Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. ANTECEDENTES

La finalidad principal de las matemáticas aplicadas es determinar valores de x, tales que $f(x) = 0$

Para polinomios de primer a tercer orden existen fórmulas que permiten lograr el objetivo antes dicho, sin embargo para grados superiores la situación se complica

Para la resolución de expresiones no lineales no es posible resolverlas sino es utilizando aproximaciones sucesivas

Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. ANTECEDENTES

Las raíces se puede determinar por medios analíticos (solución exacta) o por medios numéricos (solución aproximada)

Métodos numéricos hay muchos y la elección de uno de ellos depende del problema a resolver (estructura del problema, tipo de ecuaciones, precisión requerida, rapidez de cálculo,....)

A pesar de ello no existe un mejor método universalmente aplicable

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. ANTECEDENTES

La mayoría de los métodos computacionales para calcular la raíz de una ecuación con una variable son de naturaleza iterativa

La idea detrás de un método iterativo es

a partir de una aproximación inicial, se construye una secuencia de iteraciones utilizando una fórmula iteración con la esperanza de que esta secuencia converja a una raíz

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. ANTECEDENTES

Dos aspectos importantes de un método iterativo son la convergencia y criterio de parada

Vamos a discutir el tema de la convergencia en cada método estudiado

Determinar un criterio de parada universalmente aceptado es complicado por muchas razones

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. ANTECEDENTES

El criterio de parada que se va a utilizar para un iterativo de cálculo de una raíz es

1. El error absoluto en la función *f(x)* es menor que un valor **ε**
2. El número de iteraciones es menor o igual que un número predeterminado
3. El error absoluto en la raíz *c* es menor que un valor **Δ**

Teorema de la conservación del signo

Si *f(x)* cumple

1) Es continua en *a*
2) $f(a) \neq 0$

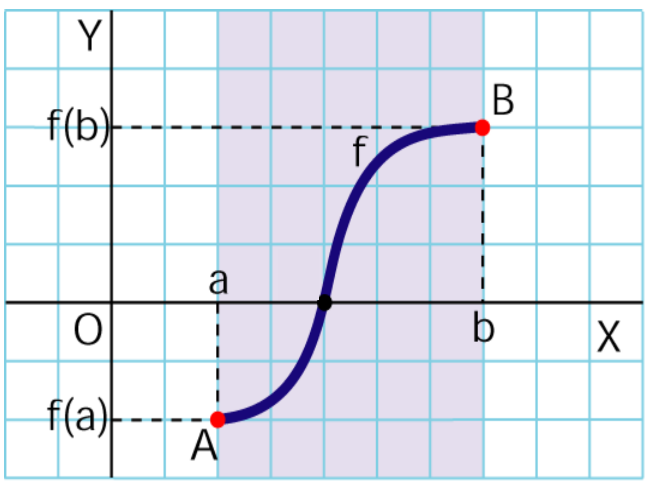
Entonces existe un entorno de $x \in (a-\delta, a+\delta)$ con $\delta > 0$ en el que los valores de *f(x)* tienen el mismo signo que *f(a)*

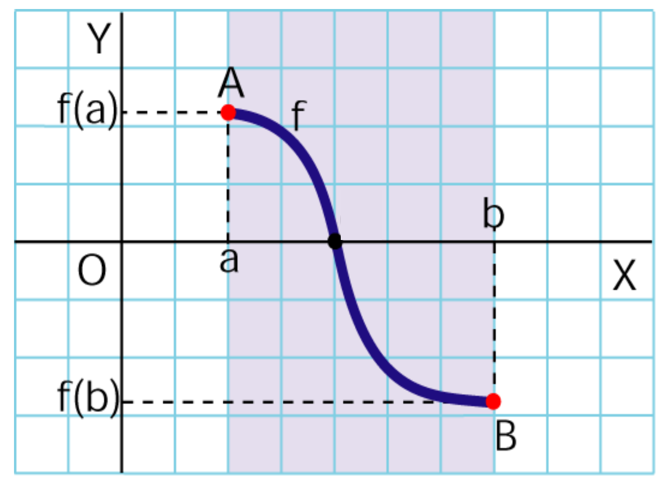
Teorema de Bolzano

Si $f(x)$

1. Es continua en $[a, b]$
2. $f(a) \cdot f(b) < 0$

entonces existe al menos un $c \in (a, b)$ tal que $f(c)=0$





Teorema de Bolzano

Demostración

Se hace $a_1=a$ y $b_1=b$, y definimos el intervalo I_1 como (a_1,b_1)

Se toma $c_1=(a_1+b_1)/2$ y se comprueba si $f(c_1)=0$, si es así está demostrado

En caso contrario, c_1 sustituye a a_1 o b_1 de forma que o bien $f(a_1)$ o $f(b_1)$ sea del mismo signo que $f(c_1)$

Teorema de Bolzano

Demostración

Así, I_2 es el nuevo intervalo (a_2,b_2) donde $a_2=a_1$ y $b_2=c_1$ ó $a_2=c_1$ y $b_2=b_1$

Con I_2 volvemos a calcular $c_2=(a_2+b_2)/2$ y hacemos la misma prueba

Teorema de Bolzano

El tamaño de I_i es $|I_i|=|b_i-a_i|$.

Como $c_i=(a_i+b_i)/2$ entonces

$$|I_i|=|I_{i-1}|/2, \text{ es decir, } |I_i|=|I_1|/2^{i-1}$$

$$\lim_{n\to\infty}|I_n| = \lim_{n\to\infty}|b_n - a_n| = \lim_{n\to\infty}\frac{|b-a|}{2^{n-1}} = 0$$

Teorema de Bolzano

Eso implica que a_n y b_n tienden a un mismo número c_n por la izquierda y la derecha

$$\lim_{n\to\infty} a_n = c_n^{-} \qquad \lim_{n\to\infty} b_n = c_n^{+}$$

tal que $a_1 \leq a_2 \leq \ldots \leq a_n \leq c_n \leq b_n \leq \ldots \leq b_2 \leq b_1$

