \cdot (x-2) = x + y \end{array} \right\}, \{\text{diversos_resultados_como}=\text{"valor_múltiple"}\} \right)$$

$$\rightarrow \left\{ x = \frac{9}{4}, y = -\frac{3}{2} \right\}$$

"vector"

"vector"

Ejemplos $\left[\begin{array}{l} \text{resolver} \left(\left\{ \begin{array}{l} x + y + 2 \cdot z = 1 \\ 2 \cdot x + 3 \cdot y + 3 \cdot z = 1 \\ 3 \cdot x - y + 5 \cdot z = 2 \end{array} \right\}, \{ \text{diversos_resultados_como} = \text{"vector"} \} \right) \\ \rightarrow \{ \{ x = -1, y = 0, z = 1 \} \} \end{array} \right.$

"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
 $(L, \{\text{tipo} = \text{"barra"}, \text{orientación} = \text{"vertical"}, \text{contorno_caja} = \{\text{color} = \text{negro}\}, \text{color} = \{\text{caja} = \{\text{rc}$
 $\rightarrow \text{tablero1}$

\$\$

$i\$\o donde i : Identificador , o : Cualquier

Ejemplos $x\$\$y \rightarrow xy$
 $\{x\$\$i \text{ con } i \text{ en } 1..5\} \rightarrow \{x1, x2, x3, x4, x5\}$

&

$a \ \& \ b$

| | | |
|--------|--------|-------|
| & | cierto | falso |
| cierto | cierto | falso |
| falso | falso | falso |

Ejemplos $\text{falso} \ \& \ \text{cierto} \rightarrow \text{falso}$

$l_1 \ \& \ l_2$

Ejemplos $\{a \rightarrow 3, b \rightarrow 5\} \ \& \ \{a \rightarrow -2\} \rightarrow \{a \rightarrow -2, b \rightarrow 5\}$
 $\{a \rightarrow 3, b \rightarrow 5\} \ \& \ \{a \rightarrow -2, c \rightarrow x\} \rightarrow \{a \rightarrow -2, b \rightarrow 5, c \rightarrow x\}$
 $\{a = 3, b = 5\} \ \& \ \{a = -2, c = 0\} \rightarrow \{a = -2, b = 5, c = 0\}$

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

$$\begin{cases} \text{reemplazar}(\{7,5,12\},3,x) \rightarrow \{7,5,x\} \\ \text{reemplazar}([5,6,7],1,-4) \rightarrow [-4,6,7] \\ \text{reemplazar}\left(\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 7 \end{pmatrix},1,3,-4\right) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & -4 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 7 \end{pmatrix} \end{cases}$$

`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 , i₁ :Lista / Vector / Recorrido , ..., i_n :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,...,i_n,x)

a_{i₁,...,i_n} = 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 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 $k=1, \dots, n$

$l_{\{i_1, \dots, i_n\}} = \{l_{i_1}, \dots, l_{i_n}\}$ si $l = \{l_1, \dots, l_m\}$ or $l = a..b..d$

$l_{\{i_1, \dots, i_n\}} = [l_{i_1}, \dots, l_{i_n}]$ si $l = [l_1, \dots, l_m]$

Ejemplos

- $u = [a, b, c, d];$
- $u_{\{2,3\}} \rightarrow [b, c]$
- $R = \{x \rightarrow a, y \rightarrow b, z \rightarrow c\};$
- $R_{\{2,1\}} \rightarrow \{x \rightarrow a, y \rightarrow b\}$
- $R_{\{2,1,1\}} \rightarrow \{x \rightarrow (a, a), y \rightarrow b\}$

$l [i_1, \dots, i_n]$
 $l.[i_1, \dots, i_n]$ 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

- $V = [a, b, c, d];$
- $V_{4..1..-1} \rightarrow [d, c, b, a]$
- $(0..100..10)_{1..11..2} \rightarrow 0..100..20$
- $(1..8)_{8..1..-1} \rightarrow 8..1..-1$

$l.i_1 \dots i_n$ 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

$$M = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ x & y \end{pmatrix};$$

$$M_{2,1} \rightarrow x$$

$$M.2.1 \rightarrow x$$

$$M.(2..1..-1).(2..1..-1) \rightarrow \begin{pmatrix} y & x \\ 2 & 1 \end{pmatrix}$$

$D(x)=y$

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



$P.n$

Ejemplos

$$A = \text{progresión}(3,5,7,9) \rightarrow 3,5,7, \dots, 1+2 \cdot n, \dots \text{arithmetic}$$

$$A_2 \rightarrow 5$$

$$A_6 \rightarrow 13$$

$$B = \text{progresión}(2,4,8) \rightarrow 2,4,8, \dots, 2^n, \dots \text{geometric}$$

$$B_2 \rightarrow 4$$

$$B_n \rightarrow 2 \cdot 2^{n-1}$$

P₁

P₂

Icono 

P.1

P.2

Ejemplos

- punto(3,7)₁ → 3
- punto(3,7)₂ → 7

Ejemplos 3D

- punto(3,7,8)₁ → 3
- punto(3,7,8)₂ → 7
- punto(3,7,8)₃ → 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 [$\frac{\text{punto}(3,4,7)}{2} \rightarrow \left(\frac{3}{2}, 2, \frac{7}{2}\right)$
 $\text{punto}(3,-3,6) / 3 \rightarrow (1,-1,2)$

//

cociente ($a:ZZ, b:ZZ$)
 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 (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
```

:

o:D

Ejemplos

```
4/7 : Q → 4/7
```

```
variables(x2+1) → {x}
```

```
variables(x2+1 : Z[x,y]) → {x,y}
```

Ejemplos

```
f(x : IR) := √[3]{x} → x : IR → √[3]{x}
```

```
f(27) → 3
```

:=

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
```

`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

`identificher():=`

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)` → $t^2 - t + 1$

`identificher(A)[comprobar C]:=B`

Ejemplos

- `f(0):=1;`
- `f(n:Z) comprobar n ≥ 0 := f(n-1) · n;`
- `f(10)` → 3628800

`identificher(:):=`

Ejemplos

- `g(x:Z):=x2-x+1;`
- `g(0)` → 1
- `g($\frac{2}{3}$)` → $g(\frac{2}{3})$
- `g(t)` → $g(t)$

identifier(x_1 [$:x_1$], ..., x_n [$:x_n$]) :=

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

- $\text{punto}(2,3)=\text{punto}(1,3)? \rightarrow$ falso
- $\text{punto}(1,0)=\text{punto}(1)? \rightarrow$ cierto

Ejemplos 3D

- $\text{punto}(2,3,6)=\text{punto}(1,3,3)? \rightarrow$ falso
- $a=0 \rightarrow 0$
- $\text{punto}(1,0,0)=\text{punto}(1,0,a)? \rightarrow$ cierto

[

Icono 

$[x_1, \dots, x_n]$

Ejemplos

- $[1,2,3,4] \rightarrow [1,2,3,4]$
- $[1,2,3,4] \rightarrow [1,2,3,4]$
- $v=[1,x+1,y] \rightarrow [1,x+1,y]$
- $\text{es?}(x+1,Z[x,y]) \rightarrow$ falso
- $\text{es?}(v.2,Z[x,y]) \rightarrow$ cierto

$[a..b..d]$

Ejemplos

- $[1..4] \rightarrow [1,2,3,4]$
- $[1..7.. \frac{5}{3}] \rightarrow [1, \frac{8}{3}, \frac{13}{3}, 6]$

$[x$ con i_1, \dots, i_n en $r_1, \dots, r_n]$

Ejemplos

- $[2^i$ con i en $2..-2..-1] \rightarrow [4,2,1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}]$
- $[x^2+y^2$ con x,y 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

$[i \text{ con } i \text{ en } 1..10] \rightarrow [1,2,3,4,5,6,7,8,9,10]$

$[i \text{ con } i \text{ en } 1..10 \text{ donde } \text{primo}(i)] \rightarrow [2,3,5,7]$

$[\{x,y,z\} \text{ con } x,y,z \text{ en } 1..10, 1..10, 1..10 \text{ donde } \text{es?}(\sqrt{x^2+y^2+z^2}, \mathbb{Z}) \& x \leq y \& y \leq z]$
 $\rightarrow [\{1,1,1\}, \{1,1,2\}]$

||

$e \setminus r$

Ejemplos

$R = \{x\$: \text{no } \mathbb{Z} \Rightarrow x + \frac{1}{4}\} \rightarrow \{x\$: \text{no } \mathbb{Z} \Rightarrow x + \frac{1}{4}\}$

$a = \frac{5}{4};$

$a = R(a) \rightarrow \frac{3}{2}$

$a = R(a) \rightarrow \frac{7}{4}$

$a = R(a) \rightarrow 2$

$a = R(a) \rightarrow 2$

Ejemplos

$a + b \setminus \{a = b, b = 4\} \rightarrow 8$

$a + b \setminus \{a = b, b = 4\} \rightarrow b + 4$

^

Más información en

{

$\{x_1, \dots, x_n\}$

Ejemplos

$\{1, a, b, c, "hola"\} \rightarrow \{1, a, b, c, hola\}$

$\{1, 1+1, 1+1+1, 1+1+1+1\} \rightarrow \{1, 2, 3, 4\}$

$\{x \text{ con } i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n\}$

Ejemplos $\left[\begin{array}{l} \{2^i \text{ con } i \text{ en } 2..-2..-1\} \rightarrow \{4, 2, 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}\} \\ \{x^2+y^2 \text{ con } x, y \text{ en } \{A, B\}, 1..3\} \rightarrow \{A^2+1, A^2+4, A^2+9, B^2+1, B^2+4, B^2+9\} \end{array} \right.$

$\{x \text{ con } i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \text{ donde } p\}$

Ejemplos $\left[\begin{array}{l} \{\{x, y, z\} \text{ con } x, y, z \text{ en } 1..10, 1..10, 1..10 \text{ donde es } ?(\sqrt[3]{x^3+y^3+z^3}, Z) \& x \leq y \& y \leq z\} \\ \rightarrow \{\{1, 6, 8\}, \{3, 4, 5\}, \{6, 8, 10\}\} \end{array} \right.$

/

$a \mid b$

| | | | |
|--------|--|--------|--------|
| | | cierto | falso |
| cierto | | cierto | cierto |
| falso | | cierto | falso |

Ejemplos $\left[\text{falso} \mid \text{cierto} \rightarrow \text{cierto} \right.$

$r_1 \mid r_2$

Ejemplos $\left[\{a \Rightarrow 1, x+1 \Rightarrow -1\} \mid \{b \Rightarrow 3, x+1 \Rightarrow -3\} \rightarrow \{x+1 \Rightarrow -3, a \Rightarrow 1, b \Rightarrow 3\} \right.$

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)|?(x²-1) → cierto
- (x+1)|?(x²+2·x) → falso

+

a+b

Ejemplos

- 4+5 → 9
- (x+1)+(x²+2x-5) → x²+3·x-4

P+Q

Ejemplos

$$\text{punto}(3,4) + \text{punto}(1,-1) \rightarrow (4,3)$$

$$\text{punto}(1,0) + \text{punto}(0,1) \rightarrow (1,1)$$

Ejemplos 3D

$$\text{punto}(3,4,6) + \text{punto}(1,-1,-6) \rightarrow (4,3,0)$$

$$\text{punto}(1,0,\sqrt{2}) + \text{punto}(0,1,\sqrt[4]{3}) \rightarrow (1,1,\sqrt{2} + \sqrt[4]{3})$$

P+v

Ejemplos

$$\text{punto}(3,4) + [1,-1] \rightarrow (4,3)$$

$$[1,-1] + \text{punto}(3,4) \rightarrow (4,3)$$

Ejemplos 3D

$$\text{punto}(3,4,0) + [1,-1,-\sqrt{3}] \rightarrow (4,3,-\sqrt{3})$$

$$[1,-1,-\sqrt{3}] + \text{punto}(3,4,0) \rightarrow (4,3,-\sqrt{3})$$

Más información en [suma](#)

=

v=x

v = x

Ejemplos

$$a = 1 + 2 \rightarrow 3$$

$$a + 3 \rightarrow 6$$

$$\{x_1 = y_1, \dots, x_n = y_n\}$$

Ejemplos

$$\left[\begin{array}{l} t = \{a=1, b=2, c=3\} : \text{Tabla} \rightarrow \{a=1, b=2, c=3\} \\ t(a) \rightarrow 1 \\ t(b) \rightarrow 2 \\ \{x_{i=i} \text{ con } i \text{ en } 1..4\} : \text{Tabla} \rightarrow \{x_1=1, x_2=2, x_3=3, x_4=4\} \end{array} \right.$$

→

Icono 
A [comprobar C] → B

Ejemplos

$$\left[\begin{array}{l} x \mapsto x+1 \rightarrow x \mapsto x+1 \\ (x, y) \mapsto x^2+y \rightarrow (x, y) \mapsto x^2+y \\ (x, y) \mapsto x^2+y (4, 1) \rightarrow 17 \end{array} \right.$$

a · b
a * b

Ejemplos

$$\left[\begin{array}{l} 4 \cdot 5 \rightarrow 20 \\ (x-1) \cdot (x+1) \rightarrow x^2-1 \end{array} \right.$$

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)`

`asec(x)` = `acos($\frac{1}{x}$)`, `acosec(x)` = `asen($\frac{1}{x}$)`, `cotan(x)` = `atan($\frac{1}{x}$)`

Ejemplos

- `asec(-1)` → π
- `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) → π
- acosec(2) → 0.5236
- acotan(1/2) → 1.1071

adjuntar

adjuntar (l:Lista |Vector ,x)

adjuntar ({l₁ ,...,l_n },x)={l₁ ,...,l_n ,x} adjuntar ([l₁ ,...,l_n],x)=[l₁ ,...,l_n ,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

`agrupar(x·y+y,y) → (x+1)·y`

`agrupar (p:Polinomio ,l:Lista)`

Ejemplos

`p=x·y·(z+1)+x2·y2·(z+1)+y;`
`agrupar(p,{x,y}) → (z+1)·x2·y2+ (z+1)·x·y+y`

`agrupar (f:Fracción ,x:Identificador)`

Ejemplos

`agrupar($\frac{x \cdot z}{y}$,x) → $\frac{z}{y} \cdot x$`
`agrupar($\frac{x}{y}$,y) → $\frac{x}{y}$`

`agrupar (f:Fracción ,l:Lista)`

Ejemplos

`agrupar($\frac{x \cdot z}{y}$,{x,z}) → $\frac{1}{y} \cdot x \cdot z$`

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, π))` → π
- `amplitud(compás(punto(1,2),punto(-3,0)))` → $\frac{\pi}{16}$

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 | <pre> escribir("Picto ergo suma",punto(1,1),{contorno=1}) → tablero1 escribir("Picto ergo suma",punto(1,-1),{anchura_máxima=60,contorno=1}) → tablero1 </pre> |
|-----------------|---|

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

$$\begin{aligned} \text{ángulo2d} \left(\text{cónica} \begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & -5 \\ 1 & -5 & -20 \end{pmatrix} \right) &\rightarrow -0.66291 \\ \text{ángulo2d} (\text{elipse}(2,1,\text{punto}(0,0),0)) &\rightarrow 0 \\ \text{ángulo2d} \left(\text{parábola} \left(2, \text{punto}(0,0), \frac{\pi}{2} \right) \right) &\rightarrow \frac{\pi}{2} \\ \text{ángulo2d} \left(\text{cónica} \begin{pmatrix} -1 & 0 & -2 \\ 0 & 0 & -3 \\ -2 & -3 & -10 \end{pmatrix} \right) &\rightarrow \frac{3 \cdot \pi}{2} \end{aligned}$$

ángulo2d (p:Poligonal |Polígono ,a:ZZ)

Ejemplos

$$\begin{aligned} \text{ángulo2d} (\text{poligonal}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(1,0),\text{punto}(3,-4)),2) &\rightarrow 2.6779 \\ \text{ángulo2d} (\text{poligono_regular}(3),1) &\rightarrow 1.0472 \end{aligned}$$

ángulo2d (A:Punto2d ,B:Punto2d ,C:Punto2d)

Ejemplos

$$\begin{aligned} \text{ángulo2d} (\text{punto}(1,0),\text{punto}(0,0),\text{punto}(0,1)) &\rightarrow \frac{\pi}{2} \\ \text{ángulo2d} (\text{punto}(0,0),\text{punto}(1,0),\text{punto}(0,1)) &\rightarrow \frac{\pi}{4} \end{aligned}$$

ángulo2d (r:Recta)

Ejemplos

$$\begin{aligned} \text{ángulo2d} (\text{recta}(\text{punto}(1,2),0)) &\rightarrow 0 \\ \text{ángulo2d} (\text{recta}(\text{punto}(0,0),[1,2])) &\rightarrow 1.1071 \end{aligned}$$

`ángulo2d (r:Recta ,s:Recta)`

Ejemplos

- `ángulo2d(y=2,y=2) → 0`
- `ángulo2d(y=2,y=2·x) → 1.1071`
- `ángulo2d(y=2·x,y=2) → 1.1071`

`ángulo2d (T:Triángulo ,i:ZZ)`

Ejemplos

- `T=triángulo(punto(1,2),punto(0,0),punto(2,0)) → (1,2) - (0,0) - (2,0)`
- `ángulo2d(T,1) → 0.9273`
- `ángulo2d(T,2) → 1.1071`
- `ángulo2d(T,3) → 1.1071`

`ángulo ()`

si `estado_geometría =2` entonces `ángulo =ángulo2d` sino `ángulo =ángulo3d` fin

ángulo3d

`ángulo3d (p1:Plane ,p2:Plane)`

Ejemplos 3D

- `ángulo3d(x=0, y=0) → $\frac{\pi}{2}$`
- `p1=x+y=0 → x+y=0`
- `p2=x=0 → x=0`
- `ángulo3d(p1, p2) → $\frac{\pi}{4}$`
- `dibujar3d({p1,p2},{color=naranja},{color=rojo}) → tablero1`

`ángulo3d (s:Segmento ,p:Plane)`

`ángulo3d(s,p)=ángulo3d(p,s)`

`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

- `p=x=0 → x=0`
- `r=recta(y=1,z+y=0) → -y+1=0 ∩ y+z=0`
- `ángulo3d(p, r) → $\frac{\pi}{2}$`
- `dibujar3d({p,r},{color=naranja},{color=rojo}) → tablero1`

`ángulo3d (p:Poligonal |Polígono ,a:ZZ)`

Ejemplos 3D

- `ángulo3d(poligonal(punto(1,2,0),punto(1,0,0),punto(3,-4,0)),2) → 0.46365`
- `ángulo3d(poligono(punto(1,2,0),punto(1,0,0),punto(3,-4,0)),2) → 0.46365`

`ángulo3d (A:Punto3d ,B:Punto3d ,C:Punto3d)`

Ejemplos 3D

- `ángulo3d(punto(1,0,0),punto(0,0,0),punto(0,1,0)) → $\frac{\pi}{2}$`
- `ángulo3d(punto(0,0,0),punto(1,0,0),punto(0,1,0)) → $\frac{\pi}{4}$`

`ángulo3d (T:Triángulo ,i:ZZ)`

Ejemplos 3D

- `T=triángulo(punto(1,2,7),punto(0,0,7),punto(2,0,7)) → (1,2,7) - (0,0,7) - (2,0,7)`
- `ángulo3d(T,1) → 0.9273`
- `ángulo3d(T,2) → 1.1071`
- `ángulo3d(T,3) → 1.1071`

`ángulo ()`

si `estado_geometría =2` entonces `ángulo =ángulo2d` sino `ángulo =ángulo3d` fin

anillo

```
anillo (a:Elemento (Anillo ) )
```

Ejemplos

```
anillo(4 :  $\mathbb{Z}_6$ ) →  $\mathbb{Z}_6$ 
```

Anillo

```
Anillo
```

Ejemplos

```
es? ( $\mathbb{Q}$ , Anillo) → cierto
es? ( $\mathbb{R}$ , Anillo) → cierto
es? ( $\mathbb{C}$ , Anillo) → cierto
es? ( $\mathbb{N}$ , Anillo) → falso
es? ( $\mathbb{Z}[x]$ , 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?( $\mathbb{Z}$ ) → 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,poligono_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,poligono(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· π , $\frac{\pi}{3}$) → centro: (1,-2)radio: 2ángulo_inicial: 0amplitud: $\frac{\pi}{3}$`
`dibujar(arco(punto(1,-2),2,4· π , $\frac{\pi}{3}$)) → 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· π , $\frac{\pi}{3}$)`
`→ 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

$$\begin{aligned} \text{área}(\text{arco}(\text{punto}(0,0),3,0,\pi)) &\rightarrow \frac{9 \cdot \pi}{2} \\ \text{área}(\text{compás}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(-3,0))) &\rightarrow \frac{5 \cdot \pi}{8} \end{aligned}$$

área (c:Circunferencia)

Ejemplos

$$\begin{aligned} \text{área}(\text{circunferencia}(\text{punto}(1,2),5)) &\rightarrow 25 \cdot \pi \\ \text{área}(\text{circunferencia}(\text{punto}(0,0),\text{punto}(1,0))) &\rightarrow \pi \end{aligned}$$

área (c:Elipse)

Ejemplos

$$\begin{aligned} \text{área}(\text{elipse}(5,3,\text{punto}(0,0),\frac{\pi}{2})) &\rightarrow 15 \cdot \pi \\ \text{área}(\text{elipse}(5,3,\text{punto}(2,1),\pi)) &\rightarrow 15 \cdot \pi \\ \text{área}(\text{elipse}(2,1)) &\rightarrow 2 \cdot \pi \end{aligned}$$

área (T:Triángulo)

Ejemplos

$$\begin{aligned} \text{área}(\text{triángulo_equilátero}(\text{punto}(0,0),\text{punto}(2,0))) &\rightarrow \sqrt{3} \\ \text{área}(\text{triángulo}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0),\text{punto}(2,0))) &\rightarrow 2 \end{aligned}$$

Ejemplos 3D

$$\begin{aligned} T &= \text{triángulo}(\text{punto}(0,0,1),\text{punto}(1,0,1),\text{punto}(1,2,1)) \rightarrow (0,0,1) - (1,0,1) - (1,2,1) \\ \text{área}(T) &\rightarrow 1 \end{aligned}$$

área (*pol:Polyhedra*)

Ejemplos 3D

$\text{área}(\text{tetraedro}(5)) \rightarrow 25 \cdot \sqrt{3}$
 $\text{área}(\text{cubo}(5)) \rightarrow 150$
 $\text{área}(\text{octaedro}(2)) \rightarrow 8 \cdot \sqrt{3}$
 $\text{área}(\text{dodecaedro}(3)) \rightarrow 27 \cdot \sqrt{10 \cdot \sqrt{5} + 25}$
 $\text{área}(\text{icosaedro}(1)) \rightarrow 5 \cdot \sqrt{3}$

Más información en [área](#)

área_orientada

área_orientada (*a:Arco*)

Ejemplos

$\text{a1} = \text{arco}(\text{punto}(0,0), 1, 0, \pi) \rightarrow \text{centro: } (0,0) \text{ radio: } 1 \text{ ángulo_inicial: } 0 \text{ amplitud: } \pi$
 $\text{a2} = \text{arco}(\text{punto}(0,0), 1, \pi, -\pi) \rightarrow \text{centro: } (0,0) \text{ radio: } 1 \text{ ángulo_inicial: } \pi \text{ amplitud: } -\pi$
 $\text{área_orientada}(\text{a1}) \rightarrow \frac{\pi}{2}$
 $\text{área_orientada}(\text{a2}) \rightarrow -\frac{\pi}{2}$

área_orientada (*p:Polígono*)

Ejemplos

$\text{P} = \text{polígono}(\text{punto}(0,0), \text{punto}(12,3), \text{punto}(6,3), \text{punto}(0,2))$
 $\rightarrow (0,0) - (12,3) - (6,3) - (0,2)$
 $\text{P2} = \text{polígono}(\text{P}_4, \text{P}_3, \text{P}_2, \text{P}_1) \rightarrow (0,2) - (6,3) - (12,3) - (0,0)$
 $\text{área_orientada}(\text{P}) \rightarrow 15$
 $\text{área_orientada}(\text{P2}) \rightarrow -15$

área_orientada (*t:Triángulo*)

Ejemplos

$\text{A} = \text{punto}(0,0) \rightarrow (0,0)$
 $\text{B} = \text{punto}(2,3) \rightarrow (2,3)$
 $\text{C} = \text{punto}(-1,0) \rightarrow (-1,0)$
 $\text{área_orientada}(\text{triángulo}(\text{A}, \text{B}, \text{C})) \rightarrow \frac{3}{2}$
 $\text{área_orientada}(\text{triángulo}(\text{A}, \text{C}, \text{B})) \rightarrow -\frac{3}{2}$

argumento

`argumento (c:CC)`

Ejemplos

- `argumento(i) → $\frac{\pi}{2}$`
- `argumento(1+i) → $\frac{\pi}{4}$`
- `argumento(7) → 0`
- `argumento(-7) → π`
- `{argumento(1+i),argumento(1-i),argumento(-1-i),argumento(-1+i)}`
`→ $\left\{ \frac{\pi}{4}, -\frac{\pi}{4}, -\frac{3 \cdot \pi}{4}, \frac{3 \cdot \pi}{4} \right\}$`

`argumento (A:Punto ,B:Punto)`

Ejemplos

- `argumento(punto(3,4),punto(3,5)) → $\frac{\pi}{2}$`
- `argumento(punto(1,-1),punto(3,4)) → 1.1903`

`argumento (v:Vector)`

Ejemplos

- `argumento([3,4]) → 0.9273`
- `argumento([1,-1]) → $\frac{7 \cdot \pi}{4}$`

argumentos

`argumentos (f)`

Ejemplos

- `argumentos(f(x,y,z)) → x,y,z`
- `argumentos(ex) → x`
- `argumentos(sen(ex)·cos(x)) → sen(ex),cos(x)`
- `argumentos(sen(ex·cos(x))) → ex·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) → π
- acosec(2) → 0.5236
- acotan($\frac{1}{2}$) → 1.1071

asen