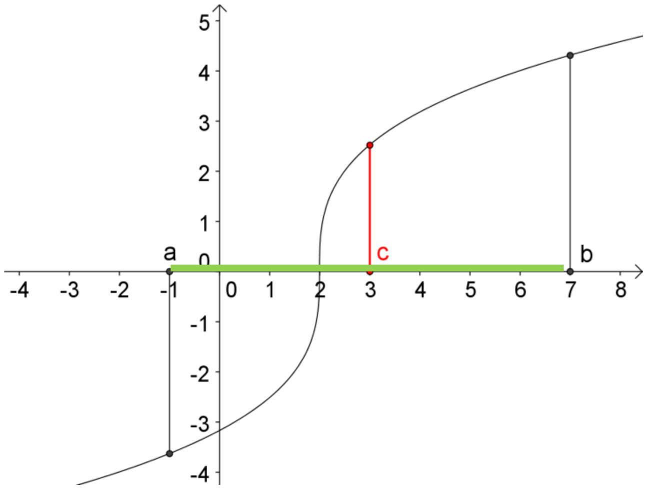
Teorema de Bolzano

Si $f(c_n) > 0$ o $f(c_n) < 0$, entonces por el teorema de la conservación del signo, tanto $f(a_n)$ como $f(b_n)$ deben tener el mismo signo que $f(c_n)$ *(para* a_n *y* b_n *suficientemente próximos a* c_n*)*, pero eso es contradictorio con la forma de construir I_n, que mantiene $f(a_n) \cdot f(b_n) < 0$

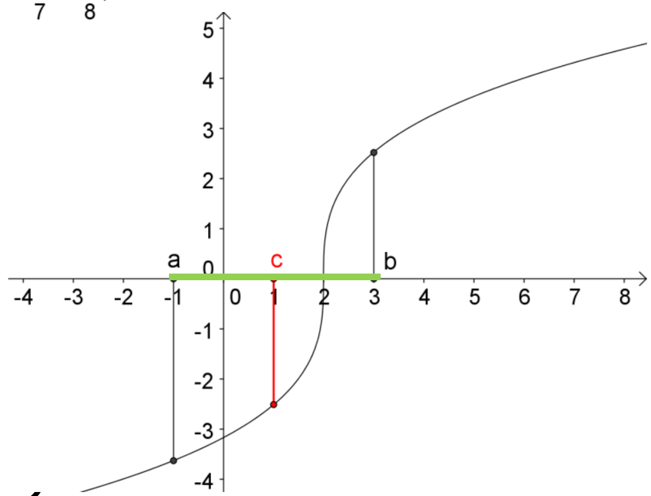
Así que como $f(c_n) \neq 0$ es contradictorio con seguir construyendo intervalos I_n hasta $n=\infty$ en algún momento será $f(c_n) = 0$

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA BISECCIÓN

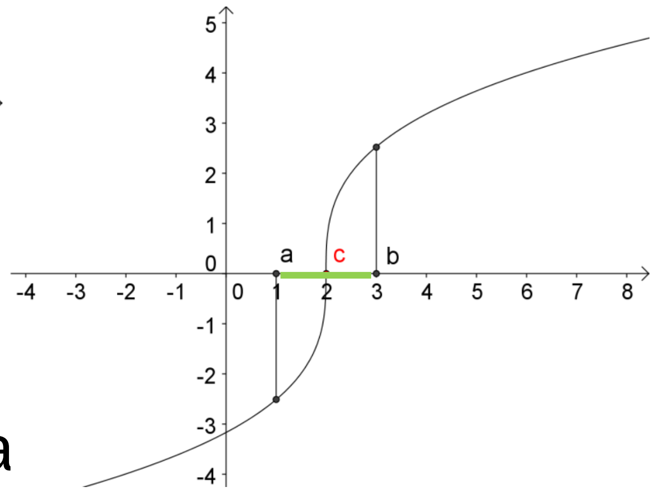
Convertimos la demostración de Bolzano en un método



Paso 1



Paso 2

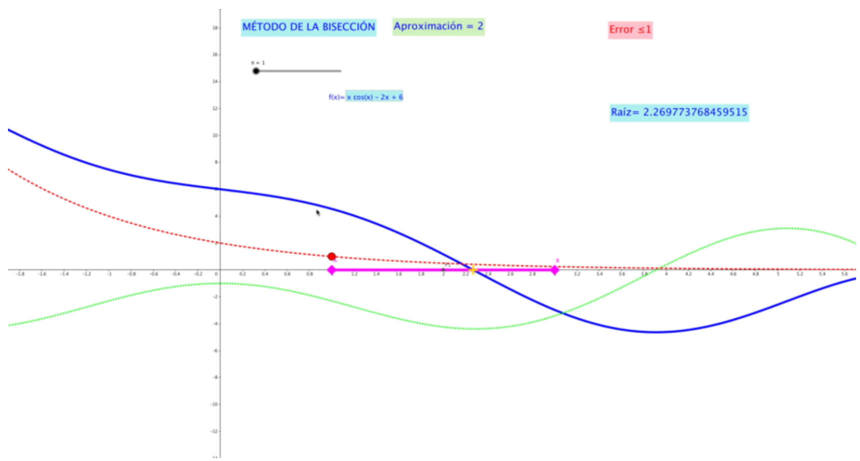


Pa

Algoritmo

Entrada: La función f(x) y un intervalo *[a, b]* tal que *f(a).f(b)* < *0* y una o varias condiciones de parada

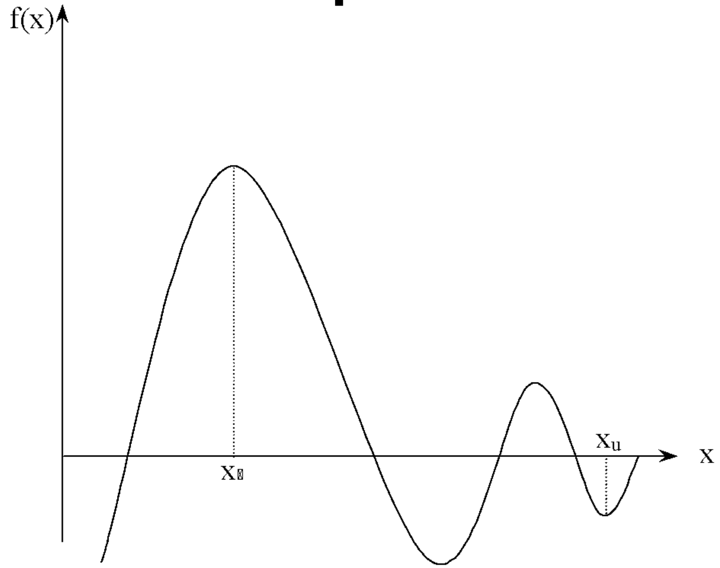
Salida: una aproximación de la raíz *c є [a,b]*



RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA BISECCIÓN

Base

Si la función f(x) es continua y cambia de signo entre dos puntos, al menos existe una raíz entre esos puntos dados



RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA BISECCIÓN

Pseudocódigo

```
BúsquedaPorBisección (f(x), a, b, ε, Δ, n)
      i:=0
      h:=abs(b-a)
      repetir
                  i:=i+1
                  c:=(a+b)/2
                  h:=h/2
                  si signo(f(a))*signo(f(c))<0
                           entonces
                                    b:=c
                           si no
                                    a:=c
      hasta (abs(f(c)) ≤ ε) ó (h ≤ Δ) ó (i = n)
devolver c
```

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA BISECCIÓN

Bolzano nos garantiza que si $f(a) \cdot f(b) < 0$ entonces

1. Existe una raíz c tal que $f(c) = 0$
2. El método converge

Se dice entonces que la raíz está acotada entre a y b

Si existe una raíz $c \in [a,b]$ pero $f(a) \cdot f(b) > 0$, el método puede converger o no. En ese caso el límite n permite salir del bucle sin garantía de haber encontrado la raíz

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA BISECCIÓN

La mitad del tamaño de un subintervalo $[a_i,b_i]$ resulta una cota del error absoluto para c_i

El error absoluto de $f(c_i)$ es su propio valor absoluto, ya que su valor exacto es 0

Las cotas de error ε y Δ se proporcionan como condición suficiente para terminar la búsqueda. Δ será la cota de error absoluto para la raíz y ε para su valor en $f(x)$

A la cota Δ se le llama **límite de tolerancia**

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA BISECCIÓN

En el algoritmo *h* es la mitad del tamaño del intervalo en cada iteración $h_i = |I_i|/2$

Es una cota del error absoluto de la raíz, que mejora en ½ cada iteración, y que al final termina estando acotada por el límite de tolerancia

$$h_n = |I_1|/2^n = |b-a|/2^n < \Delta$$

El número máximo de iteraciones se puede expresar en función el máximo error absoluto que se quiera permitir (o **límite de tolerancia**)

$$n \geq \log_2(|b-a|/\Delta)$$

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA BISECCIÓN. EJEMPLO

Buscar una raíz entre *-1* y *7* de $f(x)=\sqrt[3]{(x\quad 2)}$ con *n=5*, *ε=0,01* y *Δ=0,05*

	=n		Δ=			ε=	
i	**a**	**b**	**c**	**h**	**f(a)**	**f(b)**	**f(c)**

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA BISECCIÓN. EJEMPLO

Buscar una raíz entre *-1* y *7* de $f(x)=\sqrt[3]{(x-2)}$ con *n=5*, *ε=0,01* y *Δ=0,05*

5	**=n**		**Δ=**	0,05		**ε=**	0,01
i	**a**	**b**	**c**	**h**	**f(a)**	**f(b)**	**f(c)**
1	-1	7	3	4	$-3^{1/3}$	$5^{1/3}$	1

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA BISECCIÓN. EJEMPLO

Buscar una raíz entre *-1* y *7* de $f(x) = \sqrt[3]{(x-2)}$ con *n=5*, *ε=0,01* y *Δ=0,05*

5	**=n**		**Δ=**	0,05		**ε=**	0,01
i	**a**	**b**	**c**	**h**	**f(a)**	**f(b)**	**f(c)**
1	-1	7	3	4	$-3^{1/3}$	$5^{1/3}$	1
2	-1	3	1	2	$-3^{1/3}$	1	-1

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA BISECCIÓN. EJEMPLO

Buscar una raíz entre *-1* y *7* de $f(x)=\sqrt[3]{(x-2)}$ con *n=5*, *ε=0,01* y *Δ=0,05*

5	**=n**		**Δ=**	0,05		**ε=**	0,01
i	**a**	**b**	**c**	**h**	**f(a)**	**f(b)**	**f(c)**
1	-1	7	3	4	$-3^{1/3}$	$5^{1/3}$	1
2	-1	3	1	2	$-3^{1/3}$	1	-1
3	1	3	**2**	1	-1	1	**0**

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DEL PUNTO FIJO

Dada una ecuación $f(x) = 0$, podemos transformarla, de alguna manera, en otra equivalente del tipo $x = g(x)$ para alguna función $g(x)$. Entonces se cumple que

si un valor ***a*** es raíz de $f(x)$, $f(a) = 0$ entonces ***a*** es raíz de $x = g(x)$, $a = g(a)$

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DEL PUNTO FIJO

Al número *a* tal que $a = g(a)$ se le denomina **punto fijo** de la función $g(x)$

Así pues, encontrar una raíz de $f(x)$ es equivalente a encontrar un punto fijo de la función $g(x)$

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DEL PUNTO FIJO

Los pasos del método del puno fijo son:

1. Encontrar la función *g(x)*
2. Encontrar un punto fijo de g(x)

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DEL PUNTO FIJO

Para calcular la función *g(x)* a partir de *f(x),* se reordena la ecuación f(x)=0 de forma que la variable x se sitúe al lado izquierdo de la ecuación, con esto se tiene

Existen dos técnicas

1) Despejando la variable *x*
2) Sumando x a ambos lados de la ecuación

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DEL PUNTO FIJO

Ejemplo, $f(x) = 3x^2 - 4x + 5$

Primero se iguala a cero la función y luego se despeja la variable x

$$3x^2 - 4x + 5 = 0$$

$$\Rightarrow x = \frac{3x^2 + 5}{4}$$

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DEL PUNTO FIJO

Ejemplo, *f(x)*= cos (*x*)

Primero se iguala a cero la función y luego se suma la variable *x* a ambos lados

$$f(x) = \cos(x)$$
$$\cos(x) = 0$$
$$x = \cos(x) + x$$

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DEL PUNTO FIJO

Una vez obtenido *g(x)* el segundo paso es calcular, si tiene, un punto fijo de de *g(x)*, la pregunta es ¿cómo encontrarlo?