```
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

asenh

```
asenh (x:RR )
acosh (x:RR )
atanh (x:RR )
```

Ejemplos

- asenh(-1.1752) → -1.
- acosh(1.0201) → 0.20017
- atanh(0.46212) → 0.5

asíntota

```
asíntota
```

Ejemplos

- representar($\frac{1}{x^2-4}$, {asíntota={color=azul,anchura_linea=12}}) → tablero1

asíntota_horizontal

```
asíntota_horizontal
```

Ejemplos

- representar($\frac{1}{x}$, {horizontal_asymptote={color=rojo,anchura_linea=12}}) → tablero1

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 }
```

azulMás 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

$$\begin{aligned} \text{binomio}(1) &\rightarrow \{1,1\} \\ \text{binomio}(2) &\rightarrow \{1,2,1\} \\ \text{binomio}(3) &\rightarrow \{1,3,3,1\} \\ \text{binomio}(4) &\rightarrow \{1,4,6,4,1\} \end{aligned}$$

bisectrizbisectriz ($p1:Plane ,p2:Plane$)

Ejemplos 3D

$$\begin{aligned} &\text{estado_geometria("3d");} \\ p &= \text{plano}(x=0) \rightarrow x=0 \\ q &= \text{plano}(y=0) \rightarrow y=0 \\ pq &= \text{bisectriz}(p,q) \rightarrow -x+y=0 \\ &\text{dibujar}(\{p,q\},\{\text{color=azul}\}) \rightarrow \text{tablero1} \\ &\text{dibujar}(pq,\{\text{color=rojo}\}) \rightarrow \text{tablero1} \end{aligned}$$

`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 )
```

Ejemplos

```
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 )
```

Ejemplos

```
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,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)`

`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: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:Punto)

Ejemplos

```
t1=caja_de_texto("hola",punto(2,3)) → hola en (2,3)
t2=caja_de_texto(2/3,punto(4,3)) → 2/3 en (4,3)
dibujar({t1,t2}) → tablero1
```

caja_de_texto (t,P: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(8/5,5)
→ (5,0) - ( -5*sqrt(2)/2, -5*sqrt(2)/2 ) - (0,5) - ( 5*sqrt(2)/2, -5*sqrt(2)/2 ) - (-5,0) - ( 5*sqrt(2)/2, 5*sqrt(2)/2 ) -
(0,-5) - ( -5*sqrt(2)/2, 5*sqrt(2)/2 )

E=caja_de_texto
("E", P_1, {posición_horizantal="derecha", posición_vertical="centro"});
SW=caja_de_texto
("SW", P_2, {posición_horizantal="izquierda", posición_vertical="abajo"});
N=caja_de_texto("N", P_3, {posición_horizantal="centro", posición_vertical="arriba"})
;
SE=caja_de_texto
("SE", P_4, {posición_horizantal="derecha", posición_vertical="abajo"});
W=caja_de_texto
("W", P_5, {posición_horizantal="izquierda", posición_vertical="centro"});
NE=caja_de_texto
("NE", P_6, {posición_horizantal="derecha", posición_vertical="arriba"});
S=caja_de_texto("S", P_7, {posición_horizantal="centro", posición_vertical="abajo"})
;
NW=caja_de_texto
("NW", P_8, {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, π)) \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(elipse(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

- cero0(4.7) → 0
- cero0(-2) → 0
- cero0(0) → cero0(0)
- dibujar(cero0, {color=rojo, anchura_linea=3}) → tablero1

ceros

```
ceros (n:ZZ )
```

```
ceros(n)=secuencia_constante(n,0)
```

Ejemplos

- ceros(3) → 0,0,0
- [1,ceros(3),2] → [1,0,0,0,2]

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_itálica](#) , [móvil](#) , [mostrar_ejes](#) , [mostrar_cubo](#) , [mostrar_malla](#) , [mostrar_etiqueta](#) , [visible](#) , [alambre](#)

cilindro_poliédrico

`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_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_tapado_poliédrico

`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
```

`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)`

circuncentro

`circuncentro (A:Punto ,B:Punto ,C:Punto)`

Ejemplos

```
circuncentro(punto(1,0),punto(0,0),punto(0,1)) →  $\left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$ 
```

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 $C = \text{circunferencia}(x^2 + y^2 = 7^2) \rightarrow x^2 + y^2 = 49$
 $\text{es?}(C, \text{Circunferencia}) \rightarrow \text{cierto}$

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

$\text{circunradio}(A:\text{Punto}, B:\text{Punto}, C:\text{Punto})$

Ejemplos $\text{circunradio}(\text{punto}(1,0), \text{punto}(0,0), \text{punto}(0,1)) \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2}$

Ejemplos 3D $\text{circunradio}(\text{punto}(1,0,0), \text{punto}(0,0,0), \text{punto}(0,1,0)) \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2}$

$\text{circunradio}(T:\text{Triángulo})$

$\text{circunradio}(T) = \text{circunradio}(T_1, T_2, T_3)$

COG

`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 → 7`
- `37//5 → $\frac{37}{5}$`
- `cociente(37,5) → 7`
- `37//5 → -7`
- `-37//5 → 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($\frac{1}{7}, \frac{1}{3}$) → $\{\frac{3}{7}, 0\}$`

`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

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).

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).

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) → $\begin{pmatrix} 3 & 2 & 1 \\ 6 & 5 & 4 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$`

combinacionesIcono `combinaciones (n:ZZ,k:ZZ)`

Ejemplos

$$\begin{cases} \binom{4}{2} \rightarrow 6 \\ C_{7,2} \rightarrow 21 \\ C_{7,5} \rightarrow 21 \\ \binom{m}{n} \rightarrow \frac{m!}{(m-n)! \cdot n!} \end{cases}$$

Icono `combinaciones (L:Lista /Vector ,k:ZZ)`

Ejemplos

$$\text{combinaciones}(\{4,x,y\},2) \rightarrow \{\{4,x\},\{4,y\},\{x,y\}\}$$

Más información en `combinaciones`**combinaciones_con_repetición**Icono `combinaciones_con_repetición (n:ZZ,k:ZZ)`

Ejemplos

$$\begin{cases} CR_{4,2} \rightarrow 10 \\ \text{combinaciones_con_repetición}(m,n) \rightarrow \frac{(m+n-1)!}{(m-1)! \cdot n!} \\ CR_{m,n} = \binom{m+n-1}{n} ? \rightarrow \text{cierto} \end{cases}$$

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)))`
 $\rightarrow \left\{ \text{centro: } (0,0) \text{ radio: } 3 \text{ ángulo_inicial: } \frac{7 \cdot \pi}{32} \text{ amplitud: } \frac{\pi}{16} \right\}$
- `compás(punto(0,0),3,segmento(punto(7,4),punto(3,3)))` $\rightarrow \{\}$

`compás (c:Circunferencia ,f:Figura)`

Ejemplos

- `compás(circunferencia(punto(0,0),3),segmento(punto(1,1),punto(3,3)))`
 $\rightarrow \left\{ \text{centro: } (0,0) \text{ radio: } 3 \text{ ángulo_inicial: } \frac{7 \cdot \pi}{32} \text{ amplitud: } \frac{\pi}{16} \right\}$
- `compás(circunferencia(punto(0,0),3),segmento(punto(7,4),punto(3,3)))` $\rightarrow \{\}$

Complejo

CC
Complejo

Ejemplos

- `es?(1+i,CC)` \rightarrow cierto
- `es?(3,Complejo)` \rightarrow cierto
- `es?(x+1,CC)` \rightarrow falso

complemento

`l1 / l2 dondel1 :Lista , l2 :Lista`
`complemento (l1 :Lista /Vector , l2 :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]

componentes

componentes (b:Elemento (Anillo),B:Anillo)
 componentes (b:Elemento (Anillo))

componentes(b :Elemento(Anillo))

| | |
|-----------------|---|
| Ejemplos | $k1 = \text{extensión}(\mathbb{Z}_5, x^4 + 1) \rightarrow \mathbb{Z}_5([x])$ |
| | $k2 = \text{extensión}(k1, y^7 + 1) \rightarrow \mathbb{Z}_5([x])([y])$ |
| | $\text{componentes}(x^2 + y^3) \rightarrow [x^2, 0, 0, 1, 0, 0, 0]$ |
| | $\text{componentes}(3 \cdot x^2 + 2, k1) \rightarrow [2, 0, 3, 0]$ |
| | $\text{componentes}(3 \cdot x^2 + 2) \rightarrow [2, 0, 3, 0]$ |
| | $\text{componentes}(3 \cdot x^2 + 2, k2) \rightarrow [3 \cdot x^2 + 2, 0, 0, 0, 0, 0, 0]$ |

composición

composición (f:Función ,g:Función)

| | |
|-----------------|---|
| Ejemplos | $f(x) := 2x \rightarrow x \mapsto 2 \cdot x$ |
| | $g(x) := x + 3 \rightarrow x \mapsto x + 3$ |
| | $\text{composición}(f, g)(t) \rightarrow 2 \cdot t + 6$ |
| | $f(g(t)) \rightarrow 2 \cdot t + 6$ |

composición (p:Permutación ,q:Permutación)

| | |
|-----------------|---|
| Ejemplos | $p = \text{permutación}\{1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 1\} \rightarrow [2, 1]$ |
| | $q = \text{permutación}\{\{3, 4, 5\}, \{6, 1\}\} \rightarrow \{\{1, 6\}, \{3, 4, 5\}\}$ |
| | $\text{composición}(p, q) \rightarrow [6, 1, 4, 5, 3, 2]$ |
| | $p \cdot q \rightarrow [6, 1, 4, 5, 3, 2]$ |
| | $q \cdot p \rightarrow [2, 6, 4, 5, 3, 1]$ |

comprobar

identifier(A)[comprobar C]:=B

| | |
|-----------------|--|
| Ejemplos | $f(0) := 1;$ |
| | $f(n : \mathbb{Z}) \text{ comprobar } n \geq 0 := f(n-1) \cdot n;$ |
| | $f(10) \rightarrow 3628800$ |

con

 $\{x \text{ con } i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n\}$

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

$$\left\{ \begin{array}{l} \{\{x,y,z\} \text{ con } x,y,z \text{ en } 1..10, 1..10, 1..10 \text{ donde es } ?(\sqrt[3]{x^3+y^3+z^3}, \mathbb{Z}) \& x \leq y \& y \leq z\} \\ \rightarrow \{\{1,6,8\}, \{3,4,5\}, \{6,8,10\}\} \end{array} \right.$$
 $\{p \Rightarrow v \text{ con } r_1, \dots, r_n \text{ en } R_1, \dots, R_n \text{ [donde]}\}$

Ejemplos

$$\left\{ \begin{array}{l} T = \{x,y,z\}; \\ \{T.i \Rightarrow T.i^i \text{ con } i \text{ en } 1..3\} \rightarrow \{x \Rightarrow x, y \Rightarrow y^2, z \Rightarrow z^3\} \\ \{i \Rightarrow i^2 \text{ con } i \text{ en } 1..10 \text{ donde primo?}(i)\} \rightarrow \{2 \Rightarrow 4, 3 \Rightarrow 9, 5 \Rightarrow 25, 7 \Rightarrow 49\} \end{array} \right.$$
 $[x \text{ con } i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n]$

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

$$\left\{ \begin{array}{l} [i \text{ con } i \text{ en } 1..10] \rightarrow [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10] \\ [i \text{ con } i \text{ en } 1..10 \text{ donde primo?}(i)] \rightarrow [2, 3, 5, 7] \\ \{\{x,y,z\} \text{ con } x,y,z \text{ en } 1..10, 1..10, 1..10 \text{ donde es } ?(\sqrt{x^2+y^2+z^2}, \mathbb{Z}) \& x \leq y \& y \leq z\} \\ \rightarrow [\{1,1,1\}, \{1,1,2\}] \end{array} \right.$$

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

$$\sum_{i=0}^n$$

$$\sum_{i=1}^n$$

Ejemplos

$1+2+3+4+5$

$\sum_{i \text{ en } 1..5} i \rightarrow 15$

$\sum_{i=1}^5 i \rightarrow 15$

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 $\text{primo?}(k) \rightarrow 41$

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 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 (*P₁:Punto ,P₂:Punto ,P₃:Punto ,P₄:Punto ,P₅: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

- conjugado($1+2\cdot i$) \rightarrow $1-2\cdot i$
- conjugado(2) \rightarrow 2
- conjugado(conjugado($8-i$)) \rightarrow $8-i$

conjugado ($p:Polinomio$)

Ejemplos

- conjugado(x^2+1) \rightarrow x^2+1
- conjugado(x^2+i) \rightarrow x^2-i
- conjugado($x^2\cdot y+z+i$) \rightarrow $x^2\cdot y+z-i$

conjugados

conjugados ($c:CC$)

Ejemplos

- conjugados(i) \rightarrow $\{-i,i\}$
- conjugados($4+5\cdot i$) \rightarrow $\{4-5\cdot i,4+5\cdot i\}$
- conjugados(4) \rightarrow $\{4\}$

conjugados ($x:Elemento (Cuerpo) ,k:Cuerpo$)
 conjugados ($x:Elemento (Cuerpo)$)

Ejemplos

- $k1=extensi3n(\mathbb{Z}_3,x^2+1) \rightarrow \mathbb{Z}_3([x])$
- conjugados(x) \rightarrow $\{x,2\cdot x\}$
- $k2=extensi3n(k1,y^4-x-1) \rightarrow \mathbb{Z}_3([x])([y])$
- conjugados(y) \rightarrow $\{y,y^3,2\cdot x\cdot y,x\cdot y^3,2\cdot y,2\cdot y^3,x\cdot y,2\cdot x\cdot y^3\}$
- conjugados($y,k1$) \rightarrow $\{y,2\cdot x\cdot y,2\cdot y,x\cdot y\}$

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 ,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_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_tapado_poliédrico

```
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)
```

```
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
```

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 pintar o no el contorno de las figuras cerradas.

Valores posibles : true, false. **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **cierto**

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**

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 (x:Muestra_lista ,y:Muestra_lista) $1/(n-1)\#_x \#_y (x_i y_i -n)$ o $\#_{xy}/\#_x \#_y$

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 ,x,y)

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^2),{corte_eje_y={tamaño_punto=20,color=rojo}}) → tablero1`

cos

sen ($x:RR$)

cos ($x:RR$)

tan ($x:RR$)

Ejemplos

$$\text{sen}\left(\frac{\pi}{4}\right) \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\text{tan}\left(\frac{\pi}{2}\right)$$

$$\text{cos}(0) \rightarrow 1$$

cosec

sec ($x:RR$)

cosec ($x:RR$)

cotan ($x:RR$)

$$\text{sec}(x) = \frac{1}{\cos(x)}, \text{cosec}(x) = \frac{1}{\text{sen}(x)}, \text{cotan}(x) = \frac{1}{\tan(x)}$$

Ejemplos

$$\text{cosec}\left(\frac{\pi}{4}\right) \rightarrow \sqrt{2}$$

$$\text{cotan}\left(\frac{\pi}{2}\right) \rightarrow 0$$

$$\text{sec}(0) \rightarrow 1$$

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 (M:Multimuestra ,X,Y)`

`covariancia (x:Muestra_lista ,y:Muestra_lista) 1/(n-1)(xi -)(yi -)`

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)`

Más información en [covariancia](#)

cuadrado?

cuadrado? (n:ZZ)

Ejemplos

- cuadrado?(81) → 9
- cuadrado?(91) → falso

cuádrlica

cuádrlica (L:Lista)

Ejemplos

- S=cuádrlica({2, -1, -1, -4, 4, 1, 0, 1, 2, 0})
→ $2 \cdot x^2 - 8 \cdot x \cdot y + 8 \cdot x \cdot z - y^2 + 2 \cdot y \cdot z + 2 \cdot y - z^2 + 4 \cdot z = 0$
- es?(S,Cuádrlica) → cierto
- es?(S,Cuádrlica3d) → cierto
- es?(S, Hyperbolic_paraboloid) → cierto

Cuádrlica

Cuádrlica

Ejemplos 3D

- q=cuádrlica($x^2 - 4 \cdot x \cdot y + 4 \cdot x \cdot z - \frac{1}{2}y^2 + y \cdot z + y - \frac{1}{2}z^2 + 2 \cdot z = 0$)
→ $2 \cdot x^2 - 8 \cdot x \cdot y + 8 \cdot x \cdot z - y^2 + 2 \cdot y \cdot z + 2 \cdot y - z^2 + 4 \cdot z = 0$
- es?(q,Cuádrlica) → cierto

[atributos3d](#) [punto_más_cercano2d](#) [punto_más_cercano3d](#) [dibujar](#) [dibujar2d](#)
[dibujar3d](#)

cuádrlica3d

cuádrica3d (L:Lista)

Ejemplos

```
S=cuádrica3d({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
```

Cuádrica3d

Cuádrica3d

Ejemplos 3D

```
q=cuádrica(x2-4·x·y+4·x·z- $\frac{1}{2}$ y2+y·z+y- $\frac{1}{2}$ z2+2·z=0)
→ 2·x2-8·x·y+8·x·z-y2+2·y·z+2·y-z2+4·z=0
es?(q,Cuádrica3d) → cierto
```

Cualquier

Cualquier

Ejemplos

```
es?(2, Cualquier) → cierto
es?(sen(x), Cualquier) → cierto
es?(ℚ, Cualquier) → cierto
es?(±∞, Cualquier) → cierto
```

cuartil

cuartil (va:Dato_estadístico)

Ejemplos

```
cuartil({1,2,3,4,5}) → [2.,3.,4.]
cuartil({1,2,3,4,5,6}) → [2.,3.5,5.]
cuartil({1,2,-3,2,5,7,-5}) → [-1.,2.,3.5]
cuartil([1.2→3,3→1,5→1]) → [1.2,1.2,3.]
cuartil([5→1,7→2]) → [6.,7.,7.]
cuartil([a→{1,2,-2,1},b→[1→2,2→1,-2→1]]) → {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`

`cubo()`=`cubo(1)`

`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
```

cuerpo

`cuerpo (a:Elemento (Cuerpo))`

Ejemplos

```
cuerpo(4 :Z13) → Z13
```

Cuerpo

Cuerpo

Ejemplos

```
es?(IN, Cuerpo) → falso
es?(Z, Cuerpo) → falso
es?(Q, Cuerpo) → cierto
es?(IR, Cuerpo) → cierto
es?(C, Cuerpo) → 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) → falso
cuerpo?(Zn 7) → cierto
```

cuero_finito

```
cuero_finito (n:ZZ,x:Identificador )
cuero_finito (n:ZZ )
```

Ejemplos

```
k1=cuero_finito(9,x) →  $\mathbb{Z}_3([x])$ 
k2=cuero_finito(81) →  $\mathbb{Z}_3([x1])$ 
torre(k2) →  $\{\mathbb{Z}_3([x1]), x2^4 + x2 + 2, \mathbb{Z}_3\}$ 
```

```
cuero_finito (K:Cuerpo ,n:ZZ,x:Identificador )
cuero_finito (K:Cuerpo ,n:ZZ )
```