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DEL PUNTO FIJO

Teorema de existencia del Punto fijo

Si g es una función continua en $[a, b]$ y $g(x) \in [a, b]$ para todo $x \in [a, b]$, entonces g tiene por lo menos un punto fijo en $[a, b]$

Teorema de unicidad del punto fijo

Si además, la derivada de la función $g(x)$ existe para todo $x \in [a, b]$, y $|g'(x)| \leq K < 1$ para todo $x \in [a, b]$, con K constante, entonces g tiene un único punto fijo $x \in [a, b]$

Cálculo del Punto fijo

Dado un valor inicial x_0, hay que obtener la sucesión de valores $\{x_n\}$, con n definida, mediante la siguiente **fórmula de iteración**

$$x_n=g(x_{n-1}),\ n=1,2,3\ldots..$$

Hasta obtener un punto fijo de $g(x)$

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DEL PUNTO FIJO

Pseudocódigo

BúsquedaPuntoFijo ($g(x)$, x_0, ε ,Δ, n)
    $i:=0$
    $h := \Delta+1$
    repetir
        $x: =$ evaluar ($g(x)$ en x_0)
        $h := abs(x-x_0)$
        $i: = i+1$
        $x_0: = x$
    hasta ($abs(g(x)) \leq \varepsilon$) ó ($h \leq \Delta$) ó ($i = n$)

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DEL PUNTO FIJO. EJEMPLO

Usar el método de iteración del punto fijo para aproximar la raíz de, $f(x)=cos(x)-x$, comenzando con $X_0=0$ y hasta que el error sea menor que el 1%

Nota: el error absoluto de la raíz se calcula restando un valor del anterior.

Primero se calcula $g(x) = cos(x)$
Después se calcula la secuencia $x_{n+1} = g(x_n)$, empezando por X_0

La primera iteración se calcula $x_1 = g(x_0) = g(0) = cos(0) = 1$

Para las restantes iteraciones tenemos la tabla

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DEL PUNTO FIJO. EJEMPLO

Iteración	Expresión	Resultado	Error
0	cos(0)	1	1
1	cos(1)	0,540302306	0,459697694
2	cos(0,54030230586814)	0,857553216	0,317250910
3	cos(0,857553215846393)	0,654289790	0,203263425
4	cos(0,654289790497779)	0,793480359	0,139190568
5	cos(0,793480358742566)	0,701368774	0,092111585
6	cos(0,701368773622757)	0,763959683	0,062590909
7	cos(0,763959682900654)	0,722102425	0,041857258
8	cos(0,722102425026708)	0,750417762	0,028315337
9	cos(0,750417761763761)	0,731404042	0,019013719
10	cos(0,73140404242251)	0,744237355	0,012833312
11	cos(0,744237354900557)	0,735604740	0,008632614

El error aproximado se va reduciendo lentamente

Se necesitan 11 iteraciones para lograr reducir el error menos del 1%

El resultado final es x_{11}=0,737447, con un error aproximado del 0.79%

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DEL PUNTO FIJO. EJEMPLO

Usar el método de iteración del punto fijo para aproximar la raíz de, $f(x)=e^{-x}-x$, comenzando con $X_0=1$

Primero se calcula $g(x) = e^{-x}$

Después se calcula la secuencia $x_{n+1} = g(x_n)$, *empezando por* X_0, $x_1 = g(x_0) = g(1) = e^{-1} = 0.368$

Para las restantes iteraciones tenemos la tabla

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DEL PUNTO FIJO. EJEMPLO

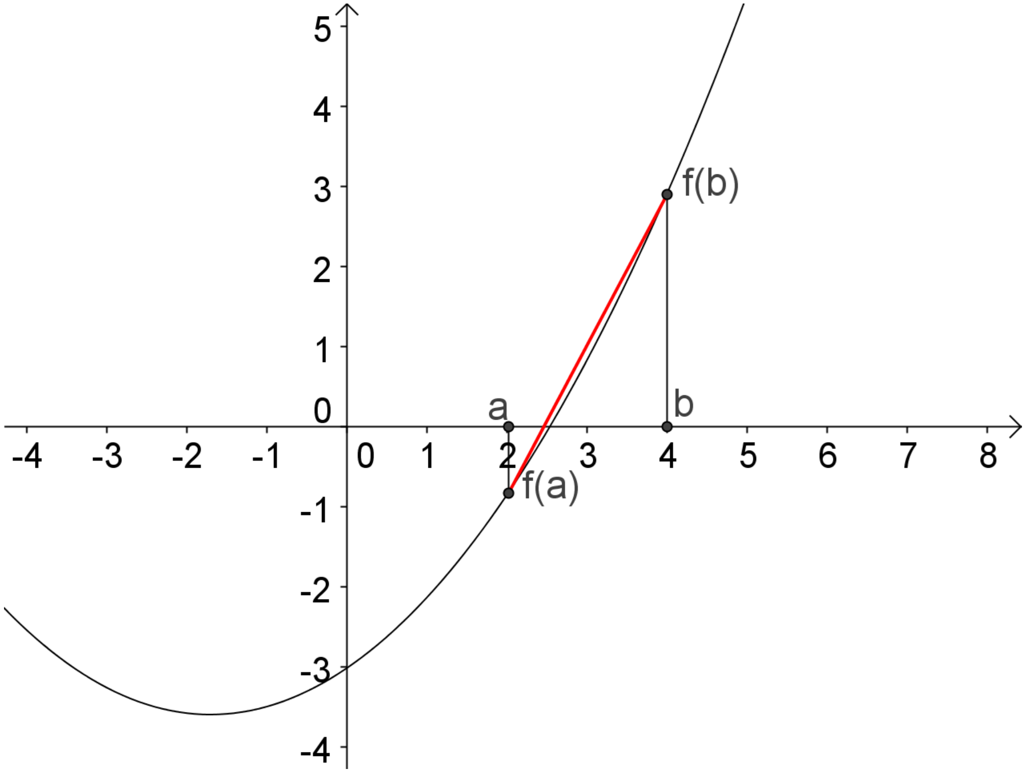
e^{-1}	0.368
$e^{-0.368}$	0.692
$e^{-0.692}$	0.500
$e^{-0.500}$	0.606
$e^{-0.606}$	0.545
$e^{-0.545}$	0.579
$e^{-0.579}$	0,560
$e^{-0.560}$	0,571
$e^{-0.571}$	0.564
$e^{-0.564}$	0.568
$e^{-0.568}$	0.566
$e^{-0.566}$	0,567
$e^{-0.567}$	0,567
$e^{-0.567}$	0,567
$e^{-0.567}$	0,567

En general después de unas cuantas iteraciones se tiene que

$$0.567 \approx e^{-0.567}$$

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE

La idea de este método se basa en que cuando *a* y *b* están muy próximos, la recta secante que pasa por *f(a)* y *f(b)* se aproxima a la función *f(x)* para los *xϵ(a,b)*

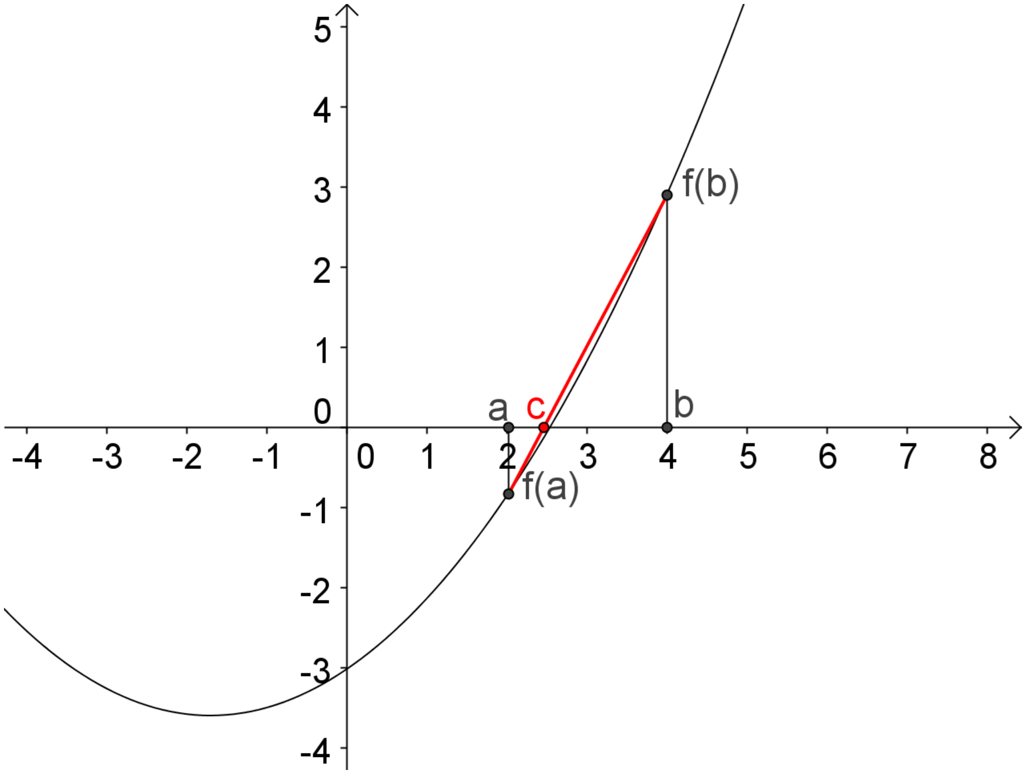


RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE

La recta secante que pasa por $f(a_i)$ y $f(b_i)$ es

$$\frac{x-a_i}{b_i-a_i}=\frac{y-f(a_i)}{f(b_i)-f(a_i)}$$

Buscamos el valor $x=c_i$ que corta el eje X, es decir, que hace $y=0$



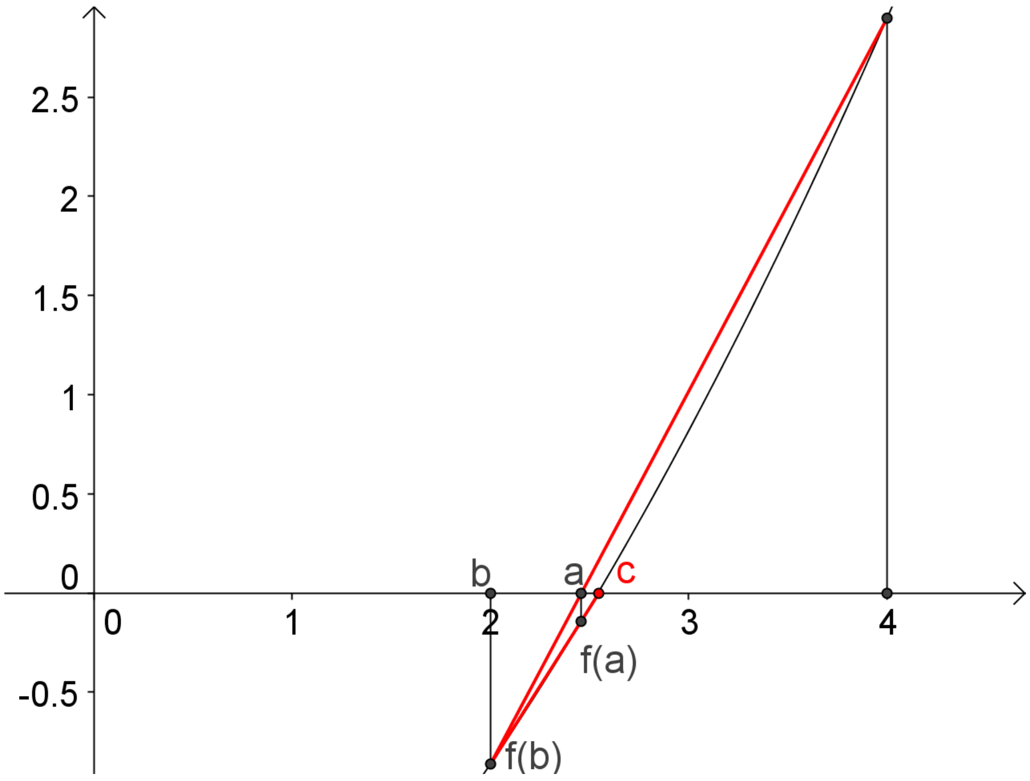
$$\frac{c_i-a_i}{b_i-a_i}=\frac{0-f(a_i)}{f(b_i)-f(a_i)}$$

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE

Despejamos c_i

$$c_i = a_i - \frac{f(a_i)\cdot(b_i - a_i)}{f(b_i) - f(a_i)}$$

Como pretendemos aproximarnos a $f(c_i)=0$, si el valor absoluto de f(a) es mayor que el valor absoluto de f(b) se intercambian los valores de a y b



RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE

En el algoritmo, reordenaremos los valores a_i y b_i, intercambiándolos si es necesario, de forma que se cumpla siempre que $|f(a_i)| < |f(b_i)|$, y así sustituiremos siempre b_i por c_i

Además, para el cálculo de c_i primero obtenemos h_i y como en el caso del método de la Bisección, usaremos h_i como limite de tolerancia ya que en esta caso también es cota del error absoluto

$$c_i = a_i - \frac{f(a_i)\cdot(b_i - a_i)}{f(b_i) - f(a_i)} \qquad h_i = \frac{f(a_i)\cdot(b_i - a_i)}{f(b_i) - f(a_i)} \qquad c_i = a_i - h_i$$