Ejemplos

```
k1=cuero_finito(81) →  $\mathbb{Z}_3([x1])$ 
torre(k1) →  $\{\mathbb{Z}_3([x1]), x2^4 + x2 + 2, \mathbb{Z}_3\}$ 
k2=cuero_finito(27,x) →  $\mathbb{Z}_3([x])$ 
torre(k2) →  $\{\mathbb{Z}_3([x]), x2^3 + 2 \cdot x2 + 1, \mathbb{Z}_3\}$ 
k3=cuero_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. $r=r(\theta)$
 $r=a \cdot \text{sen}(n \cdot \theta)$
`c1=curva_polar(6·sen(5·θ),θ,0..π) → 6·sen(5·θ) con θ en 0..π`
`dibujar(c1) → tablero1`

Ex2. $t \rightarrow (\theta(t), r(t))$
 $t \rightarrow (k+a \cdot t, b \cdot \cos(n \cdot t))$
`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](#)

d

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](#)

decimaldecimal ($r:RR$)

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=auti`

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

$$\begin{aligned} f(x) &:= \ln(1+\tan(x)) \rightarrow x \mapsto \ln(1+\tan(x)) \\ \text{derivada_numérica}(f,4) &\rightarrow 1.0847 \end{aligned}$$

derivar

df/dx

Icono



derivar ($f,x:Identificador$)

Ejemplos

$$\begin{aligned} \frac{dx^2-x}{dx} &\rightarrow 2 \cdot x - 1 \\ \text{derivar}(x^2-x,x) &\rightarrow 2 \cdot x - 1 \\ \frac{d \sin(x) \cdot \cos(x)}{dx} &\rightarrow -\sin(x)^2 + \cos(x)^2 \\ \frac{d2 \cdot \sqrt{x}}{dx} &\rightarrow \frac{1}{\sqrt{x}} \end{aligned}$$

derivar (f)

derivar ($f,x:Identificador ,n:ZZ$)

derivar ($f,n:ZZ$)

descomposición_lu

descomposición_lu ($A:Matriz$)

Ejemplos

$$\text{descomposición_lu}[[1,2,3],[4,5,6],[7,8,9]] \rightarrow \left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 4 & 1 & 0 \\ 7 & 2 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & -3 & -6 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \right\}$$

`descomposición_lu (A:Matriz ,o:)`

Ejemplos

`descomposición_lu([[0,2,3],[4,5,6],[7,8,9]},{matriz_de_permutaciones=0})`
 $\rightarrow \left\{ \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 7 & -3 & 1 \\ 4 & -\frac{3}{8} & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 4 & 5 & 6 \\ 0 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & -\frac{3}{8} \end{pmatrix} \right\}$

`descomposición_lu([[0,2,3],[4,5,6],[7,8,9]},{matriz_de_permutaciones=-1})`
 $\rightarrow \left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 7 & -3 & 1 \\ 4 & -\frac{3}{8} & 1 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 4 & 5 & 6 \\ 0 & 2 & 3 \\ 0 & 0 & -\frac{3}{8} \end{pmatrix} \right\}$

`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` $(\{1,2,3,4,5,6\}) \rightarrow \text{tablero1}$
- `diagrama` $([7 \rightarrow 4, 5 \rightarrow 5, 2 \rightarrow 7]) \rightarrow \text{tablero1}$
- `diagrama` $([7 \rightarrow 4, 5 \rightarrow 5, 2 \rightarrow 7], \{\text{tipo}="barra"\}) \rightarrow \text{tablero1}$

Dibujable

`Dibujable`

Ejemplos

- `PQ=segmento` $(\text{punto}(0,0), \text{punto}(3,4)) \rightarrow (0,0) - (3,4)$
- `es?` $(PQ, \text{Dibujable}) \rightarrow \text{cierto}$
- `es?` $(3, \text{Dibujable}) \rightarrow \text{falso}$

Ejemplos 3D

- `estado_geometria` $("3d") \rightarrow 2$
- `C=curva3d` $(\{\text{sen}(t), \text{cos}(t), t\}, t, -10, 10) \rightarrow \{\text{sen}(t), \text{cos}(t), t\} \text{ con } t \text{ en } -10..10$
- `es?` $(C, \text{Dibujable}) \rightarrow \text{cierto}$
- `es?` $(\emptyset, \text{Dibujable}) \rightarrow \text{falso}$

`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?($x^2+y^2=1$,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(x/2)·cos(x),4·sen(x)+3·y·cos(x/2)·sen(x),4·y·sen(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(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

$$\text{dimensiones} \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 5 \\ 5 & 6 \end{pmatrix} \rightarrow 3,2$$

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

$$\text{directriz}(y^2=2 \cdot 4 \cdot x) \rightarrow x=-2$$

$$\text{directriz}(x^2=2 \cdot 3 \cdot y) \rightarrow y=-\frac{3}{2}$$

$$p=\text{parábola}(3) \rightarrow -x^2+6 \cdot y=0$$

$$\text{dibujar}(p) \rightarrow \text{tablero1}$$

$$\text{dibujar}(\text{directriz}(p), \{\text{color}=\text{azul}\}) \rightarrow \text{tablero1}$$

discontinuidades

`discontinuidades (f,x:Identificador)`

`discontinuidades (f)`

Ejemplos

$$\text{discontinuidades}\left(\frac{1}{x}\right) \rightarrow \{0\}$$

$$\text{discontinuidades}\left(\frac{1}{(x-2) \cdot (x+7)}\right) \rightarrow \{-7,2\}$$

$$\text{discontinuidades}(\ln(x^2+1)) \rightarrow \{\emptyset\}$$

`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($4 \cdot x^2 + 10 \cdot x + C = 0, x, \{diversos_resultados_como = "lista"\}$)
 → $\left\{ \left\{ x = \frac{\sqrt{-4 \cdot C + 25}}{4} - \frac{5}{4} \right\}, \left\{ x = -\frac{\sqrt{-4 \cdot C + 25}}{4} - \frac{5}{4} \right\} \right\}$
- resolver($4 \cdot x^2 + 10 \cdot x + C = 0, x, \{diversos_resultados_como = "solamente_una_solución"\}$)
 → $\left\{ x = \frac{\sqrt{-4 \cdot C + 25}}{4} - \frac{5}{4} \right\}$
- resolver($\left\{ \begin{matrix} \frac{x+2 \cdot y}{2} = 2 \\ (x+3 \cdot y) = 10 \end{matrix} \right\}, \{diversos_resultados_como = "valor_múltiple"\}$)
 → $\{x = -8, y = 6\}$
- resolver($\left\{ \begin{matrix} \frac{x+2 \cdot y}{2} = 2 \\ (x+3 \cdot y) = 10 \end{matrix} \right\}, \{diversos_resultados_como = "vector"\}$) → $[\{x = -8, y = 6\}]$
- resolver($2 \cdot \cos(\alpha)^2 + \cos(\alpha) - 1, \{diversos_resultados_como = "secuencia"\}$)
 → $\{\alpha = -\pi\}, \{\alpha = \pi\}, \{\alpha = -1.0472\}, \{\alpha = 1.0472\}$

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`

`dodecaedro()=dodecaedro(1)`

`dodecaedro (p:Punto ,c:Real)`

Ejemplos 3D

```
t=dodecaedro(punto(4,0,0),5);
dibujar3d(t,{color=verde,anchura_línea=3}) → tablero1
```

`dodecaedro (c:Real)`

Ejemplos 3D

```
t=dodecaedro(5);
dibujar3d(t,{color=verde,anchura_línea=3,llenar=cierto}) → tablero1
```

dominio

`dominio (f,x:Identificador)`

Ejemplos

- `d=dominio($\frac{1}{x}$,x) → $x \neq 0$`
- `{x=>2}d ? → cierto`
- `{x=>0}d ? → falso`
- `sustituir(d,x,20.1) ? → cierto`
- `dominio($\sqrt{-x^2-1}$,x) → conjunto_vacio`
- `dominio($e^{x^2+3 \cdot x}$,x) → IR`

`dominio (f)`

Ejemplos

- `dominio($\frac{1}{t}$) → $t \neq 0$`
- `dominio($y \mapsto \frac{1}{y}$) → $y \neq 0$`

`dominio (r:Relación)`

Ejemplos

- `dominio{a→0,b→2,c→3} → {a,b,c}`

`dominio (t:Tabla)`

Ejemplos

- `dominio({a=0,b=2,c=3}:Tabla) → {a,b,c}`
- `a`
- `a=3;`
- `dominio({a=0,b=2,c=3}:Tabla) → {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

$\{x \text{ con } i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \text{ donde } p\}$

Ejemplos

- $\{\{x, y, z\} \text{ con } x, y, z \text{ en } 1..10, 1..10, 1..10 \text{ donde es } ?(\sqrt[3]{x^3 + y^3 + z^3}, \mathbb{Z}) \ \& \ x \leq y \ \& \ y \leq z\}$
- $\rightarrow \{\{1, 6, 8\}, \{3, 4, 5\}, \{6, 8, 10\}\}$

$$\{p \Rightarrow v \text{ con } r_1, \dots, r_n \text{ en } R_1, \dots, R_n \text{ [donde]}\}$$

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

$$[i \text{ con } i \text{ en } 1..10] \rightarrow [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10]$$

$$[i \text{ con } i \text{ en } 1..10 \text{ donde primo?}(i)] \rightarrow [2, 3, 5, 7]$$

$$[[x, y, z] \text{ con } x, y, z \text{ en } 1..10, 1..10, 1..10 \text{ donde es?}(\sqrt{x^2+y^2+z^2} \sqrt{729}, Z) \& x \leq y \& y \leq z]$$

$$\rightarrow [\{1, 1, 1\}, \{1, 1, 2\}]$$

donde

$$\prod_{\substack{i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \\ \text{cond}}} \text{expr}$$

productorio *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

$$1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 5 = 40$$

$$\prod_{\substack{i \text{ en } 1..5 \\ i \neq 3}} i \rightarrow 40$$

$$\prod_{i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3} i \rightarrow 40$$

$$\text{productorio } i \text{ con } i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3 \rightarrow 40$$

$$2 \cdot 3 \cdot 5 \cdot 7 \cdot 11 \cdot 13 = 30030$$

$$\prod_{\substack{k \text{ en } 2..13 \\ \text{primo?}(k)}} k \rightarrow 30030$$

$$\text{productorio } k \text{ con } k \text{ en } 2..13 \text{ donde primo?}(k) \rightarrow 30030$$

$$\sum_{\substack{i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \\ \text{cond}}} \text{expr}$$

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 , 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 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 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_ → 2.7183
- ln(e_) → 1.

E_

Icono 

E_

Ejemplos

- E_ → e
- ln(e) → 1

ecuación

ecuación (r:Recta ,{x:Variable , y:Variable }:Lista)

Ejemplos

- ecuación(recta(y=x+4),{y,x}) → x=y+4
- ecuación(recta(y=x),{a,a}) → a=a

ecuación (r:Recta)

Ejemplos

- ecuación(y=2) → y=2
- ecuación(y=2·x) → 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(x2,{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· $\frac{\pi}{4}$))` → `{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?(π , Elemento(Cuerpo)) → s?(π ,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(π) → π^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

- `elemento_de_orden($\mathbb{Z}_{13}, 6$)` \rightarrow 4
- `k=cuerpo_finito($7^7, x$)` \rightarrow $\mathbb{Z}_7([x])$
- `elemento_de_orden(k, 29)` \rightarrow $x^6 + 5 \cdot x^5 + 2 \cdot x^4 + 5 \cdot x^3 + 4 \cdot x^2 + 2 \cdot x + 5$

elemento_primitivo

`elemento_primitivo (K:Cuerpo)`

Ejemplos

- `k=cuerpo_finito($7^7, x$)` \rightarrow $\mathbb{Z}_7([x])$
- `a=elemento_primitivo(k)` \rightarrow $3 \cdot x$
- `orden(a)` \rightarrow 823542

elementos

`elementos`

Ejemplos

- `e1= $x^2 - 3$;`
- `e2= $y = 3 - x$;`
- `e3=cfr(6);`
- `dibujar({e1, e2, e3})` \rightarrow tablero1
- `elementos(tablero1)` \rightarrow {e3, line1, curve1}

`elementos ({j1 , ..., jr }:Lista ,R:Anillo)`

Ejemplos

- `elementos({4,5}, \mathbb{Z}_{13})` \rightarrow {4,5}
- `k=extensión($\mathbb{Z}_6, x^{12} + x + 1$)` \rightarrow $\mathbb{Z}_6([x])$
- `elementos({230,5,6,10,23}, k)` \rightarrow { $x^3 + 2 \cdot x + 2, 5, x, x + 4, 3 \cdot x + 5$ }

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

$$\{(i,j) \rightarrow x^i \cdot y^j \text{ con } i,j \text{ en } 1..2, 1..2 \text{ donde } i+j=3\} \rightarrow \{(1,2) \rightarrow x \cdot y^2, (2,1) \rightarrow x^2 \cdot y\}$$

$\{x \text{ con } i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n\}$

Ejemplos

$$\{2^i \text{ con } i \text{ en } 2..-2..-1\} \rightarrow \left\{4, 2, 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}\right\}$$

$$\{x^2 + y^2 \text{ con } x, y \text{ en } \{A, B\}, 1..3\} \rightarrow \{A^2 + 1, A^2 + 4, A^2 + 9, B^2 + 1, B^2 + 4, B^2 + 9\}$$

$\{x \text{ con } i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n \text{ donde } p\}$

Ejemplos

$$\{\{x, y, z\} \text{ con } x, y, z \text{ en } 1..10, 1..10, 1..10 \text{ donde es } ?(\sqrt[3]{x^3 + y^3 + z^3}, Z) \& x \leq y \& y \leq z\} \\ \rightarrow \{\{1, 6, 8\}, \{3, 4, 5\}, \{6, 8, 10\}\}$$

$\{x \rightarrow y \text{ con } i_1, \dots, i_n \text{ en } r_1, \dots, r_n\}$

Ejemplos

$$\{i \rightarrow i^2 \text{ con } i \text{ en } 1..5\} \rightarrow \{1 \rightarrow 1, 2 \rightarrow 4, 3 \rightarrow 9, 4 \rightarrow 16, 5 \rightarrow 25\}$$

$$\{x \rightarrow x^2 - c^2 \text{ con } x, c \text{ en } \{A, B\}, 1..2\} \rightarrow \{A \rightarrow (A^2 - 1, A^2 - 4), B \rightarrow (B^2 - 1, B^2 - 4)\}$$

$\{p \Rightarrow v \text{ con } r_1, \dots, r_n \text{ en } R_1, \dots, R_n \text{ [donde]}\}$

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 con i_1, \dots, i_n en r_1, \dots, r_n]

Ejemplos

- [2^i con i en $2..-2..-1$] \rightarrow $[4, 2, 1, \frac{1}{2}, \frac{1}{4}]$
- [x^2+y^2 con x, y 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? $(x^2+y^2+z^2 \sqrt{729}, \mathbb{Z})$ & $x \leq y$ & $y \leq z$] \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

$1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 5 = 40$
 $\prod_{\substack{i \text{ en } 1..5 \\ i \neq 3}} i \rightarrow 40$

$1 \cdot 2 \cdot 4 \cdot 5 = 40$
 $\prod_{i \text{ en } 1..5 \text{ donde } i \neq 3} i \rightarrow 40$
 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 $\text{primo?}(k) \rightarrow 30030$

$$\sum_{i=a}^b \text{expr}$$

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 $\rightarrow 15$

$1^3 + \left(1 + \frac{1}{2}\right)^3 + 2^3$

$\sum_{k \text{ en } 1..2.. \frac{1}{2}} k^3 \rightarrow \frac{99}{8}$

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, 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, expr : Expresión



Ejemplos

$1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 5 = 120$
 $\prod_{i=1}^5 i \rightarrow 120$

$-1^3 + 2^3 - 3^3 + 4^3 - 5^3 = -81$
 $\prod_{n=1}^5 (-1)^n \cdot n^3 \rightarrow -n^3$

$\sum_{i \in r} x$ con i_1, \dots, i_n en r_1, \dots, r_n donde i_j : Identificador, r_j : Lista / Vector / Recorrido

$$\sum_{i \in r} x$$

donde i_j : Identificador, r_j : Lista / Vector / Recorrido

$$\sum_{i=0}^n$$

$$\sum_{i=1}^n$$

Ejemplos

$$1+2+3+4+5$$

$$\sum_{i \in 1..5} i \rightarrow 15$$

$$\sum_{i=1}^5 i \rightarrow 15$$

$$\text{sigma } i \text{ con } i \text{ en } 1..5 \rightarrow 15$$

$$1^3 + \left(1 + \frac{1}{2}\right)^3 + 2^3$$

$$\sum_{k \in 1..2.. \frac{1}{2}} k^3 \rightarrow \frac{99}{8}$$

$$\text{sigma } k^3 \text{ con } k \text{ en } 1..2.. \frac{1}{2} \rightarrow \frac{99}{8}$$

$$\sum_{i=a}^b x$$

donde i : Identificador, a : ZZ, b : ZZ, x : Expresión

$$\sum_{i=a}^b$$

$$\sum_{i=a}^b x = \text{sigma } x \text{ con } i \text{ en } a..b$$

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 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 `si` o `si..sino` , 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( $\frac{8}{3}$ ) →  $\frac{64}{9}$ 

```

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 (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)

```

```

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)
```

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 ,{x1 #a1 , ..., xn #an })`
`evaluar (f:Fracción ,{x1 #a1 , ..., xn #an })`

Ejemplos

$$\text{evaluar}\left(\frac{x^3}{y}, \{x \rightarrow z, y \rightarrow 3\}\right) \rightarrow \frac{1}{3} \cdot z^3$$

$$\text{evaluar}\left(\frac{x}{y}, \{x \rightarrow \sin(t), y \rightarrow \cos(t)\}\right) \rightarrow \frac{\sin(t)}{\cos(t)}$$

`evaluar (f:Fracción ,{a1 , ..., an })`

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`
`xexpresión("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]),x12-2,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

$$\begin{cases} \text{factor_de_conversión}(\text{dam}) \rightarrow 10 \text{ dam}^{-1} \text{ m} \\ \text{factor_de_conversión}(\text{g}) \rightarrow \frac{1}{1000} \text{ kg g}^{-1} \end{cases}$$

`factor_de_conversión (u:Unidad ,u':Unidad)`

Ejemplos

$$\begin{cases} \text{factor_de_conversión}(\text{dam}, \text{dm}) \rightarrow 100 \text{ dam}^{-1} \text{ dm} \\ \text{factor_de_conversión}\left(\frac{\text{m}}{\text{s}}, \frac{\text{km}}{\text{h}}\right) \rightarrow \frac{18}{5} \text{ kmm}^{-1} \text{ sh}^{-1} \\ \text{factor_de_conversión}(\text{s}, \text{s}) \rightarrow 1 \text{ unidad_adimensional} \end{cases}$$

Más información en [factor de conversión](#)

factorial

`n!`
`factorial (n:ZZ)`

Ejemplos

$$\begin{cases} 5! \rightarrow 120 \\ 0! \rightarrow 1 \\ 1! \rightarrow 1 \end{cases}$$

`factorial (n:ZZ,k:ZZ)`

$$n \cdot (n-k) \cdot (n-2k) \cdot \dots \cdot a \text{ con } 1 \leq a < k$$

Ejemplos

$$\begin{cases} \text{factorial}(10,7) \rightarrow 30 \\ \text{factorial}(5,1) \rightarrow 120 \\ \text{factorial}(0,4) \rightarrow 1 \end{cases}$$

factorizar

`factorizar (n:ZZ)`

Ejemplos

$$\text{factorizar}(12) \rightarrow 2^2 \cdot 3$$

$$\text{factorizar}(-120) \rightarrow -1 \cdot 2^3 \cdot 3 \cdot 5$$

`factorizar (p:Polinomio)`

`factorizar (p:Polinomio ,A:Anillo)`

Ejemplos

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

$$\text{factorizar}(x^4+5 \cdot x^3+4 \cdot x^2-3 \cdot x+9) \rightarrow (x+3)^2 \cdot (x^2-x+1)$$

$$\text{factorizar}(x^3+x, \mathbb{R}) \rightarrow x \cdot (x^2+1)$$

$$\text{factorizar}(x^3+x, \mathbb{C}) \rightarrow x \cdot (x-i) \cdot (x+i)$$

$$\text{factorizar}(x^3 \cdot y^6 + x^3 \cdot z^6 - y^7 \cdot z^2 - y \cdot z^8, \mathbb{Z}) \rightarrow (y^2+z^2) \cdot (x^3-y \cdot z^2) \cdot (y^4-y^2 \cdot z^2+z^4)$$

Ejemplos

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

$$\text{factorizar}(y \cdot x^2 - y^2 \cdot x^2 : \mathbb{Z}[y][x]) \rightarrow (-y^2+y) \cdot x^2$$

$$\text{factorizar}(x^2 \cdot y^3 - x^2 \cdot y^2 + 2 \cdot y^3 - 2 \cdot y^2, \mathbb{C}) \rightarrow y^2 \cdot (y-1) \cdot (x-\sqrt{2} \cdot i) \cdot (x+\sqrt{2} \cdot i)$$

$$\text{factorizar}(x^2 \cdot y^3 - x^2 \cdot y^2 - y^3 + y^2 : \mathbb{Z}[y][x], \mathbb{C}) \rightarrow (x-1) \cdot (x+1) \cdot (y^3-y^2)$$

$$\text{factorizar}(x^2 \cdot y^3 - x^2 \cdot y^2 + 2 \cdot y^3 - 2 \cdot y^2 : \mathbb{Z}[y][x], \mathbb{C}) \rightarrow (x-\sqrt{2} \cdot i) \cdot (x+\sqrt{2} \cdot i) \cdot (y^3-y^2)$$

`factorizar (p:Polinomio ,K:Cuerpo)`

`factorizar (p:Polinomio)`

Ejemplos

$$p = x^4 + x + (1 : \mathbb{Z}_5) \rightarrow x^4 + x + 1$$

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

$$\text{factorizar}(x^{10}+1, \mathbb{Z}_3) \rightarrow (x^2+1) \cdot (x^4+x^3+2 \cdot x+1) \cdot (x^4+2 \cdot x^3+x+1)$$

```
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($x^8 - x^5 + \frac{x^2}{4} + 1, i$) → $\frac{1}{4} \cdot (2 \cdot x^4 - x - 2 \cdot i) \cdot (2 \cdot x^4 - x + 2 \cdot i)$

extensión($\mathbb{Q}, w^2 - 5$) → $\mathbb{Q}([w])$

factorizar($t^4 - 5, w$) → $((w+5) \cdot t^2 + (-5 \cdot w - 5)) \cdot \left(\left(-\frac{1}{20} \cdot w + \frac{1}{4} \right) \cdot t^2 + \left(\frac{1}{4} \cdot w - \frac{1}{4} \right) \right)$

$((w+5) \cdot t^2 + (-5 \cdot w - 5)) \cdot \left(\left(-\frac{1}{20} \cdot w + \frac{1}{4} \right) \cdot t^2 + \left(\frac{1}{4} \cdot w - \frac{1}{4} \right) \right) = (t^2 - w) \cdot (t^2 + w)$

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) = $F(n) = 0n=01n=1F(n-2)+F(n-1)n \geq 2$

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, π) → centro: (0,0) radio: 3ángulo_inicial: 0amplitud: π
- 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

- wirisplus_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,a²)
- 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?( $\sqrt{2}$ , Flotante) → falso

```

focos

focos (*p:Parábola*)

Ejemplos

```
focos( $y^2=2\cdot4\cdot x$ ) → (2,0)
focos( $x^2=2\cdot3\cdot y$ ) →  $(0, \frac{3}{2})$ 
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=cuerpo_finito(5³, t) → Z₅ ([t])
- frobenius(t) → 4·t²+t+1
- K=cuerpo_finito(13², x) → Z₁₃ ([x])
- frobenius(x) → 12·x

frobenius (k:Cuerpo)
 frobenius (cardinal (K))

Ejemplos

- K=cuerpo_finito(5³, t) → Z₅ ([t])
- frobenius(K) → x ↦ x¹²⁵
- frobenius(Z₅) → x ↦ x⁵

fuente

cursiva

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"

negrita

Valores posibles : cierto o falso

Valor por defecto : falso

Más información en [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

```
Ejemplos
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 \rightarrow , escribiendo sus argumentos, entre paréntesis, a la izquierda del símbolo \rightarrow 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

- $\sqrt[3]{125} \rightarrow 5$
- $\sqrt[4]{7} \rightarrow \sqrt[4]{7}$
- $\sqrt[3]{-8} \rightarrow -2$
- $\sqrt[3]{16} \rightarrow 2 \cdot \sqrt[3]{2}$
- raiz(1,3) $\rightarrow 1$**
- raices(125,3) $\rightarrow \left\{ 5, -\frac{5}{2} + \frac{5 \cdot \sqrt{3} \cdot i}{2}, -\frac{5}{2} - \frac{5 \cdot \sqrt{3} \cdot i}{2} \right\}$**
- raices(7,4) $\rightarrow \{\sqrt[4]{7}, \sqrt[4]{7} \cdot i, -\sqrt[4]{7}, -\sqrt[4]{7} \cdot i\}$**
- raices(16,3) $\rightarrow \{2 \cdot \sqrt[3]{2}, -\sqrt[3]{2} + \sqrt[6]{108} \cdot i, -\sqrt[3]{2} - \sqrt[6]{108} \cdot i\}$**
- 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 ° , que se encuentra a la pestaña de Unidades .

| | | |
|-------|-----|-------|
| sen | cos | tan |
| cosec | sec | 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⁻¹ cos⁻¹ tan⁻¹

Ejemplos

- sen(0) $\rightarrow 0$**
- sen(45°) $\rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2}$**
- cos($\frac{\pi}{3}$) $\rightarrow \frac{1}{2}$**
- tan($\frac{\pi}{4}$) $\rightarrow 1$**
- tan(90°)**
- atan(1) $\rightarrow \frac{\pi}{4}$**
- convertir(atan(1),°) $\rightarrow 45.^\circ$**

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

| | |
|----------|--|
| Ejemplos | $\text{exp}(2) \rightarrow e^2$ |
| | $\text{exp}(2.0) \rightarrow 7.3891$ |
| | $e^4 \cdot e^{-6} \rightarrow \frac{1}{e^2}$ |

logaritmo: comando `ln` o `log`

Si los comandos anteriores reciben un único argumento, calcularán 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 

$\log_b(a)$ `log(a,b)` `log(a,b)`

| | |
|----------|----------------------------------|
| Ejemplos | $\ln(e^2) \rightarrow 2$ |
| | $\log(1000) \rightarrow 3$ |
| | $\log(12345) \rightarrow 4.0915$ |
| | $\log(7^3,7) \rightarrow 3.$ |
| | $\log(2,10) \rightarrow 0.30103$ |
| | $\log_{10}(1000) \rightarrow 3.$ |
| | $\log_7(7^3) \rightarrow 3.$ |
| | $\log_3(9) \rightarrow 2.$ |

valor absoluto: Icono , comando `absoluto`

Calcula el valor absoluto del argumento.

| | |
|----------|--|
| Ejemplos | $ -3 \rightarrow 3$ |
| | $\left \frac{5}{2}\right \rightarrow \frac{5}{2}$ |
| | <code>absoluto(-13) → 13</code> |

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

- $\text{signo}(-3) \rightarrow -1$
- $\text{signo}\left(\frac{5}{2}\right) \rightarrow 1$
- $\text{signo}(0) \rightarrow 0$

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

- $\text{máximo}(2, -5) \rightarrow 2$
- $\text{mínimo}(2, -5) \rightarrow -5$
- $\text{máximo}(2, -1, 3, -4) \rightarrow 3$
- $\text{mínimo}(2, -1, 3, -4) \rightarrow -4$
- $\text{máximo}([42, -61, 37, -4]) \rightarrow 42$
- $\text{mínimo}([42, -61, 37, -4]) \rightarrow -61$

Función

Ejemplos

- $\text{es?}(x \mapsto x+1, \text{Función}) \rightarrow \text{cierto}$
- $\text{es?}(\text{sen}(x), \text{Función}) \rightarrow \text{falso}$
- $\text{es?}(f(x) := \text{sen}(x), \text{Función}) \rightarrow \text{cierto}$
- $\text{es?}(\sqrt{2}, \text{Función}) \rightarrow \text{falso}$

[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_oscuero

Más información en [color](#)

gris_oscuero

gris oscuro

`gris_oscuero` = {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)`

Ejemplos

- `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

Ejemplos

- `E=elipse (x2+2·y2=5) → -x2-2·y2+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**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
```

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
```

identidad

identidad (p :Permutación)

Ejemplos

- $p = \text{permutación}\{1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 1, 3 \rightarrow 7, 7 \rightarrow 3\} \rightarrow [2, 1, 7, 4, 5, 6, 3]$
- identidad $p \rightarrow [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]$

identidad?

identidad? (p :Permutación)

Ejemplos

- $p = \text{permutación}\{1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 1\} \rightarrow [2, 1]$
- uno?(p) \rightarrow falso
- uno?(p^2) \rightarrow cierto

Identificador

Identificador

Ejemplos

- $x \rightarrow x$
- es?(x , Identificador) \rightarrow cierto
- es?(π , Identificador) \rightarrow falso
- es?($\sqrt{3}$, Identificador) \rightarrow falso

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

$$\text{imagen} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 5 \\ 4 & 5 & 6 & 7 \\ 7 & 8 & 9 & 9 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 5 \\ 7 & 8 \end{pmatrix}$$

`imagen (l)`

Ejemplos

$$\begin{aligned} \text{imagen}\{a \rightarrow 1, b \rightarrow \text{nulo}, c \rightarrow x\} &\rightarrow \{1, x\} \\ \text{imagen}[a \rightarrow 1, b \rightarrow 0, c \rightarrow 3] &\rightarrow \{1, 3\} \\ t = \{a = \text{"punto"}, b = \text{"recta"}\} : \text{Tabla} &\rightarrow \{a = \text{point}, b = \text{line}\} \\ \text{imagen}(t) &\rightarrow \{\text{point}, \text{line}\} \end{aligned}$$

implicar

`implicar (D1 :Dominio ,D2 :Dominio)`

Ejemplos

$$\begin{aligned} \text{implicar?}(\mathbb{Z}, \mathbb{R}) &\rightarrow \text{cierto} \\ \text{implicar?}(\mathbb{Z}, \mathbb{Q}) &\rightarrow \text{cierto} \\ \text{implicar?}(\mathbb{Q}, \mathbb{Z}) &\rightarrow \text{falso} \\ \text{implicar?}(\mathbb{R}, \mathbb{Q}) &\rightarrow \text{falso} \end{aligned}$$

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 $\left[\begin{array}{l} \mathbf{k=extensión(\mathbb{Z}_7, x^2+1) \rightarrow \mathbb{Z}_7([x])} \\ \mathbf{índice(x+1) \rightarrow 8} \\ \mathbf{índice(6 : \mathbb{Z}_{13}) \rightarrow 6} \end{array} \right.$

índice_borrar

`índice_borrar (l:Relación /Divisor /Tabla ,m:Lista)`

Ejemplos $\left[\begin{array}{l} \mathbf{índice_borrar(\{a \rightarrow 1, b \rightarrow 2, c \rightarrow 3\}, \{b, d\}) \rightarrow \{a \rightarrow 1, c \rightarrow 3\}} \end{array} \right.$

Inecuación

`Inecuación`

Ejemplos $\left[\begin{array}{l} \mathbf{es?(x^2+1 \neq 0, Inecuación) \rightarrow cierto} \\ \mathbf{es?(x^2+1 \leq 8, Inecuación) \rightarrow cierto} \\ \mathbf{es?(x^2+1 > 0, Inecuación) \rightarrow cierto} \\ \mathbf{es?(sen(x) = 0, Inecuación) \rightarrow falso} \\ \mathbf{es?(x^2+1, Inecuación) \rightarrow falso} \\ \mathbf{es?\left(\frac{3}{2}, Inecuación\right) \rightarrow falso} \end{array} \right.$

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_negativoIcono 

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.

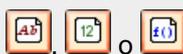


Valores posibles : "none", "name", "definition", "value". "nada" , "nombre" , "definición" y "valor"

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(poligonal_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, $\frac{\pi}{4}$) → 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) → - $\frac{5}{4}$ ·x+ $\frac{31}{4}$ 
interpolar({1→0,3→1,5→0,7→1},t) →  $\frac{1}{12}$ ·t3-t2+ $\frac{41}{12}$ ·t- $\frac{5}{2}$ 

```

```
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) → - $\frac{37}{24}$ ·x3+ $\frac{19}{4}$ ·x2- $\frac{11}{24}$ ·x- $\frac{3}{4}$ 
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) → {(- $\frac{\sqrt{2}}{2}$, - $\frac{\sqrt{2}}{2}$), ($\frac{\sqrt{2}}{2}$, $\frac{\sqrt{2}}{2}$)}`
- `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, o:Punto , f:Punto | Recta | Circunferencia)`

Ejemplos

$$\begin{aligned} & \text{inversión}(2, \text{punto}(0,0), \text{punto}(2,0)) \rightarrow (2,0) \\ & \text{inversión}(2, \text{punto}(0,0), \text{punto}(1,0)) \rightarrow (4,0) \\ & \text{inversión}(1, \text{punto}(0,0), \text{recta}(\text{punto}(1,2),0)) \rightarrow x^2 + \left(y - \frac{1}{4}\right)^2 = \frac{1}{16} \\ & \text{inversión}(3, \text{punto}(0,0), \text{circunferencia}(3)) \rightarrow x^2 + y^2 = 9 \\ & \text{inversión}(1, \text{punto}(0,0), \text{circunferencia}(3)) \rightarrow x^2 + y^2 = \frac{1}{9} \end{aligned}$$

inverso

A^{-1}

Icono 

`inverso (a:Matriz)`

Ejemplos

$$\begin{aligned} & \text{inverso} \begin{pmatrix} x & 1 \\ 2 & 0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{2} \\ 1 & -\frac{1}{2} \cdot x \end{pmatrix} \\ & \begin{pmatrix} x & 1 \\ 2 & 0 \end{pmatrix}^{-1} \rightarrow \begin{pmatrix} 0 & \frac{1}{2} \\ 1 & -\frac{1}{2} \cdot x \end{pmatrix} \end{aligned}$$

`inverso (a:Elemento (Anillo))`

Ejemplos

`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`
- $\frac{1}{x} \rightarrow -x$
- `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

$$\left[\begin{array}{l} \text{constantes_reales(cierto);} \\ \sqrt{2} \rightarrow \sqrt{2} \\ \text{sen}(120^\circ) \rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} \\ \text{constantes_reales(falso);} \\ \sqrt{2} \rightarrow 1.4142 \\ \text{sen}(120^\circ) \rightarrow 0.86603 \end{array} \right.$$

`polinomio anulador (r:Irracional ,t:Identificador)`

Ejemplos

$$\left[\begin{array}{l} \text{polinomio_anulador}(\sqrt{2},t) \rightarrow t^2-2 \\ \text{polinomio_anulador}(\text{raiz2}(2)+\text{raiz2}(3),t) \rightarrow t^4-10 \cdot t^2+1 \end{array} \right.$$

racionaliza (r:RR)

Ejemplos

$$\left[\begin{array}{l} \text{racionaliza} \left(\frac{1}{\sqrt{2} + \sqrt{3} + \sqrt{5}} \right) \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{4} + \frac{\sqrt{3}}{6} - \frac{\sqrt{30}}{12} \\ \text{racionaliza} \left(\frac{97}{\sqrt{2} + \sqrt{3} + 4} - 44 \right) \rightarrow -17 \cdot \sqrt{2} - 15 \cdot \sqrt{3} + 8 \cdot \sqrt{6} \end{array} \right.$$

simplificar_radical (r:RR)

Ejemplos

$$\left[\begin{array}{l} \text{simplificar_radical}(\sqrt{5-\sqrt{5}} \cdot \sqrt{5+\sqrt{5}}) \rightarrow 2 \cdot \sqrt{5} \\ \text{simplificar_radical}(\sqrt{5-\sqrt{7}} + \sqrt{5+\sqrt{7}}) \rightarrow \sqrt{6 \cdot \sqrt{2} + 10} \end{array} \right.$$

Icono 
Pi_

Ejemplos

$$\left[\begin{array}{l} \text{Pi_} \rightarrow \pi \\ (\pi+1) \cdot (\pi-1) \rightarrow \pi^2-1 \end{array} \right.$$

Icono 
pi_

Ejemplos

$$\left[\begin{array}{l} \text{pi_} \rightarrow 3.1416 \\ \text{sen} \left(\frac{\text{pi_}}{2} \right) = 1? \rightarrow \text{cierto} \end{array} \right.$$

Icono 
E_

Ejemplos

$$\left[\begin{array}{l} \text{E_} \rightarrow e \\ \ln(e) \rightarrow 1 \end{array} \right.$$

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

$$\begin{cases} j^2 \rightarrow -1 \\ (1+j)^2 \rightarrow 2 \cdot i \end{cases}$$

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

$$\text{jordan}([[1, -4, -1, -4],[2, 0, 5, -4],[-1, 1, -2, 3],[-1, 4, -1, 6]], \{\text{matriz_de_transformaci3n=cierto}\}) \rightarrow \left\{ \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -3 & -4 & -1 \\ -1 & -2 & -1 & -2 \\ 1 & \frac{8}{3} & \frac{8}{3} & \frac{5}{3} \end{pmatrix} \right\}$$

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 $\left\{ \begin{array}{l} T=\text{triángulo}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0),\text{punto}(2,0)) \rightarrow (1,2) - (0,0) - (2,0) \\ \text{lado}(T,1) \rightarrow 2 \\ \text{lado}(T,2) \rightarrow \sqrt{5} \\ \text{lado}(T,3) \rightarrow \sqrt{5} \end{array} \right.$

Ejemplos 3D $\left\{ \begin{array}{l} T=\text{triángulo}(\text{punto}(1,2,3),\text{punto}(0,0,0),\text{punto}(2,0,1)) \rightarrow (1,2,3) - (0,0,0) - (2,0,1) \\ \text{lado}(T,1) \rightarrow (1,2,3) - (0,0,0) \\ \text{lado}(T,2) \rightarrow (0,0,0) - (2,0,1) \\ \text{lado}(T,3) \rightarrow (2,0,1) - (1,2,3) \end{array} \right.$

lados

`lados (P:Polyhedra |Poligonal3d)`

Ejemplos $\left\{ \begin{array}{l} \text{lados}(\text{triángulo}(\text{punto}(1,2,0), \text{punto}(0,0,0), \text{punto}(2,0,0))) \\ \rightarrow \{(1,2,0) - (0,0,0), (0,0,0) - (2,0,0), (2,0,0) - (1,2,0)\} \\ \text{lados}(\text{tetraedro}(2\sqrt{2})) \\ \rightarrow \{(1,1,1) - (1,-1,-1) - (-1,1,-1), (1,1,1) - (1,-1,-1) - (-1,-1,1), (1,1,1) - (-1,1,-1) \\ \text{lados}(\text{cubo}(2)) \\ \rightarrow \{(-1,-1,-1) - (-1,1,-1) - (1,1,-1) - (1,-1,-1), (-1,-1,-1) - (-1,-1,1) - (1,-1,1) \\ \text{lados}(\text{poligonal}(\text{punto}(1,2,3), \text{punto}(4,5,6), \text{punto}(7,8,9), \text{punto}(8,7,6), \text{punto}(5,4,3))) \\ \rightarrow \{(1,2,3) - (4,5,6), (4,5,6) - (7,8,9), (7,8,9) - (8,7,6), (8,7,6) - (5,4,3)\} \end{array} \right.$

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

▲ library ▲
 [f(x):=x²
Ejemplos [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

$\lim_{x \rightarrow a} f$

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

$$\lim_{x \rightarrow a^+} f$$

$$\lim_{x \rightarrow a^-} f$$

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 ($f, x: \text{Identificador}, a: \text{RR} \mid \text{Infinito}, dir$)

límite ($f, x \# a: \text{RR} \mid \text{Infinito}, dir$)

límite ($f, a: \text{RR} \mid \text{Infinito}, dir$)

Ejemplos

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

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

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

$$\lim_{x \rightarrow 3^-} \frac{1}{\frac{1}{e^{x-3} + 1}} \rightarrow 1$$

$$\text{limite} \left(\frac{1}{\frac{1}{e^{x-3} + 1}}, x, 3, -1 \right) \rightarrow 1$$

$$\lim_{x \rightarrow 3^+} \frac{1}{\frac{1}{e^{x-3} + 1}} \rightarrow 0$$

$$\text{limite} \left(\frac{1}{\frac{1}{e^{x-3} + 1}}, x, 3, 1 \right) \rightarrow 0$$

límite_izquierda

$\lim_{x \rightarrow a^+} f$
 $\lim_{x \rightarrow a^-} f$

Icono  o 

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

- $\lim_{x \rightarrow 0^+} \frac{1}{x} \rightarrow +\infty$
- $\lim_{x \rightarrow 0^-} \frac{1}{x} \rightarrow -\infty$
- $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{1}{x} \rightarrow \pm\infty$
- $\lim_{x \rightarrow 3^-} \frac{1}{e^{x-3} + 1} \rightarrow 1$
- límite $\left(\frac{1}{e^{x-3} + 1}, x, 3, -1 \right) \rightarrow 1$
- $\lim_{x \rightarrow 3^+} \frac{1}{e^{x-3} + 1} \rightarrow 0$
- límite $\left(\frac{1}{e^{x-3} + 1}, x, 3, 1 \right) \rightarrow 0$

limpiar

limpiar v_1, \dots, v_n

Ejemplos

- $a=4 \rightarrow 4$
- $a \rightarrow 4$
- limpiar $a \rightarrow OK$
- $a \rightarrow a$

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( $\frac{1}{2}.. \frac{2}{3}.. \frac{1}{6}$ ) →  $\left\{\frac{1}{2}, \frac{2}{3}\right\}$ 
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 $\left\{ \begin{array}{l} \text{lista}(\text{punto}(3,4)) \rightarrow \{3,4\} \\ \text{lista}(\text{punto}(\pi)) \rightarrow \{\pi,0\} \end{array} \right.$

Ejemplos 3D $\left\{ \begin{array}{l} \text{lista}(\text{punto}(3,4,7)) \rightarrow \{3,4,7\} \\ \text{lista}(\text{punto}(\pi,3,4)) \rightarrow \{\pi,3,4\} \end{array} \right.$

lista (F:Muestra_frecuencia_de (ZZ))

Ejemplos $\left\{ \begin{array}{l} \text{lista}([a \rightarrow 1, b \rightarrow 2, c \rightarrow 2]) \rightarrow \{a, b, b, c, c\} \\ \text{lista}([3 \rightarrow 2, 1 \rightarrow 1, -4 \rightarrow 3]) \rightarrow \{-4, -4, -4, 1, 3, 3\} \end{array} \right.$

Lista

Lista

Ejemplos $\left\{ \begin{array}{l} \{1,2,3,4\} \rightarrow \{1,2,3,4\} \\ \text{es}(\{1,x,Z,3,\{a \rightarrow b\}\}, \text{Lista})? \rightarrow \text{cierto} \end{array} \right.$

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

- `lista_constante(4,x) → {x,x,x,x}`
- `lista_constante(2,3) → {3,3}`
- `lista_constante(0,3) → {}`

Lista_de

`Lista_de`

Ejemplos

- `L={1,0} → {1,0}`
- `es?(L,Lista_de(Entero)) → cierto`
- `es?(L,Lista_de(Punto)) → falso`
- `U={punto(1,1),punto(2,2)} → {(1,1),(2,2)}`
- `es?(U,Lista_de(Punto)) → cierto`

lista_de_coeficientes_densos

`lista_de_coeficientes_densos (p:Polinomio)`

Ejemplos

- `lista_de_coeficientes_densos($x^4 - 2 \cdot x^2 + 7$) → {7,0,-2,0,1}`
- `lista_de_coeficientes_densos($y^3 + 4$) → {4,0,0,1}`

lista_de_término

`lista_de_término (s:Serie ,n:Natural)`

Ejemplos

- `s=serie_de_taylor(sen(x),x,0) → $x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7 + \frac{1}{362880} \cdot x^9 + \dots$`
- `lista_de_término(s,5) → $\left\{ \frac{1}{362880}, 9 \right\}$`

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, indica si se pinta el interior.

Valores posibles : true, false, **cierto** y **falso**

Valor por defecto : **falso**

`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"**

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

$$\text{taylor}(\text{sen}(x),x,4) \rightarrow -\frac{1}{6} \cdot x^3 + x$$

magentaMás información en [color](#)**magenta****magenta**

```
magenta = {255,0,255}
```

marrónMás 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

$f(A : \text{Matriz}) := A - I_2;$

$$f \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 5 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$$

$\text{es?} \left(\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 5 \end{pmatrix}, \text{Matriz} \right) \rightarrow \text{cierto}$

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 7 & 7 & 7 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 7 & 7 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 7 & 7 & 7 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 7 & 7 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 : \mathbb{Z}_2 & 3 & 4 \\ 5 & 6 & 7 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix} : \text{Matriz}(\mathbb{Z}_2) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

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

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

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

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

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

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

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

matriz_de_rotación($\frac{\pi}{2}$) \rightarrow $\begin{pmatrix} 0 & -1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

matriz_de_rotación(punto(1,2,3),[1,0,0],0.4) \rightarrow $\begin{pmatrix} 1. & 0. & 0. & 0. \\ 0. & 0.92106 & -0.38942 & 1.3261 \\ 0. & 0.38942 & 0.92106 & -0.54202 \\ 0. & 0. & 0. & 1. \end{pmatrix}$

matriz_de_rotación(punto(0,0,0),[1,0,0], $\frac{\pi}{2}$) \rightarrow $\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

matriz_de_rotación(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

matriz_de_simetría(punto(1,2,3)) \rightarrow $\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & -1 & 0 & 4 \\ 0 & 0 & -1 & 6 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

matriz_de_simetría(recta(punto(1,-1),punto(1,1))) \rightarrow $\begin{pmatrix} -1 & 0 & 2 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

matriz_de_simetría(recta(punto(1,-1,2),punto(1,1,0))) \rightarrow $\begin{pmatrix} -1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & 0 & -1 & 1 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

matriz_de_simetría(plano(3·x-4·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})`

$$\rightarrow \left\{ \begin{array}{l} \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 & -1 \\ -1 & -3 & -4 & -1 \\ -1 & -2 & -1 & -2 \\ 1 & \frac{8}{3} & \frac{8}{3} & \frac{5}{3} \end{pmatrix} \end{array} \right\}$$

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

$$\left[\begin{array}{l} \text{mcd}(x^{100}-1, x^{80}-1) \rightarrow x^{20}-1 \\ \text{mcd}(x^2-y^2, x-y+1) \rightarrow 1 \end{array} \right.$$

$\text{mcd} (a_1 : \text{Elemento} (\text{Anillo}), \dots, a_n : \text{Elemento} (\text{Anillo}))$

$\text{mcd} (\{a_1 : \text{Elemento} (\text{Anillo}), \dots, a_n : \text{Elemento} (\text{Anillo})\})$

$\text{mcd} ([a_1 : \text{Elemento} (\text{Anillo}), \dots, a_n : \text{Elemento} (\text{Anillo})])$

Ejemplos

$$\left[\begin{array}{l} \text{mcd}(12, 15, 21, 60) \rightarrow 3 \\ \text{mcd}\{10, 20, 30, 40\} \rightarrow 10 \\ \text{mcd}([x^2, [x]) \rightarrow x \end{array} \right.$$

$\text{mcd} (r:QQ, s:QQ)$

Ejemplos

$$\left[\begin{array}{l} \text{mcd}\left(\frac{120}{11}, 21\right) \rightarrow \frac{3}{11} \\ \text{mcd}\left(120, \frac{21}{5}\right) \rightarrow \frac{3}{5} \\ \text{mcd}\left(\frac{120}{11}, \frac{21}{5}\right) \rightarrow \frac{3}{55} \end{array} \right.$$

$\text{mcd} (f_1 : \text{Fracción} , f_2 : \text{Fracción})$

Ejemplos

$$\left[\begin{array}{l} \text{mcd}((x-2)/(x-1)^2, (x-2)^3/(x-1)) \rightarrow \frac{x-2}{x^2-2 \cdot x+1} \\ \text{mcd}((x-1)/(x-3), x-7) \rightarrow \frac{1}{x-3} \end{array} \right.$$

`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 $\left[\begin{array}{l} \text{mcm}(2,3) \rightarrow 6 \\ \text{mcm}(120,21) \rightarrow 840 \\ \text{mcm}(7,0) \rightarrow 0 \end{array} \right.$

$mcm(p:Polinomio, q:Polinomio)$

Ejemplos

$$\begin{aligned} mcm(x^{100}-1, x^{80}-1) &\rightarrow x^{160} + x^{140} + x^{120} + x^{100} - x^{60} - x^{40} - x^{20} - 1 \\ mcm(x^2-y^2, x-y+1) &\rightarrow x^3 - x^2 \cdot y + x^2 - x \cdot y^2 + y^3 - y^2 \end{aligned}$$

$mcm(a_1:Elemento(Anillo), \dots, a_n:Elemento(Anillo))$

$mcm(\{a_1:Elemento(Anillo), \dots, a_n:Elemento(Anillo)\})$

$mcm([a_1:Elemento(Anillo), \dots, a_n:Elemento(Anillo)])$

Ejemplos

$$\begin{aligned} mcm(12, 15, 21, 60) &\rightarrow 420 \\ mcm(\{10, 20, 30, 40\}) &\rightarrow 120 \\ mcm([x^2, x]) &\rightarrow x^2 \end{aligned}$$

$mcm(r:QQ, s:QQ)$

Ejemplos

$$\begin{aligned} mcm(120/11, 21) &\rightarrow 840 \\ mcm(120, 21/5) &\rightarrow 840 \\ mcm(120/11, 21/5) &\rightarrow 840 \end{aligned}$$

$mcm(f1:Fracción, f2:Fracción)$

Ejemplos

$$\begin{aligned} mcm((x-2)/(x-1)^2, (x-2)^3/(x-1)) &\rightarrow \frac{x^3 - 6 \cdot x^2 + 12 \cdot x - 8}{x-1} \\ mcm((x-1)/(x-3), x-7) &\rightarrow x^2 - 8 \cdot x + 7 \end{aligned}$$

$mcm(a:Elemento(Cuerpo), b:Elemento(Cuerpo))$

Ejemplos

$$mcm(3.3, \frac{1}{5}) \rightarrow 0.66$$

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($x_1 * x_2 * ... * x_n$)`

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) $m_k = 1/n(x_i -)^k$`

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