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE

Pseudocódigo

```
BúsquedaPorSecante (f(x), a, b, ε, Δ, n)
    i:=0
    repetir
            i:=i+1
            si abs(f(a))>abs(f(b)) entonces
                    (*/ Intercambiar 'a' por 'b' /*)
                    a⇔b
            h:=f(a)*(b-a)/(f(b)-f(a))
            c:=a-h
            b:=c
    hasta (abs(f(c))≤ε) ó (abs(h)≤Δ) ó (i=n)
devolver c
```

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE. EJEMPLO

Buscar una raíz entre *-1* y *4* de $f(x) = x^2 - 4$
con *n=6*, *ε=0,05* y *Δ=0,01*

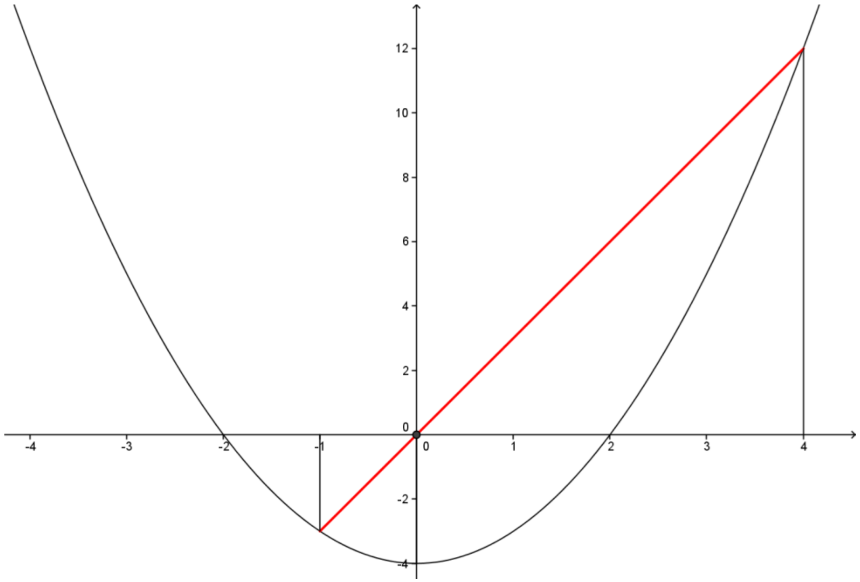
6	**=n**		**Δ=**	0,01		**ε=**	0,05
i	**a**	**b**	**c**	**h**	**f(a)**	**f(b)**	**f(c)**

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE. EJEMPLO

Buscar una raíz entre *-1* y *4* de $f(x) = x^2 - 4$ con *n=6*, *ε=0,05* y *Δ=0,01*

6	**=n**		**Δ=**	0,01		**ε=**	0,05
i	**a**	**b**	**c**	**h**	**f(a)**	**f(b)**	**f(c)**
1	-1	4	0	-1	-3	12	-4

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE. EJEMPLO



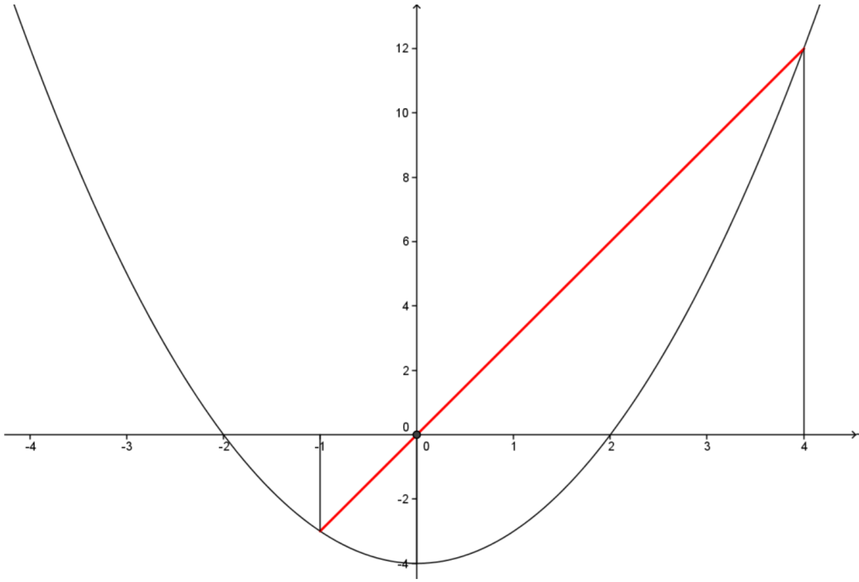
RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE. EJEMPLO

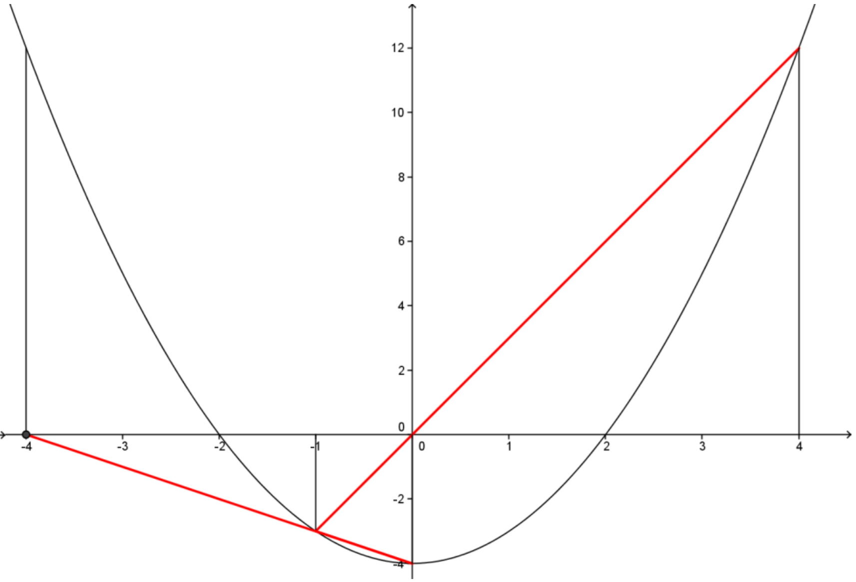
Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Buscar una raíz entre *-1* y *4* de $f(x) = x^2 - 4$ con *n=6*, *ε=0,05* y *Δ=0,01*

6	**=n**		**Δ=**	0,01		**ε=**	0,05
i	**a**	**b**	**c**	**h**	**f(a)**	**f(b)**	**f(c)**
1	-1	4	0	-1	-3	12	-4
2	-1	0	-4	3	-3	-4	12

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE. EJEMPLO



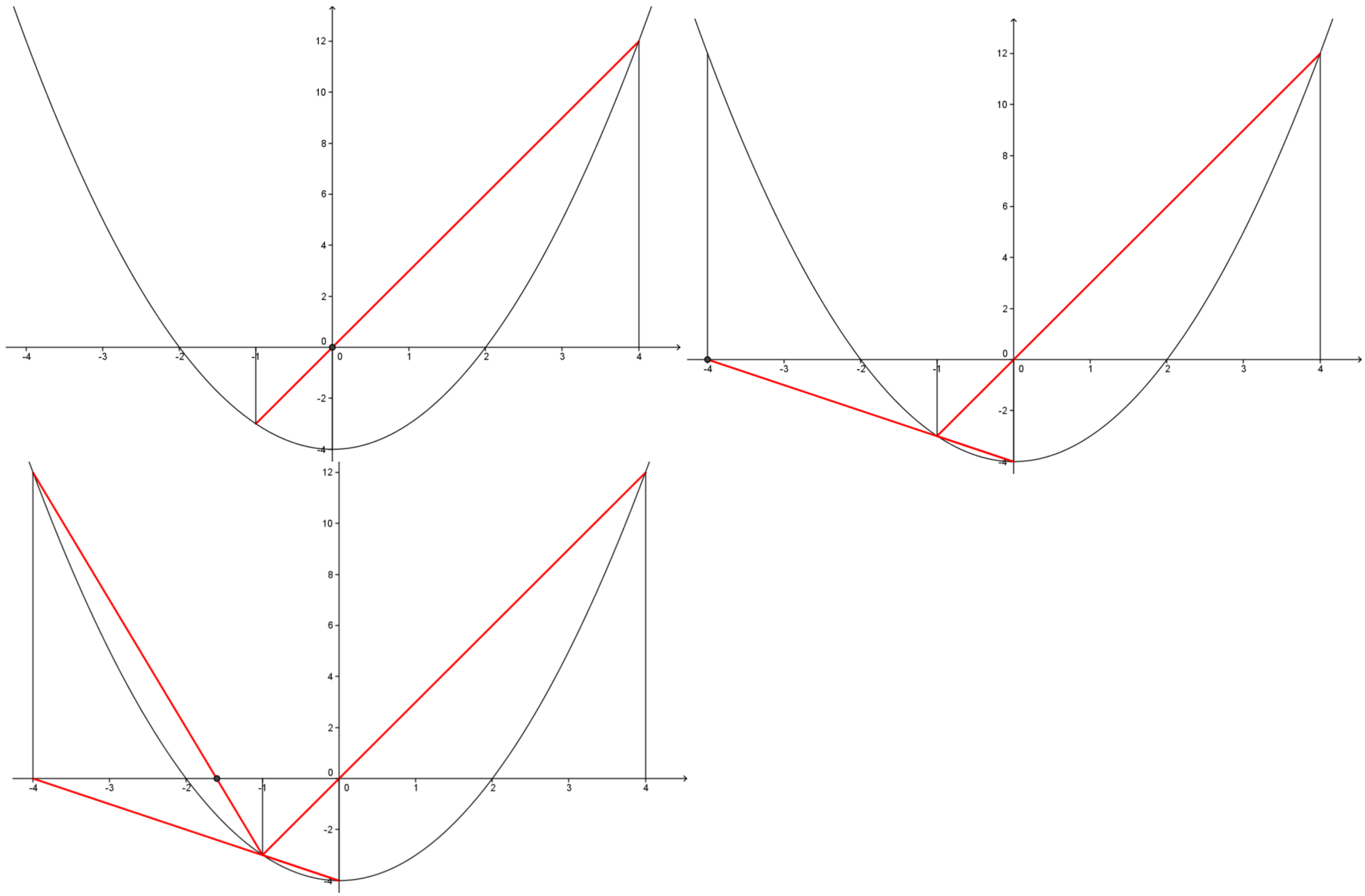


RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE. EJEMPLO

Buscar una raíz entre *-1* y *4* de $f(x) = x^2 - 4$ con *n=6*, *ε=0,05* y *Δ=0,01*

6	**=n**		**Δ=**	0,01		**ε=**	0,05
i	**a**	**b**	**c**	**h**	**f(a)**	**f(b)**	**f(c)**
1	-1	4	0	-1	-3	12	-4
2	-1	0	-4	3	-3	-4	12
3	-1	-4	-1,6	0,6	-3	12	-1,44

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE. EJEMPLO



RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE. EJEMPLO

Buscar una raíz entre *-1* y *4* de $f(x) = x^2 - 4$ con *n=6*, *ε=0,05* y *Δ=0,01*