```
mostrar_términos(4) → 5
s=serie_de_taylor(sen(x),x,0) →  $x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7 + \dots$ 
```

mover**mover** (*x:Variable* , *v:Vector*)

Ejemplos

```
P:=punto_más_cercano(x=y+1, punto(3,5))
→ punto_más_cercano(x=y+1,punto(3,5))
dibujar(P) → tablero1
mover(P,[1,0]) → (5,4)
```

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**

$$\left[\begin{array}{l} \text{n_variables} (x^4 \cdot y^2 - z) \rightarrow 3 \\ \text{n_variables} (x^7 - x^5 + 4 \cdot x^2 + 1) \rightarrow 1 \\ \text{n_variables} (\pi) \rightarrow 0 \end{array} \right.$$

naranjaMás 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?(π) → 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=12});
;
Title3=
{caja_de_texto ("FONT_NAME", punto (-7.9,6), {nombre_fuente="SansSerif", tamaño_fuente=12});
;
TextA=
{caja_de_texto ("SansSerif", punto (-8,-8.8), {nombre_fuente="SansSerif", tamaño_fuente=12});
;
TextS=
{caja_de_texto ("Monospaced", punto (-2.2,-2.8), {nombre_fuente="Monospaced", tamaño_fuente=12});
;
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 `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`

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`

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

- x1=10 → 10
- x4=3 → 3
- nuevo_identificador(x,4) → x,x2,x3,x5

nulo

nulo

Ejemplos

- a,b,nulo → a,b
- (nulo,(a,b)) → a,b
- a,nulo,nulo,b → a,b

Nulo

Nulo

nulo .

Ejemplos

- nulo → nulo
- es?(nulo,Nulo) → cierto

nulo?

nulo? (x₁ , ..., x_n)

Ejemplos

- nulo?() → cierto
- nulo?(nulo) → cierto
- nulo?(3) → falso
- nulo?(x,y) → falso
- nulo?(nulo,nulo) → cierto

num

numerador (q:QQ)
 num (q:QQ)

Ejemplos

- numerador($\frac{2}{3}$) → 2
- num($-\frac{4}{5}$) → -4
- num(7) → 7

numerador (f:Fracción)
 num (f:Fracción)

Ejemplos

- numerador($\frac{x}{y}$) → x
- num(x^4+2) → x^4+2

numerador

numerador (q:QQ)
 num (q:QQ)

Ejemplos

- numerador($\frac{2}{3}$) → 2
- num($-\frac{4}{5}$) → -4
- num(7) → 7

numerador (f:Fracción)
 num (f:Fracción)

Ejemplos

- numerador($\frac{x}{y}$) → x
- num(x^4+2) → x^4+2

número_de_argumentos

número_de_argumentos (f)

Ejemplos

- número_de_argumentos($f(x,y,z)$) \rightarrow 3
- número_de_argumentos(e^x) \rightarrow 1
- número_de_argumentos($\text{sen}(e^x) \cdot \text{cos}(x)$) \rightarrow 2
- número_de_argumentos($\text{sen}(e^x \cdot \text{cos}(x))$) \rightarrow 1

número_de_bernouilli

número_de_bernouilli ($n:\text{Natural}$)

Ejemplos

- número_de_bernouilli (10) $\rightarrow \frac{174611}{330}$

número_de_columnas

número_de_columnas ($M:\text{Matriz}$)

Ejemplos

- number_of_columns $\left(\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 6 & 3 & 4 \\ 9 & 3 & 6 \\ 2 & 5 & 9 \end{pmatrix} \right)$ \rightarrow 3
- número_de_columnas ([[2,3],[4,5],[6,7]]) \rightarrow 2

número_de_filas

número_de_filas ($M:\text{Matriz}$)

Ejemplos

- número_de_filas $\left(\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 6 & 3 & 4 \\ 9 & 3 & 6 \\ 2 & 5 & 9 \end{pmatrix} \right)$ \rightarrow 4
- número_de_filas ([[2,3],[4,5],[6,7]]) \rightarrow 3

número_de_polinomios_irreducibles

número_de_polinomios_irreducibles ($n:\mathbb{Z}, K:\text{Cuerpo}$)

Ejemplos

número_de_polinomios_irreducibles(5, \mathbb{Z}_{13}) → 74256

número_de_polinomios_irreducibles ($n:\mathbb{Z}, q:\mathbb{Z}$)

número_de_polinomios_irreducibles ($n:\mathbb{Z}$)

Ejemplos

número_de_polinomios_irreducibles(5, \mathbb{Z}_{13}) → 74256

número_de_polinomios_irreducibles(3,7) → 112

número_de_polinomios_irreducibles(10) → 99

número_de_polinomios_irreducibles(3,q) → $\frac{1}{3} \cdot q^3 - \frac{1}{3} \cdot q$

número_de_términos

número_de_términos ($p:\text{Polinomio}$)

Ejemplos

número_de_términos($x^7 + x^2 + x^2 - 1$) → 3

número_de_términos($x^3 \cdot y + x^2 \cdot y + x \cdot y^2 - 1$) → 4

número_de_términos(π) → 1

número_de_variables

número_de_variables ($p:\text{Polinomio}$)

Ejemplos

número_de_variables($x^4 \cdot y^2 - t$) → 3

número_de_variables(π) → 0

números_de_bernouilli

números_de_bernouilli (*n:Natural*)

Ejemplos

números_de_bernouilli (10) → $\left[\frac{1}{6}, \frac{1}{30}, \frac{1}{42}, \frac{1}{30}, \frac{5}{66}, \frac{691}{2730}, \frac{7}{6}, \frac{3617}{510}, \frac{43867}{798}, \frac{174611}{330} \right]$

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 (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
```

octaedro

octaedro()=octaedro(1)

orden

`orden (a:Elemento (Cuerpo))`

Ejemplos

- $k1 = \text{extensión}(\mathbb{Z}_3, x^2 + 1) \rightarrow \mathbb{Z}_3([x])$
- $r = \text{orden}(x) \rightarrow 4$
- $x^{r-1}, \frac{1}{x} \rightarrow 2 \cdot x, 2 \cdot x$

`orden (p:Permutación)`

Ejemplos

- $p = \text{permutación}[3,2,4,1,5] \rightarrow [3,2,4,1,5]$
- $\text{orden } p \rightarrow 3$
- $p^2 \rightarrow [4,2,1,3,5]$
- $p^3 \rightarrow [1,2,3,4,5]$

`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

- $\text{orden_interno}(1,2) \rightarrow -1$
- $\text{orden_interno}(2,1/2) \rightarrow -1$
- $\text{orden_interno}(1/2,2) \rightarrow 1$
- $\text{orden_interno}(-1,-1) \rightarrow 0$

`ordenar`

`ordenar (l:Lista /Vector /Recorrido)`

Ejemplos

- $\text{ordenar}\{1,8,3\} \rightarrow \{1,3,8\}$
- $\text{ordenar}\left[-1, \frac{2}{3}, -\frac{2}{3}, 1, 0\right] \rightarrow \left[-1, -\frac{2}{3}, 0, \frac{2}{3}, 1\right]$
- $\text{ordenar}(4..1..-1) \rightarrow \{1,2,3,4\}$

`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("aaaXXbbXXXXcccXXddddXX","XX",cierto) → {aaa,bb,,ccc,dddd,}
partir("aaaXXbbXXXXcccXXddddXX","XX",falso) → {aaa,bb,ccc,dddd}
```

```
partir (t:Cadena ,p:Cadena )
```

Ejemplos

```
partir("aaaXXbbXXXXcccXXddddXX","XX",cierto) → {aaa,bb,,ccc,dddd,}
```

passo

passo (*p:Progresión*)

| | |
|-----------------|---|
| Ejemplos | 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*)

| | |
|-----------------|-----------------------|
| Ejemplos | pendiente (y=2) → 0 |
| | pendiente (y=2·x) → 2 |

pendiente (*v:Vector*)

| | |
|-----------------|-----------------------------------|
| Ejemplos | pendiente ([3,4]) → $\frac{4}{3}$ |
| | pendiente ([1,-1]) → -1 |

perdido

perdido

| | |
|-----------------|---|
| Ejemplos | 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, π)) → $3 \cdot \pi$
- 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, π))` → 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_ → π
 $(\pi+1) \cdot (\pi-1)$ → π^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 (p:Punto ,v:Vector)`

Ejemplos 3D

```
pl=plano(punto(0,0,0),[0,0,1]) → z=0
dibujar3d(pl) → 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
```

```
plano (l:Lista )
```

Ejemplos 3D

```
l={punto(0,0,0),punto(1,2,1),punto(1,9,5),punto(2,11,6)};
plano(l) →  $x-4 \cdot y+7 \cdot z=0$ 
```

```
plano (A:Real ,B:Real ,C:Real ,D:Real )
Ax+By+Cz+D=0
```

Ejemplos 3D

```
p=plano(1,2,3,4) →  $x+2 \cdot y+3 \cdot z+4=0$ 
dibujar3d(p) → tablero1
p=plano(0,0,1,0) →  $z=0$ 
dibujar3d(p) → 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 ,c:Real)`

`poliedro(n,c)=poliedro(n,punto(0,0,0),c)`

Ejemplos 3D

- `p=poliedro(6,5.3);`
- `dibujar3d(p,{color=rojo,anchura_linea=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_linea=3,llenar=cierto})` → `tablero1`

`poliedro (n:Natural)`

`poliedro(n)=poliedro(n,punto(0,0,0),1)`

`poliedro (n:Natural ,p:Punto)`

`poliedro(n,p)=poliedro(n,p,1)`

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)-(-
```

polígono

`polígono (P1 :Punto ,...,Pn :Punto)`

Ejemplos `polígono(punto(1,2),punto(0,0),punto(1,0),punto(-1,1),punto(0,1))`
 $\rightarrow (1,2) - (0,0) - (1,0) - (-1,1) - (0,1)$
`polígono(punto(1,0),punto(0,1),punto(-1,0),punto(0,-1))`
 $\rightarrow (1,0) - (0,1) - (-1,0) - (0,-1)$

Ejemplos 3D `polígono(punto(0,0,0),punto(5,5,5),punto(4,2,1))` $\rightarrow (0,0,0) - (5,5,5) - (4,2,1)$
`polígono(punto(1,4,0),punto(5,7,0),punto(9,1,0),punto(15,12,0))`
 $\rightarrow (1,4,0) - (5,7,0) - (9,1,0) - (15,12,0)$

`polígono (g:Poligonal /Triángulo)`

Ejemplos `polígono(poligonal(punto(1,2),punto(0,0),punto(1,0),punto(-1,1),punto(0,1)))`
 $\rightarrow (1,2) - (0,0) - (1,0) - (-1,1) - (0,1)$
`polígono(triángulo(punto(1,0),punto(0,1),punto(-1,0)))` $\rightarrow (1,0) - (0,1) - (-1,0)$

Ejemplos 3D `polígono(poligonal(punto(0,0,0),punto(5,5,0),punto(4,2,0),punto(1,5,0)))`
 $\rightarrow (0,0,0) - (5,5,0) - (4,2,0) - (1,5,0)$
`polígono(triángulo(punto(0,0,0),punto(5,5,5),punto(4,2,1)))`
 $\rightarrow (0,0,0) - (5,5,5) - (4,2,1)$

`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 ⁿ ,...geometric |
| | polinómica?(P) → cierto |
| | polinómica?(Q) → falso |

polinomio

polinomio (*B:Extensión ,t:Identificador*)
 polinomio (*B:Extensión*)

| | |
|-----------------|---|
| Ejemplos | k=cuerpo_finito(2 ⁸) → \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

$$\begin{aligned} \text{polinomio_anulador}(\sqrt{2}, t) &\rightarrow t^2 - 2 \\ \text{polinomio_anulador}(\text{raiz2}(2) + \text{raiz2}(3), t) &\rightarrow t^4 - 10 \cdot t^2 + 1 \end{aligned}$$

polinomio característico

`polinomio_característico (A:Matriz)`

`polinomio_característico (A:Matriz ,x:Cualquier)`

Ejemplos

$$\begin{aligned} \text{polinomio_característico} \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} &\rightarrow x^3 - 15 \cdot x^2 - 18 \cdot x \\ \text{polinomio_característico} \left(\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, y \right) &\rightarrow y^3 - 15 \cdot y^2 - 18 \cdot y \\ \text{polinomio_característico} \left(\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix}, \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 9 \end{pmatrix} \right) &\rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

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(
    ( 47 -2 -3
      32 31 -12
      0 0 39 ) → x12-78·x1+1521
polinomio_mínimo(
    ( 47 -2 -3
      32 31 -12
      0 0 39 ),t) → t2-78·t+1521
polinomio_mínimo(
    ( 47 -2 -3
      32 31 -12
      0 0 39 ),3) → 1296
polinomio_mínimo(
    ( 47 -2 -3
      32 31 -12
      0 0 39 ),
    ( 47 -2 -3
      32 31 -12
      0 0 39 )) → ( 0 0 0
                    0 0 0
                    0 0 0 )
    
```

```
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})  
→  $y^3 - 15 \cdot y^2 - 18 \cdot y$ 
```

```
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) →  $\mathbb{Z}_3([x])$ 
```

```
polinomio_mínimo(x,T) →  $T^4 + T + 2$ 
```

```
polinomio_mínimo(x,k,t) →  $t + 2 \cdot x$ 
```

polinomios_irreducibles

```
polinomios_irreducibles (K:Cuerpo ,n:ZZ,t:Identificador )
```

```
polinomios_irreducibles (K:Cuerpo ,n:ZZ )
```

Ejemplos

```
polinomios_irreducibles(Zn 2,4) →  $\{x^4 + x + 1, x^4 + x^3 + 1, x^4 + x^3 + x^2 + x + 1\}$ 
```

```
K=cuerpo_finito(4,a) →  $\mathbb{Z}_2([a])$ 
```

```
polinomios_irreducibles(K,2,t)
```

```
→  $\{t^2 + t + a, t^2 + t + (a + 1), t^2 + a \cdot t + 1, t^2 + a \cdot t + a, t^2 + (a + 1) \cdot t + 1, t^2 + (a + 1) \cdot t + (a + 1)\}$ 
```

```
polinomios_irreducibles (m:ZZ,K:Cuerpo ,n:ZZ,t:ZZ )
```

```
polinomios_irreducibles (m:ZZ,K:Cuerpo ,n:ZZ )
```

Ejemplos

```
polinomios_irreducibles(2, $\mathbb{Z}_{13}$ ,5,t) →  $\{t^5 + 4 \cdot t + 2, t^5 + 4 \cdot t + 3\}$ 
```

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→x²,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

```
MI:=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",MI,{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({MI,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 ()
```

Ejemplos

```
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 ([[l1, ..., ln ]],x)=[[x,l1, ..., ln ]]
```

Ejemplos

```
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 )
```

Ejemplos

```
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)
```

Ejemplos 3D

```
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 expr con i en $a..b$ donde i : *Identificador*, a : *ZZ*, b : *ZZ*, 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 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 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,a²,a³) → a,a²,a³,...,aⁿ,...geometric
- progresión({2,2·√2,4}) → 2,2·√2,4,...,√2·√2ⁿ,...geometric
- progresión([2, 5, 10, 17]) → 2,5,10,...,n²+1,...polynomic

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,...,a²+1,...polynomic

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

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

proyectividad $\left(\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \end{pmatrix}, \text{recta}(\text{punto}(1,2,3), \text{punto}(3,3,-3)) \right)$
 $\rightarrow -4 \cdot x - 8 \cdot y + 1 = 0 \cap 6 \cdot x + 18 \cdot y + z = 0$

proyectividad $\left(\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 2 \\ 0 & -1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & -1 & 3 \\ 0 & 0 & 0 & 4 \end{pmatrix}, \text{tetraedro}(2 \cdot \sqrt{2}) \right)$
 $\rightarrow \{(3,0,2), (3,2,4), (1,0,4)\} -- \{(3,0,2), (3,2,4), (1,2,2)\} -- \{(3,0,2), (1,0,4), (1,2,2)\} --$
 $\{(3,2,4), (1,0,4), (1,2,2)\}$

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_1 :Polinomio , p_2 :Polinomio)

Ejemplos

pseudoresiduo($x^5, -2 \cdot x^3 + 2$) $\rightarrow -8 \cdot x^2$

punto

punto ($x:RR, y:RR$)

Ejemplos

punto(3,4) $\rightarrow (3,4)$
 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(*v*₁ ,*v*₂ ,*v*₃)

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)

$(x+r\cos(\alpha),y+r\sin(\alpha))$

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), π) → (-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), π) → (-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, π),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 7 )
    ( 2 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

$$\text{punto_medio}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0)) \rightarrow \left(\frac{1}{2}, 1\right)$$

$$\text{punto_medio}(\text{punto}(1,0),\text{punto}(-2,1)) \rightarrow \left(-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$$

Ejemplos 3D

$$\text{punto_medio}(\text{punto}(1,1,1),\text{punto}(2,2,2)) \rightarrow \left(\frac{3}{2}, \frac{3}{2}, \frac{3}{2}\right)$$

$$\text{punto_medio}(\text{punto}(0,0,0),\text{punto}(-1,-1,-1)) \rightarrow \left(-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right)$$

punto_medio (s:Segmento)

punto_medio (segmento (p,q))=p+q/2

Ejemplos

$$\text{punto_medio}(\text{segmento}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0))) \rightarrow \left(\frac{1}{2}, 1\right)$$

$$\text{punto_medio}(\text{segmento}(\text{punto}(1,0),\text{punto}(-2,1))) \rightarrow \left(-\frac{1}{2}, \frac{1}{2}\right)$$

Ejemplos 3D

$$\text{punto_medio}(\text{segmento}(\text{punto}(0,0,0),\text{punto}(2,2,2))) \rightarrow (1,1,1)$$

$$\text{punto_medio}(\text{segmento}(\text{punto}(0,0,0),\text{punto}(-1,-1,-1))) \rightarrow \left(-\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}, -\frac{1}{2}\right)$$

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^e.

| | |
|----------|---------------------------------|
| Ejemplos | racional(0.1) → $\frac{1}{10}$ |
| | racional(-0.2) → $-\frac{1}{5}$ |
| | racional(3.0) → 3 |

Racional

QQ

Racional

| | |
|----------|--|
| Ejemplos | es? $\left(\frac{3}{72}, \mathbb{Q}\right)$ → 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

$$\left[\begin{array}{l} \text{racionaliza}\left(\frac{1}{\sqrt{2}+\sqrt{3}+\sqrt{5}}\right) \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{4} + \frac{\sqrt{3}}{6} - \frac{\sqrt{30}}{12} \\ \text{racionaliza}\left(\frac{97}{\sqrt{2}+\sqrt{3}+4} - 44\right) \rightarrow -17\cdot\sqrt{2} - 15\cdot\sqrt{3} + 8\cdot\sqrt{6} \end{array} \right.$$

radio

radio (a:Arco)

Ejemplos

$$\left[\begin{array}{l} \text{radio}(\text{arco}(\text{punto}(0,0),3,0,\pi)) \rightarrow 3 \\ \text{radio}(\text{compás}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(-3,0))) \rightarrow 2\cdot\sqrt{5} \end{array} \right.$$

radio (c:Circunferencia)

Ejemplos

$$\left[\begin{array}{l} \text{radio}(\text{circunferencia}(\text{punto}(1,2),5)) \rightarrow 5 \\ \text{radio}(\text{circunferencia}(\text{punto}(0,0),\text{punto}(1,0))) \rightarrow 1 \end{array} \right.$$

raíces

raíces (r:RR,n:ZZ)

Ejemplos

$$\left[\begin{array}{l} \text{raíces}(1,3) \rightarrow \left\{1, -\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{3}\cdot i}{2}, -\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{3}\cdot i}{2}\right\} \\ \text{raíces}(50,2) \rightarrow \{5\cdot\sqrt{2}, -5\cdot\sqrt{2}\} \\ \text{raíces}(-1,2) \rightarrow \{i, -i\} \end{array} \right.$$

`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

raíz2Icono `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·a2,b·a3))` → 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(i2)` → -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

| | |
|-----------------|--|
| Ejemplos | <code>f(x:Real_o_infinito):= inicio</code> |
| | <code>si es?(x,Real) entonces</code> |
| | <code>x²</code> |
| | <code>sino</code> |
| | <code>-x</code> |
| | <code>fin</code> |
| | <code>fin ;</code> |
| | <code>f(5) → 25</code> |
| | <code>f(-∞) → +∞</code> |
| | <code>f(x) → f(x)</code> |
| | <code>f(1+i) → f(1+i)</code> |

recorrido

recorrido (c:Curva |Curva_polar)

| | |
|-----------------|---|
| Ejemplos | <code>recorrido(curva(sen(x),x,0..3..0.1)) → 0..3..0.1</code> |
| | <code>recorrido(curva({sen(x),cos(x)},0,3)) → 0..3</code> |

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 $M_{i,j} = -M_{i,j}$ 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)) $\rightarrow z=0 \cap y=0$

$p = \text{punto}\left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}, 0\right) \rightarrow \left(\frac{\sqrt{2}}{2}, \frac{\sqrt{2}}{2}, 0\right)$

$q = \text{punto}\left(-\frac{\sqrt{2}}{2}, -\frac{\sqrt{2}}{2}, 0\right) \rightarrow \left(-\frac{\sqrt{2}}{2}, -\frac{\sqrt{2}}{2}, 0\right)$

$r := \text{recta}(p,q) \rightarrow \text{recta}(p,q)$

dibujar3d(p, {color=rojo}) \rightarrow tablero1

dibujar3d(q, {color=verde}) \rightarrow tablero1

dibujar3d(r, {color=naranja}) \rightarrow tablero1

`recta (A:Punto ,v:Vector)`

Ejemplos

- `recta(punto(1,2),[-2,1])` → $y = -\frac{1}{2} \cdot x + \frac{5}{2}$
- `recta(punto(0,0),[1,0])` → $y = 0$

Ejemplos 3D

- `recta(punto(0,0,0),[1,1,1])` → $-x+z=0 \cap -x+y=0$

`recta (A:Punto ,a:RR |Infinito)`

Ejemplos

- `recta(punto(1,2),0)` → $y = 2$
- `recta(punto(1,2),+\infty)` → $x = 1$
- `recta(punto(0,0),1)` → $y = x$

`recta ([a:RR , b:RR , c:RR]:Vector)`

Ejemplos

- `recta([1,2,3])` → $y = -\frac{1}{2} \cdot x - \frac{3}{2}$
- `recta([0,1,0])` → $y = 0$
- `recta([0,-1,0])` → $y = 0$

`recta (a:RR |Infinito ,b:RR |Infinito)`

Ejemplos

- `recta(1,3)` → $y = -3 \cdot x + 3$
- `recta(-2,+\infty)` → $x = -2$
- `recta(+\infty,0)` → $y = 0$

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? (x2+y2=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)

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})
→ $y=-0.72281 \cdot x+1.2505$

recta_de_regresión (M:Multimuestra ,X,Y)

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)), $\frac{\pi}{2}$) → $y=1$

```
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

$$\text{rectas_tangentes}(\text{circunferencia}(\text{punto}(1,2),5),\text{punto}(-9,-3)) \rightarrow \{y=-3, y=\frac{4}{3}\cdot x+9\}$$

$$\text{rectas_tangentes}(\text{circunferencia}(\text{punto}(0,0),\text{punto}(1,0)),\text{punto}(2,1))$$

$$\rightarrow \{y=1, y=\frac{4}{3}\cdot x-\frac{5}{3}\}$$

`rectas_tangentes (c:Cónica ,P:Punto)`

Ejemplos

$$\text{rectas_tangentes}(\text{hipérbola}(2,1,\text{punto}(0,0)),\text{punto}(0,0)) \rightarrow \{y=-\frac{1}{2}\cdot x, y=\frac{1}{2}\cdot x\}$$

$$\text{rectas_tangentes}(\text{hipérbola}(2,1,\text{punto}(0,0)),\text{punto}(2,0)) \rightarrow \{x=2\}$$

$$\text{rectas_tangentes}(\text{elipse}(5,3,\text{punto}(0,0),\frac{\pi}{2}),\text{punto}(9,5)) \rightarrow \{y=\frac{5}{4}\cdot x-\frac{25}{4}, y=5\}$$

$$\text{rectas_tangentes}(\text{parábola}(2,\text{punto}(-1,2),\frac{\pi}{2}),\text{punto}(-1,0))$$

$$\rightarrow \{y=-\sqrt{2}\cdot x-\sqrt{2}, y=\sqrt{2}\cdot x+\sqrt{2}\}$$

redondear

`redondear (r:RR)`

$$\text{redondear}(r) = \text{suelo}\left(r + \frac{1}{2}\right).$$

Ejemplos

$$\text{redondear}(1.2) \rightarrow 1$$

$$\text{redondear}(7.8) \rightarrow 8$$

$$\text{redondear}(-7.8) \rightarrow -8$$

$$\text{redondear}(0.5) \rightarrow 1$$

$$\text{redondear}\left(\frac{7}{4}\right) \rightarrow 2$$

$$\text{redondear}(4) \rightarrow 4$$

$$\text{redondear}(\pi) \rightarrow 3$$

`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 ,...,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 $\left(\begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 7 \end{pmatrix}, 1, 3, -4 \right) \rightarrow \begin{pmatrix} 1 & 0 & -4 \\ 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 7 \end{pmatrix}$`

`a=reemplazar(a,i1,...,in,x)`

`ai1,...,in =x`

Ejemplos

- `v=[5,6,7] → [5, 6, 7]`
- `v2=14 → [5, 14, 7]`
- `A = $\begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$`
- `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}
```

$$A = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 9 & 4 & 6 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$$

$$A_{\{1,2\},\{1,3\}} = \begin{pmatrix} a & b \\ c & d \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} a & 3 & b \\ c & 4 & d \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$$

$$A_{1..2,[1,3]} = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \rightarrow \begin{pmatrix} 0 & 3 & 0 \\ 0 & 4 & 0 \\ 9 & 8 & 7 \end{pmatrix}$$

Regla

Regla

Ejemplos

- $\{a+1 \Rightarrow 3\} \rightarrow \{a+1 \Rightarrow 3\}$
- $\{x \Rightarrow 1, y \Rightarrow 0\} \rightarrow \{x \Rightarrow 1, y \Rightarrow 0\}$
- $\text{es?}(\{x \Rightarrow 1, y \Rightarrow 0\}, \text{Regla}) \rightarrow \text{cierto}$

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 $x \rightarrow \text{OK}$
- $R(x+y), S(x+y) \rightarrow t+x, t+5$
- $R(z+3), S(z+3) \rightarrow 5, z+3$
- $R=\{x \Rightarrow y+1\} \rightarrow \{x \Rightarrow y+1\}$
- $S=\{x-1 \Rightarrow y\} \rightarrow \{x-1 \Rightarrow y\}$
- $R(x-1), S(x-1) \rightarrow y, y$
- $R(x+1), S(x+1) \rightarrow y+2, x+1$
- $R(x^2-1), S(x^2-1) \rightarrow y^2+2 \cdot y, x^2-1$
- $\{a \Rightarrow 2, b \Rightarrow 5\} \mid \{c \Rightarrow 3, a \Rightarrow 3\} \rightarrow \{a \Rightarrow 3, b \Rightarrow 5, c \Rightarrow 3\}$

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) → 2³·43
- 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

$$\begin{aligned} &\text{resolver}(x+y=0,x) \rightarrow \{\{x=-y\}\} \\ &\text{resolver}(x+y=0,y) \rightarrow \{\{y=-x\}\} \\ &\text{resolver}(x+y=A,x-y=B,x,y) \rightarrow \left\{ \left\{ x=\frac{1}{2} \cdot A + \frac{1}{2} \cdot B, y=\frac{1}{2} \cdot A - \frac{1}{2} \cdot B \right\} \right\} \\ &\text{resolver}(x^2+2 \cdot x-C=0,x) \rightarrow \{\{x=-\sqrt{C+1}-1\},\{x=\sqrt{C+1}-1\}\} \\ &\text{resolver}(\text{sen}(\alpha)-\text{cos}(\alpha),\alpha) \rightarrow \left\{ \left\{ \alpha=\frac{\pi}{4} \right\}, \left\{ \alpha=-\frac{3 \cdot \pi}{4} \right\} \right\} \end{aligned}$$

`resolver (E:Lista /Vector)`
`resolver (e1 , ..., en)`

Ejemplos

$$\begin{aligned} &\text{resolver}(x+y=0) \rightarrow \{\{x=-y,y=y\}\} \\ &\text{resolver}(x^2+2 \cdot x-5=0) \rightarrow \{\{x=-\sqrt{6}-1\},\{x=\sqrt{6}-1\}\} \\ &\text{resolver}\left(\left\{ \begin{array}{l} x+y=7 \\ x-y=-3 \end{array} \right\}\right) \rightarrow \{\{x=2,y=5\}\} \\ &\text{resolver}(\text{sen}(\alpha)-\text{cos}(\alpha)) \rightarrow \left\{ \left\{ \alpha=\frac{\pi}{4} \right\}, \left\{ \alpha=-\frac{3 \cdot \pi}{4} \right\} \right\} \\ &\text{resolver}\left(\frac{1}{2} \cdot (x-3)=x-4\right) \rightarrow \{\{x=5\}\} \\ &\text{resolver}\left(\left\{ \begin{array}{l} a-b=c \\ c+a+b=1 \end{array} \right\}\right) \rightarrow \left\{ \left\{ a=\frac{1}{2}, b=-c+\frac{1}{2}, c=c \right\} \right\} \end{aligned}$$

`resolver (x...,Complejo :Field)`

Ejemplos

$$\begin{aligned} &\text{resolver}(x^2=-1,\mathbb{C}) \rightarrow \{\{x=-i\},\{x=i\}\} \\ &\text{resolver}(x^2-(i+1) \cdot x+i,\mathbb{C}) \rightarrow \{\{x=1\},\{x=i\}\} \\ &\text{resolver}\left(\left\{ \begin{array}{l} x^2+y^2+5=0 \\ x+y=1 \end{array} \right\},\mathbb{C}\right) \\ &\rightarrow \left\{ \left\{ x=\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{11} \cdot i}{2}, y=\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{11} \cdot i}{2} \right\}, \left\{ x=\frac{1}{2} - \frac{\sqrt{11} \cdot i}{2}, y=\frac{1}{2} + \frac{\sqrt{11} \cdot i}{2} \right\} \right\} \end{aligned}$$

```
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

$$\begin{aligned} \text{resolver_inecuación}(x-3 < 2, x) &\rightarrow x < 5 \\ \text{resolver_inecuación}(x < 4 \mid x \geq 0, x) &\rightarrow \text{cierto} \\ \text{resolver_inecuación}(x < 4 \ \& \ x > 5, x) &\rightarrow \text{falso} \end{aligned}$$

```
resolver_inecuación ({e1 , ..., en }, x:Identificador )
```

Ejemplos

$$\begin{aligned} \text{resolver_inecuación}(\{x < 3, x \leq 2\}, x) &\rightarrow x \leq 2 \\ \text{resolver_inecuación}\left(\left\{ \frac{x^2 - 2}{x + 5} > 0, 10 > x \right\}, x\right) &\rightarrow x > -5 \ \& \ x < -\sqrt{2} \mid x > \sqrt{2} \ \& \ x < 10 \end{aligned}$$

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

- resto($2 \cdot x^5, x+1$) → -2
- resto($x^{10}-1, x^2-1$) → 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)

Ejemplosresultante(x³-1,2·x²-2) → 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 (1:Lista | Vector | Recorrido | Relación | Divisor | Tabla | Regla)

Ejemplos

$\text{secuencia}(\{1,2,3\}) \rightarrow 1,2,3$
 $\text{secuencia}([x,y,z]) \rightarrow x,y,z$
 $\text{secuencia}(7..-7..-2) \rightarrow 7,5,3,1,-1,-3,-5,-7$
 $\text{secuencia}(\{a \rightarrow 1, b \rightarrow 2\}) \rightarrow a \rightarrow 1, b \rightarrow 2$
 $\text{secuencia}(\{2 \rightarrow 3, 5 \rightarrow 7\}) \rightarrow 2 \rightarrow 3, 5 \rightarrow 7$
 $\text{secuencia}(\{a=5, b=7, c=-5\}) \rightarrow a=5, b=7, c=-5$
 $\text{secuencia}(\{x \Rightarrow 5, y \Rightarrow 7\}) \rightarrow x \Rightarrow 5, y \Rightarrow 7$

secuencia (p:Poligonal)

Ejemplos

$\text{secuencia}(\text{poligonal}(\text{punto}(1,2), \text{punto}(1,0), \text{punto}(3,-4))) \rightarrow (1,2), (1,0), (3,-4)$
 $\text{secuencia}(\text{poligono_regular}(4)) \rightarrow (1,0), (0,1), (-1,0), (0,-1)$

Ejemplos 3D

$\text{secuencia}(\text{poligonal}(\text{punto}(1,2,4), \text{punto}(1,0,3), \text{punto}(3,-4,2)))$
 $\rightarrow (1,2,4), (1,0,3), (3,-4,2)$
 $\text{secuencia}(\text{poligono}(\text{punto}(14,2,-5), \text{punto}(-1,0,-3), \text{punto}(5,-4,2)))$
 $\rightarrow (14,2,-5), (-1,0,-3), (5,-4,2)$

Secuencia

Secuencia

Ejemplos

$1,2,3 \rightarrow 1,2,3$
 $1,2+2,(x+1)^2 \rightarrow 1,4,x^2+2 \cdot x+1$
 $-1,0,((1,\text{nulo})),2 \rightarrow -1,0,1,2$
 $1+3,2,3 \rightarrow 4,2,3$

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 $\left\{ \begin{array}{l} T=\text{triángulo}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(0,0),\text{punto}(2,0)) \rightarrow (1,2) - (0,0) - (2,0) \\ \text{segmento}(T,1) \rightarrow (0,0) - (2,0) \\ \text{segmento}(T,2) \rightarrow (2,0) - (1,2) \\ \text{segmento}(T,3) \rightarrow (1,2) - (0,0) \end{array} \right.$

`segmento (p:Poligonal |Polígono ,i:ZZ)`

Ejemplos $\left\{ \begin{array}{l} \text{segmento}(\text{poligonal}(\text{punto}(1,2),\text{punto}(1,0),\text{punto}(3,-4)),2) \rightarrow (1,0) - (3,-4) \\ \text{segmento}(\text{poligono_regular}(4),1) \rightarrow (1,0) - (0,1) \end{array} \right.$

Ejemplos 3D $\left\{ \begin{array}{l} \text{segmento}(\text{poligonal}(\text{punto}(1,2,0),\text{punto}(1,0,0),\text{punto}(3,-4,2)),2) \rightarrow (1,0,0) - (3,-4,2) \\ \text{segmento}(\text{poligono}(\text{punto}(1,2,0),\text{punto}(1,0,0),\text{punto}(3,-4,0),\text{punto}(8,8,0)),4) \\ \rightarrow (8,8,0) - (1,2,0) \end{array} \right.$

`segmento (A:Punto)`

Ejemplos $\left\{ \begin{array}{l} \text{segmento}(\text{punto}(1,2)) \rightarrow (0,0) - (1,2) \\ \text{segmento}(\text{punto}(1,0)) \rightarrow (0,0) - (1,0) \end{array} \right.$

Ejemplos 3D $\left\{ \begin{array}{l} \text{segmento}(\text{punto}(1,2,3)) \rightarrow (0,0,0) - (1,2,3) \\ \text{segmento}(\text{punto}(1,0,-1)) \rightarrow (0,0,0) - (1,0,-1) \end{array} \right.$

`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=punto(0,0) → (0,0)
Q=punto(3,-4) → (3,-4)
PQ=segmento(P,Q) → (0,0)-(3,-4)
es?(PQ,Segmento) → cierto
es?(recta(P,Q),Segmento) → falso

```

Ejemplos 3D

```

R=punto(0,0,0) → (0,0,0)
S=punto(5,6,7) → (5,6,7)
RS=segmento(R,S) → (0,0,0)-(5,6,7)
es?(RS,Segmento) → 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

```

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)

```

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(hipérbola(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

$$\text{serie}(\cos(x), x, 0) \rightarrow 1 - \frac{1}{2} \cdot x^2 + \frac{1}{24} \cdot x^4 - \frac{1}{720} \cdot x^6 + \frac{1}{40320} \cdot x^8 + \dots$$

$$\text{serie}\left(\frac{1}{\text{sen}(x)}, x, 0\right) \rightarrow x^{-1} + \frac{1}{6} \cdot x + \frac{7}{360} \cdot x^3 + \frac{31}{15120} \cdot x^5 + \frac{127}{604800} \cdot x^7 + \dots$$

$$\text{serie}(\sqrt{x-\sqrt{x}}, x, 1)$$

$$\rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{x-1} + \frac{\sqrt{2}}{16} \cdot \sqrt{x-1}^3 - \frac{9 \cdot \sqrt{2}}{256} \cdot \sqrt{x-1}^5 + \frac{49 \cdot \sqrt{2}}{2048} \cdot \sqrt{x-1}^7 - \frac{1173 \cdot \sqrt{2}}{65536} \cdot \sqrt{x-1}^9 + \dots$$

`serie (f:Función ,x:Variable ,a:Real ,n:Natural)`

Ejemplos

$$\text{serie}(\cos(x), x, 0, 3) \rightarrow 1 - \frac{1}{2} \cdot x^2 + \frac{1}{24} \cdot x^4 + \dots$$

$$\text{serie}\left(\frac{1}{\text{sen}(x)}, x, 0, 1\right) \rightarrow x^{-1} + \dots$$

$$\text{serie}(\sqrt{x-\sqrt{x}}, x, 1, 3) \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{x-1} + \frac{\sqrt{2}}{16} \cdot \sqrt{x-1}^3 - \frac{9 \cdot \sqrt{2}}{256} \cdot \sqrt{x-1}^5 + \dots$$

Serie

Serie

Ejemplos

$$S = \text{serie}(\text{sen}(x), x, 0) \rightarrow x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7 + \frac{1}{362880} \cdot x^9 + \dots$$

$$S2 = \sum_{i=0}^{10} \sqrt{i} \cdot x^i$$

$$\rightarrow \sqrt{10} \cdot x^{10} + 3 \cdot x^9 + 2 \cdot \sqrt{2} \cdot x^8 + \sqrt{7} \cdot x^7 + \sqrt{6} \cdot x^6 + \sqrt{5} \cdot x^5 + 2 \cdot x^4 + \sqrt{3} \cdot x^3 + \sqrt{2} \cdot x^2 + x$$

$$\text{es?}(S, \text{Serie}) \rightarrow \text{cierto}$$

$$\text{es?}(S2, \text{Serie}) \rightarrow \text{falso}$$

`punto_de_expansión` `término` `lista_de_término` `términos` `lista_de_términos`
`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 ($r:RR$)

$$\text{signo}(r) = \begin{cases} 0 & \text{si } r=0 \\ 1 & \text{si } r>0 \\ -1 & \text{si } r<0 \end{cases}$$

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

$$\begin{aligned} \text{signo}(1+i) &\rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} + \frac{\sqrt{2} \cdot i}{2} \\ \text{signo}(5+7 \cdot i) &= \frac{5+7 \cdot i}{\|5+7 \cdot i\|} \text{ ? } \rightarrow \text{cierto} \\ \text{signo}(0) &\rightarrow 0 \\ \text{signo}(4) &\rightarrow 1 \\ \text{signo}(-4) &\rightarrow -1 \end{aligned}$$

`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? | $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 0 & 1 \\ 3 & 1 & -4 \end{pmatrix}$ | → cierto |
| simétrica? | $\begin{pmatrix} 1 & -2 & 3 \\ 2 & 0 & 1 \\ 3 & 1 & -4 \end{pmatrix}$ | → falso |

simplificar

`simplificar (x)`

Ejemplos

| | | |
|-------------|-------------------------|---------|
| simplificar | $\ln(e^x)$ | → x |
| simplificar | $\sin^2(x) + \cos^2(x)$ | → 1 |
| simplificar | $\sqrt[3]{x^6}$ | → x^2 |

simplificar_radical

`simplificar_radical (r:RR)`

Ejemplos

| | | |
|---------------------|---|----------------------------------|
| simplificar_radical | $\sqrt{5-\sqrt{5}} \cdot \sqrt{5+\sqrt{5}}$ | → $2 \cdot \sqrt{5}$ |
| simplificar_radical | $\sqrt{5-\sqrt{7}} + \sqrt{5+\sqrt{7}}$ | → $\sqrt{6 \cdot \sqrt{2} + 10}$ |

sino

`si...:` Icono `si` o `si..sino`, 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 $\left[\begin{array}{l} \text{skewness}(\{1,2,-3,2,5,7,-5\}) \rightarrow -0.21637 \\ \text{skewness}([1.2 \rightarrow 3, 3 \rightarrow 1, 5 \rightarrow 1]) \rightarrow 0.89071 \\ \text{skewness}([5 \rightarrow 1, 7 \rightarrow 2]) \rightarrow -0.70711 \\ \text{skewness}([a \rightarrow \{1,2,-2,1\}, b \rightarrow [1 \rightarrow 2, 2 \rightarrow 1, -2 \rightarrow 1]]) \rightarrow \{a \rightarrow -0.88889, b \rightarrow -0.88889\} \end{array} \right.$

solo_un_elemento

`núcleo (A:Matriz ,o:)`

Ejemplos $\left[\begin{array}{l} \text{núcleo} \left(\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 5 \\ 4 & 5 & 6 & 7 \\ 7 & 8 & 9 & 9 \end{pmatrix}, \{\text{solo_un_elemento}=\text{cierto}\} \right) \rightarrow \left[\frac{11}{3}, -\frac{13}{3}, 0, 1 \right] \end{array} \right.$

soporte

`soporte (D:Divisor)`

Ejemplos $\left[\begin{array}{l} \text{soporte}[a \rightarrow 0, b \rightarrow 2, c \rightarrow 3] \rightarrow \{b, c\} \end{array} \right.$

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(Z3,3,x) → Z3([x])
k2=cuerpo_finito(k1,2,y) → Z3([x])([y])
k3=cuerpo_finito(k2,4,z) → Z3([x])([y])([z])
subextensión?(k1,k2) → cierto
subextensión?(k1,k3) → cierto
subextensión?(k2,k1) → falso
subextensión?(Z3,k3) → cierto
subextensión?(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

$$\begin{aligned} \text{suelo}(1.2) &\rightarrow 1 \\ \text{suelo}(7.8) &\rightarrow 7 \\ \text{suelo}(-7.8) &\rightarrow -8 \\ \text{suelo}(0.5) &\rightarrow 0 \\ \text{suelo}\left(\frac{7}{4}\right) &\rightarrow 1 \\ \text{suelo}(4) &\rightarrow 4 \\ \text{suelo}(\pi) &\rightarrow 3 \end{aligned}$$

suelo (c:CC)



$$\text{suelo}(c) = \text{suelo}(a) + \text{suelo}(b) \cdot i$$

Ejemplos

$$\text{suelo}(1.2+2.7 \cdot i) \rightarrow 1+2 \cdot i$$

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

```

S=superficie({-sen(x),cos(x),y},0..3..0.1)
→ {-sen(x),cos(x),y} con (x en 0..3..0.1) & (y en -∞..+∞)
D=curva_polar(sen(x),x,0,π) → sen(x) con x en 0..π
es?(S,Superficie_cartesiana) → cierto
es?(D,Superficie_cartesiana) → falso

```

suplemento

suplemento (A:Matriz)

Ejemplos

```

suplemento[[1,2],[3,4],[5,6]] →  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 3 & 4 & 0 \\ 5 & 6 & 1 \end{pmatrix}$ 

```

Sustitución

Sustitución

Ejemplos

```

es?({x⇒1,y⇒4},Sustitución) → cierto

```

sustituir

sustituir (a,b,c)

Ejemplos

```

sustituir(x2-1,x,2) → 3

```

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_vacía

tabla_vacía (x)=nulo .

Ejemplos

- T=tabla_vacía → {}
- T{x=2} → {x=2}

tablero

tablero ()

si estado_geometría =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($\frac{x}{2}$)) → 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_línea=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

| | |
|--------------------------|---|
| 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($\frac{x}{2}$)) → tablero1 |
| | dibujar(S2, cos(2·x)) → plotter2 |
| | es?(S1, Tablero) → cierto |
| | es?(S2, Tablero) → cierto |
| elementos(S2) → {curve2} | |

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

Ejemplos 3D

```
S1=tablero3d(□) → tablero1
S2=tablero3d(□) → plotter2
dibujar3d(S1, curva3d({sen(t),cos(t),t},-10,10),{anchura_línea=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 ($x:RR$)

| | |
|-----------------|---|
| Ejemplos | $\text{sen}\left(\frac{\pi}{4}\right) \rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2}$ |
| | $\text{tan}\left(\frac{\pi}{2}\right)$ |
| | $\text{cos}(0) \rightarrow 1$ |

tangente

tangente ($x:Real$)

| | |
|-----------------|---|
| Ejemplos | $\text{tan}\left(\frac{\pi}{4}\right) \rightarrow 1$ |
| | $\text{tangente}\left(\frac{\pi}{4}\right) \rightarrow 1$ |

tanh

sinh ($x:RR$)

cosh ($x:RR$)

tanh ($x:RR$)

| | |
|-----------------|---|
| Ejemplos | $\text{sinh}(-1) \rightarrow -1.1752$ |
| | $\text{cosh}(0.2) \rightarrow 1.0201$ |
| | $\text{tanh}\left(\frac{1}{2}\right) \rightarrow 0.46212$ |

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(π) → 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 , m₁ , m₂)

teorema_chino(a,b,m₁,m₂)=teorema_chino({a,b},{m₁,m₂})

Ejemplos

teorema_chino(2,3,5,7) → 17

teorema_chino_en_coeficientes

teorema_chino_en_coeficientes (p : Polinomio , q : Polinomio , m₁ : ZZ , m₂ : ZZ))

Ejemplos

teorema_chino_en_coeficientes(x²+1,x-1,3,5) → 10·x²+6·x+4

teorema_chino_en_coeficientes(x²+1,y-z+1,3,5) → 10·x²+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=serie_de_taylor(sen(x),x,0) $\rightarrow x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7 + \frac{1}{362880} \cdot x^9 + \dots$
 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=serie_de_taylor(sen(x),x,0) $\rightarrow x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7 + \frac{1}{362880} \cdot x^9 + \dots$
 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 (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
```

```
tetraedro
```

```
tetraedro()=tetraedro(1)
```

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((z·x+x)/y,x) → (z+1)/y · x
variables(f) → {x}
todas las variables(f) → {x,y,z}

```

todas las variables (p:Polinomio)

```

Ejemplos
p=agrupar(x²+y-z,z) → -z+x²+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 (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
    
```

`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)`

torre

torre (A:Extensión)
torre (R:Zn)

torre(R :Zn)={R}

Ejemplos

- torre(\mathbb{Z}_7) \rightarrow $\{\mathbb{Z}_7\}$
- torre(extensión($\mathbb{Q}, x^2 + x + 1$)) \rightarrow $\{\mathbb{Q}([x]), x^2 + x + 1, \mathbb{Q}\}$

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) \rightarrow tablero1
- dibujar3d (tablero1, $\frac{1}{5} \cdot \text{sen}(x) \cdot y$, {color=rojo, transparencia=0.6}) \rightarrow tablero1
- dibujar3d (tablero1, $x^2 + y^2 - 10$, {color=azul, transparencia=0.3}) \rightarrow 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

$$\text{transponer}([\text{nombres} \rightarrow \{\text{Anna, Joan, Laia}\}, \text{altura} \rightarrow \{1.55, 1.65, 1.50\}, \text{weight} \rightarrow \{55, 65, 61\}])$$

$$\rightarrow [\text{nombres} \rightarrow \{\text{altura, weight}\}, \text{Anna} \rightarrow \{1.55, 55\}, \text{Joan} \rightarrow \{1.65, 65\}, \text{Laia} \rightarrow \{1.5, 61\}]$$

$$\text{transponer}([\text{v} \rightarrow \{1, 4, 5, 2\}, \text{w} \rightarrow \{20, 30, 50, 20\}])$$

$$\rightarrow [\text{nombres} \rightarrow \{\text{v, w}\}, \text{case1} \rightarrow \{1, 20\}, \text{case2} \rightarrow \{4, 30\}, \text{case3} \rightarrow \{5, 50\}, \text{case4} \rightarrow \{2, 20\}]$$

Más información en [transponer](#)

transposición

`transposición (a:ZZ,b:ZZ)`

Ejemplos

$$\text{transposición}(3,4) \rightarrow [1,2,4,3]$$

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=triángulo (punto(0,1),punto(2,3),punto(3,-4)) → (0,1)-(2,3)-(3,-4)
 es?(T, Triángulo) → cierto

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

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

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) → $\left(\frac{1}{3}, -1\right)$

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) → $\left(\frac{1}{3}, \frac{1}{3}, \frac{1}{3}\right)$

`triángulo_equilátero`

triángulo_equilátero (o:Punto ,r:RR,#:RR)

Ejemplos

$$\text{triángulo_equilátero}(\text{punto}(0,0),1,0) \rightarrow (1,0) - \left(-\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}\right) - \left(-\frac{1}{2}, -\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$\text{triángulo_equilátero}(\text{punto}(0,0),4, \frac{\pi}{2}) \rightarrow (0,4) - (-2 \cdot \sqrt{3}, -2) - (2 \cdot \sqrt{3}, -2)$$

triángulo_equilátero (o:Punto ,r:RR)

Ejemplos

$$\text{triángulo_equilátero}(\text{punto}(0,0),1) \rightarrow (1,0) - \left(-\frac{1}{2}, \frac{\sqrt{3}}{2}\right) - \left(-\frac{1}{2}, -\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$$

$$\text{triángulo_equilátero}(\text{punto}(2,1),4) \rightarrow (6,1) - (0,2 \cdot \sqrt{3} + 1) - (0, -2 \cdot \sqrt{3} + 1)$$

triángulo_equilátero (s:Segmento)

Ejemplos

$$\text{triángulo_equilátero}(\text{segmento}(\text{punto}(0,0),\text{punto}(0,2))) \rightarrow (0,0) - (0,2) - (\sqrt{3}, 1)$$

$$\text{triángulo_equilátero}(\text{segmento}(\text{punto}(0,2),\text{punto}(2,0))) \rightarrow (0,2) - (2,0) - (-\sqrt{3} + 1, -\sqrt{3} + 1)$$

$$\text{triángulo_equilátero}(\text{segmento}(\text{punto}(2,0),\text{punto}(0,2))) \rightarrow (2,0) - (0,2) - (\sqrt{3} + 1, \sqrt{3} + 1)$$

triángulo_equilátero (A:Punto ,B:Punto)

Ejemplos

$$\text{triángulo_equilátero}(\text{punto}(0,0),\text{punto}(0,2)) \rightarrow (0,0) - (0,2) - (\sqrt{3}, 1)$$

$$\text{triángulo_equilátero}(\text{punto}(0,2),\text{punto}(2,0)) \rightarrow (0,2) - (2,0) - (-\sqrt{3} + 1, -\sqrt{3} + 1)$$

$$\text{triángulo_equilátero}(\text{punto}(2,0),\text{punto}(0,2)) \rightarrow (2,0) - (0,2) - (\sqrt{3} + 1, \sqrt{3} + 1)$$

Triángulo2d

Triángulo2d

Ejemplos

$$T = \text{triángulo}(\text{punto}(0,1), \text{punto}(2,3), \text{punto}(3,-4)) \rightarrow (0,1) - (2,3) - (3,-4)$$

$$\text{es?}(T, \text{Triángulo}) \rightarrow \text{cierto}$$

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

$T = \text{triángulo}(\text{punto}(0,1,1), \text{punto}(2,3,2), \text{punto}(3,-4,0)) \rightarrow (0,1,1) - (2,3,2) - (3,-4,0)$
 $\text{es?}(T, \text{Triángulo}) \rightarrow \text{cierto}$

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

truncar

truncar (s:Serie ,n:Natural)

Ejemplos

$s = \text{serie_de_taylor}(\text{sen}(x), x, 0) \rightarrow x - \frac{1}{6} \cdot x^3 + \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{5040} \cdot x^7 + \frac{1}{362880} \cdot x^9 + \dots$
 $\text{truncar}(s, 5) \rightarrow \frac{1}{120} \cdot x^5 - \frac{1}{6} \cdot x^3 + x$
 $\text{truncar}(s, 4) \rightarrow -\frac{1}{6} \cdot x^3 + x$

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

- es?(2, Unidad) → falso
- es?(g, Unidad) → cierto
- es?(mol, Unidad) → cierto

factor_de_conversión convertir grado raíz raíz2 unidad

unidad_adimensional

unidad_adimensional

Ejemplos

- $\frac{m}{m}$ → unidad_adimensional
- unidad_adimensional · g → g
- 5 unidad_adimensional → 5 unidad_adimensional

unidad_si

unidad_si (x:Cantidad)

Ejemplos

- unidad_si(2 m) → m
- unidad_si(32.0 cm) → m
- unidad_si(3.0 dg + 2.0 cg) → kg

unión

unión (l_1 :Lista /Vector , l_2 :Lista /Vector) unión (l_1, l_2)=conjunto ($l_1 | l_2$)

Ejemplos

- unión({1,2,3,4},{2,3}) → {1,2,3,4}
- unión([1, 2, 3, 4],[3, 4, 5]) → [1,2,3,4,5]
- unión([1, 1, 1, 2, 2, 2, 3, 3, 3],[2]) → [1,2,3]

uno?

`uno? (n:Elemento)`

Ejemplos

$$a = 6 : \mathbb{Z}_6 \rightarrow 0$$

$$b = 7 : \mathbb{Z}_6 \rightarrow 1$$

`uno?(a)` \rightarrow falso

`uno?(b)` \rightarrow cierto

v

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_propiosvalores_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]}

```

vapsvaps (*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:Plane)`

`[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

- $[1,2,3,4] \rightarrow [1,2,3,4]$
- $[1,2,3,4] \rightarrow [1,2,3,4]$
- $v=[1,x+1,y] \rightarrow [1,x+1,y]$
- $es?(x+1,Z[x,y]) \rightarrow$ falso
- $es?(v.2,Z[x,y]) \rightarrow$ cierto

Vector

Ejemplos

- $es?([1,2,3],Vector) \rightarrow$ cierto
- $es?\left(\begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 2 & 1 \end{pmatrix}, Vector\right) \rightarrow$ 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

- $v=\left[1, \frac{1}{2}, 6, 3\right] \rightarrow \left[1, \frac{1}{2}, 6, 3\right]$
- $es?(v,Vector) \rightarrow$ cierto
- $es?(v,Vector(\mathbb{Z})) \rightarrow$ falso
- $es?(v,Vector(\mathbb{Q})) \rightarrow$ cierto
- $es?(v,Vector(\mathbb{C})) \rightarrow$ cierto
- $v:Vector(Flotante) \rightarrow [1.,0.5,6.,3.]$

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

- vértice(parábola(2,punto(0,0), $\frac{\pi}{2}$)) → (0,0)
- vértice(cónica([[[-1,0,-2],[0,0,-3],[-2,-3,-10]]])) → (-2,-1)

vértice (p:Poligonal /Polígono ,i:ZZ)

Ejemplos

- vértice(poligonal(punto(1,2),punto(1,0),punto(3,-4)),2) → (1,0)
- poligonal(punto(1,2),punto(1,0),punto(3,-4)).2 → (1,0)
- vértice(poligono_regular(3),1) → (1,0)
- poligono_regular(4).2 → (0,1)

Ejemplos 3D

- vértice(poligonal(punto(1,2,0),punto(1,0,0),punto(3,-4,0)),2) → (1,0,0)
- poligonal(punto(1,2,0),punto(1,0,0),punto(3,-4,0)).2 → (1,0,0)
- vértice(poligono(punto(3,2,0),punto(3,0,0),punto(4,-4,0)),1) → (3,2,0)
- poligono(punto(3,2,0),punto(3,0,0),punto(4,-4,0)).3 → (4,-4,0)

vértice (T:Triángulo ,i:ZZ)

Ejemplos

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

Ejemplos 3D

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

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 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**

visible

Indica si el elemento 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

$$\text{volumen}(\text{tetraedro}(5)) \rightarrow \frac{125 \cdot \sqrt{2}}{12}$$

$$\text{volumen}(\text{cubo}(5)) \rightarrow 125$$

$$\text{volumen}(\text{octaedro}(2)) \rightarrow \frac{8 \cdot \sqrt{2}}{3}$$

$$\text{volumen}(\text{dodecaedro}(3)) \rightarrow \frac{189 \cdot \sqrt{5}}{4} + \frac{405}{4}$$

$$\text{volumen}(\text{icosaedro}(1)) \rightarrow \frac{5 \cdot \sqrt{5}}{12} + \frac{5}{4}$$

y

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

| | |
|-----------------------------|-----|
| ' | 119 |
| - | 119 |
| ! | 121 |
| !! | 122 |
| "abajo" | 122 |
| "arriba" | 122 |
| "astuto" | 123 |
| "automático" | 124 |
| "barra" | 124 |
| "bisección" | 124 |
| "centro" | 124 |
| "definición" | 125 |
| "derecha" | 126 |
| "divisor" | 126 |
| "expansión de menores" | 127 |
| "flecha" | 127 |
| "flecha_xy" | 127 |
| "flecha_XY" | 128 |
| "gauss" | 128 |
| "gauss libre de divisiones" | 129 |
| "gauss libre de fracciones" | 130 |
| "horizontal" | 131 |
| "izquierda" | 131 |
| "línea_base" | 132 |
| "lista" | 133 |
| "lista de de ecuaciones" | 133 |
| "Monospaced" | 134 |
| "nada" | 134 |
| "newton" | 135 |
| "nombre" | 135 |
| "pastel" | 136 |
| "polígono frecuencias" | 136 |
| "porcentaje" | 137 |
| "regula_falsi" | 137 |
| "relación" | 138 |
| "SansSerif" | 138 |
| "secante" | 138 |
| "secuencia" | 139 |
| "secuencia de ecuaciones" | 139 |
| "Serif" | 139 |
| "solamente una solución" | 140 |
| "sustitución" | 140 |
| "tabla" | 140 |
| "valor" | 141 |
| "valor múltiple" | 141 |
| "vector" | 141 |
| "vector de ecuaciones" | 142 |
| "vertical" | 142 |
| \$\$ | 143 |
| & | 143 |
| ' | 143 |
| * | 144 |
| , | 145 |
| . | 145 |
| . | 153 |
| / | 153 |
| // | 154 |
| : | 155 |
| := | 155 |
| :=> | 157 |
| ? | 157 |
| [| 158 |
| \\ | 159 |

| | |
|-----|-----|
| ^ | 159 |
| { | 159 |
| | 160 |
| ? | 161 |
| + | 161 |
| = | 162 |
| --> | 163 |
| . | 163 |

a

| | |
|------------------------|-----|
| a_decimal | 164 |
| absoluto | 164 |
| acos | 164 |
| acosec | 165 |
| acosh | 165 |
| acotan | 165 |
| adjuntar | 166 |
| agrupar | 166 |
| alambre | 167 |
| aleatorio | 167 |
| alineados? | 168 |
| altura | 168 |
| altura | 52 |
| altura_ventana | 170 |
| amarillo | 171 |
| amarillo | 171 |
| amper | 93 |
| amplitud | 171 |
| anchura | 171 |
| anchura_línea | 171 |
| anchura_máxima | 172 |
| anchura_ventana | 172 |
| ángulo | 173 |
| ángulo | 54 |
| ángulo_inicial | 173 |
| ángulo_orientado | 173 |
| ángulo2d | 173 |
| ángulo3d | 175 |
| anillo | 176 |
| Anillo | 177 |
| anillo? | 177 |
| aplicar función | 177 |
| arco | 179 |
| Arco | 180 |
| área | 180 |
| área | 53 |
| área_orientada | 182 |
| argumento | 182 |
| argumentos | 183 |
| aritmética? | 183 |
| aritmético | 184 |
| asec | 184 |
| asen | 184 |
| asenh | 185 |
| asíntota | 185 |
| asíntota_horizontal | 185 |
| asíntota_oblicua | 185 |
| asíntota_vertical | 186 |
| atan | 186 |
| atanh | 186 |
| atributos | 186 |
| atributos_para_todos | 187 |
| atributos_para_todos2d | 187 |
| atributos_para_todos3d | 187 |
| atributos2d | 187 |

| | |
|------------------|-----|
| atributos3d..... | 188 |
| atfo..... | 95 |
| automatic..... | 189 |
| azul..... | 189 |
| azul..... | 189 |

b

| | |
|------------------------------------|-----|
| bar..... | 95 |
| baricentro..... | 190 |
| base..... | 191 |
| base_en_forma_normal_de_smith..... | 191 |
| base_hermite..... | 191 |
| becquerel..... | 94 |
| bezout..... | 192 |
| binomio..... | 192 |
| bisectriz..... | 193 |
| bisectriz..... | 51 |
| bisectriz_exterior..... | 195 |
| bit..... | 195 |
| blanco..... | 195 |
| blanco..... | 195 |
| Booleano..... | 195 |
| Booleano..... | |
| borrar..... | 196 |
| buscar_cero..... | 197 |
| buscar_uno..... | 198 |

c

| | |
|---------------------------------|-----|
| cabeza..... | 199 |
| cadena..... | 199 |
| Cadena..... | 199 |
| caja..... | 199 |
| caja_de_texto..... | 200 |
| Caja_de_texto..... | 201 |
| cálculos_exactos..... | 201 |
| cambio_de_base..... | 201 |
| campo_vectorial..... | 201 |
| candela..... | 93 |
| cantidad..... | 202 |
| Cantidad..... | 202 |
| Cantidad_real_adimensional..... | 202 |
| característica..... | 202 |
| cardinal..... | 203 |
| categoría..... | 203 |
| centi..... | 95 |
| centro..... | 203 |
| cero?..... | 204 |
| cero0..... | 205 |
| ceros..... | 205 |
| cfr..... | 205 |
| cian..... | 205 |
| cian..... | 205 |
| cierto..... | 205 |
| cilindro_poliédrico..... | 206 |
| cilindro_tapado_poliédrico..... | 206 |
| circuncentro..... | 207 |
| circunferencia..... | 208 |
| Circunferencia..... | 209 |
| circunradio..... | 209 |
| coc..... | 209 |
| coc_res..... | 210 |
| cociente..... | 211 |
| cociente..... | 16 |
| cociente_y_residuo..... | 211 |
| cociente_y_residuo..... | 16 |
| coeficiente..... | 212 |
| coeficiente..... | 93 |
| coeficiente_de_variación..... | 213 |

| | |
|-----------------------------------|-----|
| coeficiente_principal..... | 213 |
| coeficiente_si..... | 213 |
| coeficientes..... | 213 |
| cola..... | 214 |
| color..... | 214 |
| Color..... | 215 |
| Color..... | 215 |
| color_de_contorno..... | 216 |
| color_de_fondo..... | 217 |
| color_del_cubo..... | 217 |
| color_ejes..... | 217 |
| color_malla..... | 218 |
| color_relleno..... | 218 |
| columna..... | 218 |
| combinaciones..... | 219 |
| combinaciones..... | 87 |
| combinaciones_con_repetición..... | 219 |
| combinaciones_con_repetición..... | 88 |
| comparar..... | 220 |
| compás..... | 220 |
| Complejo..... | 221 |
| Complejo..... | 8 |
| complemento..... | 221 |
| componentes..... | 221 |
| composición..... | 222 |
| comprobar..... | 222 |
| con..... | 223 |
| con..... | 224 |
| cónica..... | 230 |
| Cónica..... | 231 |
| Cónica..... | 47 |
| Cónica_centrada..... | 232 |
| Cónica_no_centrada..... | 232 |
| conjugado..... | 232 |
| conjugados..... | 233 |
| conjunto..... | 233 |
| Conjunto_finito..... | 234 |
| cono_poliédrico..... | 234 |
| cono_tapado_poliédrico..... | 235 |
| constantes_reales..... | 235 |
| contar_elemento..... | 236 |
| contar_multiplicidades..... | 236 |
| contenido..... | 237 |
| contenido_y_parte_primitiva..... | 237 |
| contorno..... | 237 |
| contorno_caja..... | 238 |
| convergente?..... | 238 |
| convertir..... | 239 |
| convertir..... | 92 |
| coplanares?..... | 239 |
| correlación..... | 239 |
| correlación..... | 85 |
| correlación_n..... | 240 |
| corte_eje_x..... | 240 |
| corte_eje_y..... | 240 |
| cos..... | 241 |
| cosec..... | 241 |
| cosh..... | 241 |
| cotan..... | 242 |
| coulomb..... | 94 |
| covariancia..... | 242 |
| covariancia..... | 85 |
| cuadrado?..... | 243 |
| cuádrica..... | 243 |
| Cuádrica..... | 243 |
| cuádrica3d..... | 243 |
| Cuádrica3d..... | 244 |
| Cualquier..... | 244 |
| cuartil..... | 244 |

| | |
|------------------------|-----|
| cuartil..... | 84 |
| cuartil_extendido..... | 245 |
| cubo..... | 245 |
| cuerpo..... | 246 |
| Cuerpo..... | 246 |
| cuerpo?..... | 246 |
| cuerpo_finito..... | 247 |
| cursiva..... | 247 |
| curva..... | 247 |
| Curva..... | 247 |
| Curva_cartesiana..... | 248 |
| curva_integral..... | 248 |
| curva_polar..... | 248 |
| Curva_polar..... | 249 |
| curva2d..... | 249 |
| Curva2d..... | 250 |
| curva3d..... | 251 |
| Curva3d..... | 251 |
| curvas_de_nivel..... | 252 |
| curvas_integrales..... | 252 |

d

| | |
|-------------------------------|-----|
| Dato_estadístico..... | 253 |
| deca..... | 95 |
| deci..... | 95 |
| decimal..... | 253 |
| defecto..... | 254 |
| definición..... | 254 |
| den..... | 254 |
| denominador..... | 255 |
| depende..... | 255 |
| derivada_numérica..... | 255 |
| derivar..... | 256 |
| derivar..... | 28 |
| descomposición_lu..... | 256 |
| descomposición_qr..... | 257 |
| desplazador..... | 257 |
| desplazador..... | 70 |
| desviación_estándar..... | 258 |
| desviación_estándar..... | 83 |
| desviación_estándar_n..... | 259 |
| determinante..... | 259 |
| determinante..... | 22 |
| diagrama..... | 260 |
| Dibujable..... | 260 |
| Dibujable2d..... | 261 |
| Dibujable3d..... | 261 |
| dibujar..... | 261 |
| dibujar..... | 261 |
| dibujar2d..... | 262 |
| dibujar3d..... | 264 |
| dibujar3d..... | 267 |
| dimensiones..... | 267 |
| dimensiones..... | 21 |
| dimensiones_fijas..... | 268 |
| directriz..... | 268 |
| discontinuidades..... | 268 |
| distancia..... | 269 |
| distancia..... | 49 |
| distancia_intercuartil..... | 269 |
| distribución..... | 270 |
| diversos_resultados_como..... | 270 |
| divisor..... | 270 |
| Divisor..... | 271 |
| Divisor..... | |
| divisor_vacío..... | 271 |
| divisores..... | 271 |
| divisores_mu_de_moebius..... | 272 |
| dodecaedro..... | 272 |

| | |
|------------------------------|-----|
| dominio..... | 272 |
| Dominio..... | 273 |
| dominio_de_coeficientes..... | 274 |
| donde..... | 274 |
| donde..... | 275 |

e

| | |
|--------------------------------------|-----|
| e..... | 278 |
| E..... | 278 |
| ecuación..... | 278 |
| Ecuación..... | 280 |
| Ecuación..... | 23 |
| Ecuación..... | 9 |
| eje_de_tangencia..... | 280 |
| eje_definición_simetría_central..... | 280 |
| eje_radical..... | 280 |
| eje_simetría..... | 281 |
| ejes..... | 281 |
| elemento..... | 281 |
| Elemento..... | 282 |
| elemento_adjunto..... | 282 |
| elemento_de_orden..... | 282 |
| elemento_primitivo..... | 283 |
| elementos..... | 283 |
| eliminación_gaussiana..... | 283 |
| elipse..... | 284 |
| Elipse..... | 285 |
| en..... | 285 |
| en..... | 287 |
| entero..... | 293 |
| Entero..... | 294 |
| Entero..... | 7 |
| entonces..... | 294 |
| equilátero?..... | 295 |
| es?..... | 295 |
| escribir..... | 296 |
| escribir..... | 66 |
| escribir2d..... | 296 |
| escribir3d..... | 296 |
| escribir3d..... | 77 |
| esfera_poliédrica..... | 296 |
| estado_geometría..... | 297 |
| estandarizar..... | 297 |
| estereoradián..... | 94 |
| estilo_de_ejes..... | 297 |
| etiqueta..... | 298 |
| etiqueta_de_ejes..... | 299 |
| etiqueta_fuente..... | 299 |
| evaluar..... | 299 |
| exa..... | 95 |
| excentricidad..... | 301 |
| exp..... | 301 |
| expandir..... | 302 |
| exponencial..... | 40 |
| expresión..... | 302 |
| Expresión..... | 303 |
| Expresión..... | 12 |
| extensión..... | 303 |
| Extensión..... | 304 |
| externo?..... | 304 |

f

| | |
|---------------------------------------|-----|
| factor_de_conversión..... | 306 |
| factor_de_conversión..... | 92 |
| factorial..... | 306 |
| factorizar..... | 306 |
| factorizar..... | 17 |
| factorizar_en_libre_de_cuadrados..... | 308 |

| | |
|---|-----|
| factorizar_en_libre_de_cuadrados_multiplicida | 309 |
| falso..... | 309 |
| farad..... | 94 |
| femto..... | 95 |
| fibonacci..... | 309 |
| figura..... | 310 |
| Figura..... | 310 |
| figura2d..... | 311 |
| Figura2d..... | 311 |
| figura3d..... | 311 |
| Figura3d..... | 311 |
| fin..... | 312 |
| finito?..... | 313 |
| Flotante..... | 313 |
| Flotante..... | 8 |
| focos..... | 313 |
| fondo..... | 314 |
| forma_normal_de_smith..... | 314 |
| Fracción..... | 315 |
| fracciones_simples..... | 315 |
| frobenius..... | 316 |
| fuerza..... | 316 |
| Fuente..... | 317 |
| fuerza..... | 317 |
| fuerza_ejes..... | 318 |
| fuerza_italica..... | 318 |
| fuerza_negrita..... | 318 |
| función..... | 318 |
| Función..... | 319 |
| función_identidad..... | 325 |

g

| | |
|------------------------------|-----|
| giga..... | 95 |
| girar..... | 326 |
| grado..... | 326 |
| grado_relativo..... | 327 |
| grado_total..... | 327 |
| grados_minutos_segundos..... | 328 |
| gráfica_de_cajas..... | 328 |
| gramo..... | 93 |
| gray..... | 94 |
| gris..... | 328 |
| gris..... | 328 |
| gris_claro..... | 328 |
| gris_claro..... | 329 |
| gris_oscuro..... | 329 |
| gris_oscuro..... | 329 |

h

| | |
|----------------------------|-----|
| hacer..... | 330 |
| hasta..... | 330 |
| hecto..... | 95 |
| henry..... | 94 |
| hertz..... | 94 |
| hipérbola..... | 331 |
| Hipérbola..... | 331 |
| hipérbola_de_apolonio..... | 331 |
| homotecia..... | 332 |
| hora..... | 95 |
| householder..... | 332 |

i

| | |
|--------------------|-----|
| i..... | 333 |
| icosaedro..... | 333 |
| identidad..... | 333 |
| identidad?..... | 334 |
| Identificador..... | 334 |
| imagen..... | 334 |

| | |
|----------------------------------|-----|
| implicar..... | 335 |
| implicar?..... | 335 |
| incentro..... | 335 |
| índice..... | 336 |
| índice_borrar..... | 337 |
| Inecuación..... | 337 |
| infinito..... | 337 |
| Infinito..... | 338 |
| infinito_negativo..... | 338 |
| infinito_positivo..... | 338 |
| infinito_sin_signo..... | 339 |
| información..... | 339 |
| inradio..... | 341 |
| insertar..... | 341 |
| integral_numérica..... | 342 |
| integrar..... | 342 |
| integrar..... | 29 |
| interno?..... | 343 |
| interpolar..... | 344 |
| intersecar..... | 345 |
| intersecar..... | 55 |
| intersección_de_subespacios..... | 346 |
| intersección_ejes..... | 346 |
| inversión..... | 347 |
| inverso..... | 347 |
| inverso..... | 20 |
| invertible?..... | 349 |
| invertir_recorrido..... | 349 |
| Irrracional..... | 349 |
| irreducible?..... | 353 |

j

| | |
|-------------|-----|
| j..... | 354 |
| jacobi..... | 354 |
| jordan..... | 354 |
| joule..... | 94 |
| juntar..... | 354 |

k

| | |
|----------------|-----|
| katal..... | 94 |
| kelvin..... | 93 |
| kilo..... | 95 |
| kilogramo..... | 93 |
| kurtosis..... | 356 |

l

| | |
|-----------------------------------|-----|
| lado..... | 357 |
| lados..... | 357 |
| legendre..... | 357 |
| libre_de_cuadrados?..... | 358 |
| librería..... | 358 |
| librería..... | 358 |
| límite..... | 359 |
| límite_derecha..... | 360 |
| límite_izquierda..... | 361 |
| limpiar..... | 362 |
| linealmente_independientes?..... | 362 |
| lista..... | 363 |
| Lista..... | 364 |
| Lista..... | 10 |
| lista_constante..... | 365 |
| Lista_de..... | 365 |
| lista_de_coeficientes_densos..... | 365 |
| lista_de_término..... | 365 |
| lista_de_términos..... | 365 |
| Lista_vacía..... | 366 |
| litro..... | 95 |
| llenar..... | 366 |

| | |
|-----------------|-----|
| ln..... | 366 |
| log..... | 367 |
| log10..... | 367 |
| log2..... | 367 |
| logaritmo..... | 40 |
| longitud..... | 368 |
| longitud..... | 21 |
| longitudes..... | 368 |
| lucas..... | 369 |
| lumen..... | 94 |
| lux..... | 94 |

m

| | |
|-------------------------------|-----|
| maclaurin..... | 370 |
| magenta..... | 370 |
| magenta..... | 370 |
| marrón..... | 370 |
| marrón..... | 370 |
| matriz..... | 370 |
| Matriz..... | 371 |
| Matriz..... | 372 |
| matriz_adjunta..... | 374 |
| matriz_característica..... | 374 |
| matriz_constante..... | 374 |
| matriz_de_permutaciones..... | 375 |
| matriz_de_rotación..... | 375 |
| matriz_de_simetría..... | 376 |
| matriz_de_transformación..... | 376 |
| matriz_de_traslación..... | 377 |
| matriz_diagonal..... | 377 |
| matriz_identidad..... | 378 |
| matriz_resultante..... | 378 |
| max..... | 378 |
| máximo..... | 379 |
| máximo..... | 41 |
| máximo_común_divisor..... | 379 |
| máximo_común_divisor..... | 17 |
| máximo_con_restricciones..... | 379 |
| mcd..... | 379 |
| mcd_extendido..... | 381 |
| mcm..... | 381 |
| media..... | 383 |
| media..... | 82 |
| media_geométrica..... | 383 |
| media_geométrica..... | 82 |
| media_harmónica..... | 383 |
| media_harmónica..... | 83 |
| mediana..... | 383 |
| mediana..... | 84 |
| mediana..... | 52 |
| mediatriz..... | 384 |
| mediatriz..... | 50 |
| mega..... | 95 |
| menor..... | 385 |
| menor..... | 22 |
| método..... | 385 |
| metro..... | 93 |
| micro..... | 95 |
| mientras..... | 386 |
| mientras..... | |
| mili..... | 95 |
| min..... | 386 |
| mínimo..... | 387 |
| mínimo..... | 41 |
| mínimo_común_múltiplo..... | 387 |
| mínimo_común_múltiplo..... | 17 |
| mínimo_con_restricciones..... | 387 |
| minuto..... | 95 |
| mod..... | 387 |

| | |
|----------------------------|-----|
| moda..... | 387 |
| moda..... | 84 |
| mol..... | 93 |
| momento..... | 388 |
| momento_central..... | 388 |
| mónico..... | 388 |
| mónico?..... | 389 |
| mostrar_cubo..... | 389 |
| mostrar_ejes..... | 389 |
| mostrar_etiqueta..... | 389 |
| mostrar_malla..... | 390 |
| mostrar_términos..... | 390 |
| mover..... | 390 |
| móvil..... | 390 |
| mu_de_moebius..... | 391 |
| Muestra..... | 391 |
| Muestra_frecuencia..... | 391 |
| Muestra_frecuencia_de..... | 391 |
| Muestra_lista..... | 392 |
| Muestra_lista_de..... | 392 |
| Multimuestra..... | 392 |
| multiplicidad..... | 393 |
| multiplicidades..... | 393 |

n

| | |
|--|-----|
| n_columnas..... | 394 |
| n_filas..... | 394 |
| n_términos..... | 394 |
| n_variables..... | 394 |
| nano..... | 95 |
| naranja..... | 394 |
| naranja..... | 395 |
| Natural..... | 395 |
| negativo?..... | 395 |
| negrita..... | 395 |
| negro..... | 396 |
| negro..... | 396 |
| newton..... | 94 |
| no..... | 396 |
| no_nulo?..... | 396 |
| no_pertenece?..... | 396 |
| nombre..... | 397 |
| nombre_fuente..... | 397 |
| nombre_identificador..... | 398 |
| nombre_semilla..... | 399 |
| nombre_variable_compleja..... | 399 |
| nombres..... | 399 |
| norma..... | 400 |
| norma_1..... | 401 |
| norma_2..... | 401 |
| norma_infinito..... | 402 |
| núcleo..... | 402 |
| nuevo_identificador..... | 402 |
| nulo..... | 403 |
| Nulo..... | 403 |
| nulo?..... | 403 |
| num..... | 403 |
| numerador..... | 404 |
| número_de_argumentos..... | 404 |
| número_de_bernouilli..... | 405 |
| número_de_columnas..... | 405 |
| número_de_filas..... | 405 |
| número_de_polinomios_irreducibles..... | 405 |
| número_de_términos..... | 406 |
| número_de_variables..... | 406 |
| números_de_bernouilli..... | 406 |

O

| | |
|----------------------|-----|
| obtener_dominio..... | 408 |
| octaedro..... | 408 |
| ohm..... | 94 |
| orden..... | 408 |
| orden_interno..... | 409 |
| ordenar..... | 409 |
| orientación..... | 410 |
| ortocentro..... | 410 |

p

| | |
|-----------------------------------|-----|
| para..... | 412 |
| para..... | |
| parábola..... | 412 |
| Parábola..... | 412 |
| paralelas..... | 413 |
| paralelas..... | 55 |
| paralelas?..... | 413 |
| parte_imaginaria..... | 414 |
| parte_primitiva..... | 414 |
| parte_real..... | 415 |
| partir..... | 415 |
| pascal..... | 94 |
| paso..... | 416 |
| paso..... | 42 |
| pendiente..... | 416 |
| perdido..... | 416 |
| perdido?..... | 417 |
| perímetro..... | 417 |
| perímetro..... | 54 |
| permutación..... | 418 |
| Permutación..... | 418 |
| permutaciones..... | 419 |
| permutaciones..... | 89 |
| permutaciones_con_repetición..... | 419 |
| permutaciones_con_repetición..... | 89 |
| perpendiculares..... | 420 |
| perpendiculares..... | 56 |
| perpendiculares?..... | 421 |
| pertenece?..... | 421 |
| pertenece_a_dominio?..... | 423 |
| peta..... | 95 |
| phi_de_euler..... | 424 |
| pi..... | 424 |
| Pi..... | 424 |
| picó..... | 95 |
| pie_de_altura..... | 424 |
| pirámide..... | 425 |
| plano..... | 425 |
| Plano3d..... | 427 |
| Plano3d..... | 46 |
| polar..... | 428 |
| poliedro..... | 429 |
| Poliedro3d..... | 429 |
| Poliedro3d..... | 48 |
| poligonal..... | 430 |
| Poligonal..... | 431 |
| Poligonal..... | 48 |
| Poligonal2d..... | 431 |
| Poligonal3d..... | 432 |
| poligonales..... | 432 |
| polígono..... | 432 |
| Polígono..... | 433 |
| Polígono..... | 48 |
| polígono_regular..... | 434 |
| Polígono2d..... | 435 |
| Polígono3d..... | 435 |
| polinómica?..... | 435 |
| polinomio..... | 436 |
| Polinomio..... | 436 |

| | |
|-------------------------------------|-----|
| Polinomio..... | 9 |
| polinomio_a_matriz_de_compañía..... | 437 |
| polinomio anulador..... | 437 |
| polinomio_característico..... | 437 |
| polinomio_irreducible..... | 438 |
| polinomio_mínimo..... | 438 |
| polinomios_irreducibles..... | 439 |
| polo..... | 439 |
| posición..... | 440 |
| posición_horizontal..... | 441 |
| posición_vertical..... | 442 |
| positivo?..... | 443 |
| potencia..... | 444 |
| potencia_de_primo?..... | 444 |
| potencia_modular..... | 444 |
| precedente..... | 444 |
| precisión..... | 444 |
| preponer..... | 445 |
| primer_vértice..... | 445 |
| primo..... | 446 |
| primo?..... | 446 |
| primo?..... | 17 |
| prisma..... | 446 |
| producto..... | 18 |
| producto_vectorial..... | 447 |
| producto_vectorial..... | 19 |
| productorio..... | 447 |
| profundidad..... | 449 |
| progresión..... | 449 |
| Progresión..... | 450 |
| progresión_geométrica..... | 450 |
| proporción..... | 451 |
| proporción_ventana..... | 451 |
| proyección..... | 451 |
| proyectividad..... | 452 |
| pseudoresiduo..... | 453 |
| punto..... | 453 |
| Punto..... | 459 |
| Punto..... | 44 |
| punto_de_expansión..... | 460 |
| punto_inflexión..... | 460 |
| punto_inicial..... | 460 |
| punto_más_cercano..... | 460 |
| punto_más_cercano..... | 71 |
| punto_más_cercano2d..... | 460 |
| punto_más_cercano3d..... | 461 |
| punto_medio..... | 462 |
| punto_medio..... | 49 |
| punto_no_derivable..... | 463 |
| punto_singular..... | 463 |
| punto_singular_y_inflexión..... | 463 |
| Punto2d..... | 463 |
| Punto3d..... | 464 |
| puntos_de_tangencia..... | 464 |

r

| | |
|-------------------------|-----|
| racional..... | 465 |
| Racional..... | 465 |
| racional..... | 465 |
| racionaliza..... | 466 |
| radián..... | 94 |
| radio..... | 466 |
| raíces..... | 466 |
| raíces_a_polinomio..... | 468 |
| raíces_cuadradas..... | 468 |
| raíces2..... | 469 |
| raíz..... | 469 |
| raíz..... | 38 |
| raíz_cuadrada..... | 470 |

| | |
|-------------------------------|-----|
| raíz_cuadrada..... | 38 |
| raíz2..... | 471 |
| rango..... | 472 |
| rango..... | 22 |
| razón..... | 472 |
| razón..... | 43 |
| razón_simple..... | 473 |
| real..... | 473 |
| Real..... | 473 |
| Real_o_infinito..... | 474 |
| recorrido..... | 474 |
| Recorrido..... | 475 |
| Recorrido..... | 475 |
| recorrido_de_matriz..... | 475 |
| recta..... | 476 |
| Recta..... | 478 |
| Recta..... | 479 |
| recta_de_regresión..... | 480 |
| recta_de_regresión..... | 85 |
| recta_tangente..... | 480 |
| Recta2d..... | 481 |
| Recta3d..... | 481 |
| rectas_tangentes..... | 481 |
| redondear..... | 482 |
| reducción_de_hessenberg..... | 483 |
| reemplazar..... | 483 |
| región..... | 64 |
| Regla..... | 485 |
| Regla..... | 486 |
| relación..... | 486 |
| Relación..... | 487 |
| Relación..... | 487 |
| relación_vacía..... | 487 |
| repetir..... | 488 |
| repetir..... | |
| representación_en_ciclos..... | 488 |
| representar..... | 488 |
| representar..... | 65 |
| representar_signo..... | 489 |
| res..... | 490 |
| residuo?..... | 490 |
| resolver..... | 491 |
| resolver_inecuación..... | 493 |
| resolver_numéricamente..... | 493 |
| resto..... | 494 |
| resto..... | 16 |
| resultado..... | 495 |
| resultante..... | 496 |
| retirar..... | 497 |
| rojo..... | 497 |
| rojo..... | 498 |
| rosa..... | 498 |
| rosa..... | 498 |
| rotación..... | 498 |
| rotación..... | 58 |

S

| | |
|--------------------------|-----|
| sea..... | 500 |
| sec..... | 500 |
| secuencia..... | 500 |
| Secuencia..... | 501 |
| secuencia_constante..... | 501 |
| segmento..... | 502 |
| Segmento..... | 504 |
| Segmento..... | 505 |
| Segmento2d..... | 505 |
| Segmento3d..... | 506 |
| segundo..... | 95 |
| segundo..... | 93 |

| | |
|----------------------------|-----|
| segundo_vértice..... | 506 |
| seleccionar..... | 506 |
| semejantes?..... | 507 |
| semidistancia_focal..... | 507 |
| semieje_mayor..... | 507 |
| semieje_menor..... | 508 |
| sen..... | 508 |
| senh..... | 508 |
| serie..... | 508 |
| Serie..... | 509 |
| serie_de_taylor..... | 509 |
| si..... | 510 |
| Si..... | |
| siemens..... | 94 |
| sievert..... | 94 |
| sigma..... | 511 |
| sigma_progresión..... | 513 |
| signo..... | 513 |
| signo..... | 41 |
| signo0..... | 514 |
| simetría..... | 514 |
| simetría..... | 57 |
| simetría_central..... | 516 |
| simétrica?..... | 516 |
| simplificar..... | 517 |
| simplificar_radical..... | 517 |
| sino..... | 517 |
| sino_si..... | 518 |
| skewness..... | 519 |
| solo_un_elemento..... | 519 |
| soporte..... | 519 |
| subcadena..... | 519 |
| subconjunto?..... | 520 |
| subextensión?..... | 520 |
| submatriz..... | 520 |
| suelo..... | 521 |
| suma..... | 18 |
| suma_de_subespacios..... | 521 |
| superficie..... | 522 |
| Superficie..... | 522 |
| Superficie_cartesiana..... | 523 |
| suplemento..... | 523 |
| Sustitución..... | 523 |
| sustituir..... | 523 |
| sustituir_cadena..... | 523 |

t

| | |
|------------------------|-----|
| tabla..... | 525 |
| Tabla..... | 525 |
| Tabla_de..... | 525 |
| tabla_vacía..... | 525 |
| tablero..... | 526 |
| Tablero..... | 526 |
| tablero_defecto..... | 526 |
| tablero_defecto2d..... | 527 |
| tablero_defecto3d..... | 527 |
| tablero2d..... | 527 |
| Tablero2d..... | 528 |
| tablero3d..... | 528 |
| Tablero3d..... | 529 |
| tamaño..... | 529 |
| tamaño_fuente..... | 529 |
| tamaño_punto..... | 529 |
| tan..... | 530 |
| tangente..... | 530 |
| tanh..... | 530 |
| tartaglia..... | 531 |
| taylor..... | 531 |
| techo..... | 531 |

| | |
|------------------------------------|-----|
| teorema_chino..... | 532 |
| teorema_chino_en_coeficientes..... | 533 |
| tera..... | 95 |
| término..... | 533 |
| término_principal..... | 533 |
| términos..... | 534 |
| términos_progresión..... | 534 |
| tesla..... | 94 |
| tetraedro..... | 534 |
| texto..... | 535 |
| tipo..... | 535 |
| todas_las_variables..... | 536 |
| tolerancia..... | 536 |
| tolerancia_relativa..... | 537 |
| tomar..... | 538 |
| toro_poliédrico..... | 538 |
| torre..... | 539 |
| transforma_matriz..... | 539 |
| transparencia..... | 539 |
| transponer..... | 539 |
| transponer..... | 21 |
| transposición..... | 540 |
| traslación..... | 540 |
| traslación..... | 58 |
| trasladar..... | 541 |
| traza..... | 541 |
| triángulo..... | 542 |
| Triángulo..... | 542 |
| Triángulo..... | 543 |
| triángulo_equilátero..... | 543 |
| Triángulo2d..... | 544 |
| Triángulo3d..... | 545 |
| truncar..... | 545 |

U

| | |
|--------------------------|-----|
| unidad..... | 546 |
| Unidad..... | 546 |
| unidad..... | 93 |
| unidad_adimensional..... | 547 |
| unidad_si..... | 547 |
| unión..... | 547 |
| uno?..... | 547 |

V

| | |
|---------------------------------|-----|
| Vacío..... | 549 |
| valores_y_vectores_propios..... | 549 |
| vaps..... | 549 |
| variable..... | 549 |
| Variable..... | 550 |
| variables..... | 551 |
| variaciones..... | 552 |
| variaciones..... | 88 |
| variaciones_con_repetición..... | 552 |
| variaciones_con_repetición..... | 89 |
| variancia..... | 553 |
| variancia..... | 83 |
| variancia_n..... | 553 |
| vector..... | 553 |
| Vector..... | 555 |
| Vector..... | 556 |
| vector_canónico..... | 558 |
| vector_constante..... | 559 |
| vector_de_ecuación..... | 559 |
| vector_normal..... | 559 |
| vector_perpendicular..... | 559 |
| veps..... | 560 |
| verde..... | 560 |
| verde..... | 560 |

| | |
|---------------|-----|
| versor..... | 560 |
| vértice..... | 560 |
| vértices..... | 561 |
| visible..... | 562 |
| volt..... | 94 |
| volumen..... | 562 |

W

| | |
|------------|----|
| watt..... | 94 |
| weber..... | 94 |

Y

| | |
|------------|----|
| yocto..... | 95 |
| yotta..... | 95 |

Z

| | |
|------------------|-----|
| zepto..... | 95 |
| zetta..... | 95 |
| Zn..... | 566 |
| Zns..... | 566 |
| zoom..... | 566 |
| zoom_dentro..... | 566 |
| zoom_fuera..... | 567 |