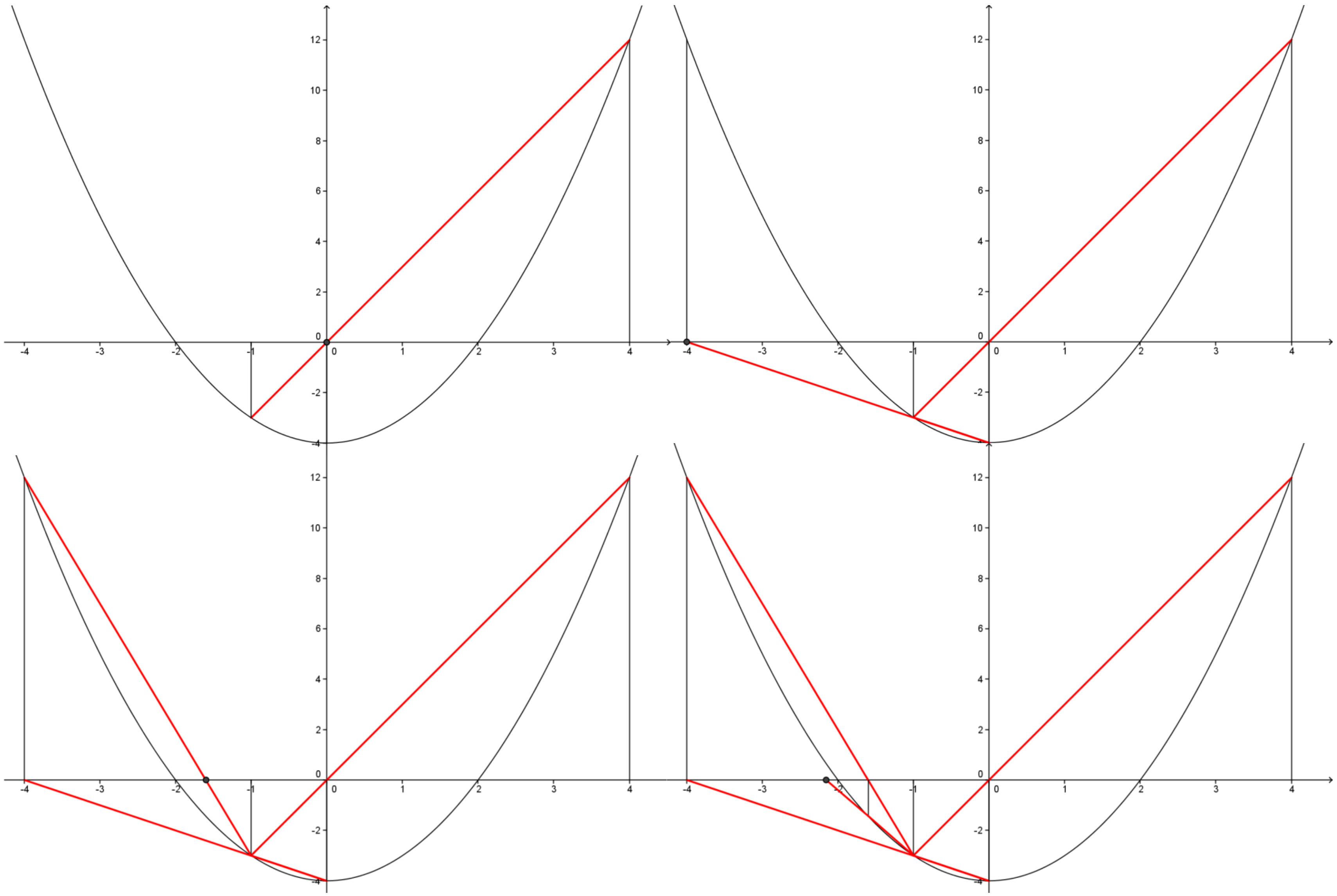
6	**=n**		**Δ=**	0,01		**ε=**	0,05
i	**a**	**b**	**c**	**h**	**f(a)**	**f(b)**	**f(c)**
1	-1	4	0	-1	-3	12	-4
2	-1	0	-4	3	-3	-4	12
3	-1	-4	-1,6	0,6	-3	12	-1,44
4	-1	-1,6			-3	-1,44	

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE. EJEMPLO

Buscar una raíz entre *-1* y *4* de $f(x) = x^2 - 4$
con *n=6*, *ε=0,05* y *Δ=0,01*

6	**=n**		**Δ=**	0,01		**ε=**	0,05
i	**a**	**b**	**c**	**h**	**f(a)**	**f(b)**	**f(c)**
1	-1	4	0	-1	-3	12	-4
2	-1	0	-4	3	-3	-4	12
3	-1	-4	-1,6	0,6	-3	12	-1,44
4	-1,6	-1	-2,15	0,55	-1,44	-3	0,62

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE. EJEMPLO



RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE. EJEMPLO

Buscar una raíz entre *-1* y *4* de $f(x) = x^2 - 4$ con *n=6*, *ε=0,05* y *Δ=0,01*

6	**=n**		**Δ=**	0,01		**ε=**	0,05
i	**a**	**b**	**c**	**h**	**f(a)**	**f(b)**	**f(c)**
1	-1	4	0	-1	-3	12	-4
2	-1	0	-4	3	-3	-4	12
3	-1	-4	-1,6	0,6	-3	12	-1,44
4	-1,6	-1	-2,15	0,55	-1,44	-3	0,62
5	-1,6	-2,15			-1,44	0,62	

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE. EJEMPLO

Buscar una raíz entre *-1* y *4* de $f(x) = x^2 - 4$
con *n=6*, *ε=0,05* y *Δ=0,01*

6	=n		Δ=	0,01		ε=	0,05
i	**a**	**b**	**c**	**h**	**f(a)**	**f(b)**	**f(c)**
1	-1	4	0	-1	-3	12	-4
2	-1	0	-4	3	-3	-4	12
3	-1	-4	-1,6	0,6	-3	12	-1,44
4	-1,6	-1	-2,15	0,55	-1,44	-3	0,62
5	-2,15	-1,6	-1,98	-0,17	0,62	-1,44	-0,08

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE. EJEMPLO

Buscar una raíz entre *-1* y *4* de $f(x) = x^2 - 4$
con *n=6*, *ε=0,05* y *Δ=0,01*

6	**=n**		**Δ=**	0,01		**ε=**	0,05
i	**a**	**b**	**c**	**h**	**f(a)**	**f(b)**	**f(c)**
1	-1	4	0	-1	-3	12	-4
2	-1	0	-4	3	-3	-4	12
3	-1	-4	-1,6	0,6	-3	12	-1,44
4	-1,6	-1	-2,15	0,55	-1,44	-3	0,62
5	-2,15	-1,6	-1,98	-0,17	0,62	-1,44	-0,08
6	-2,15	-1,98			-0,62	0, 08	

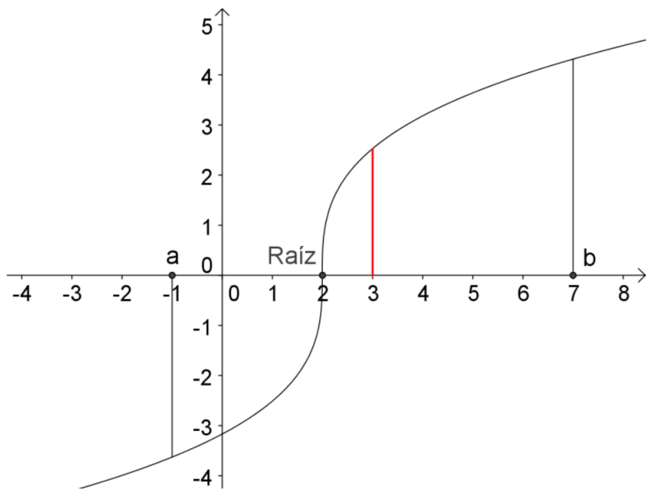
RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. MÉTODO DE LA SECANTE. EJEMPLO

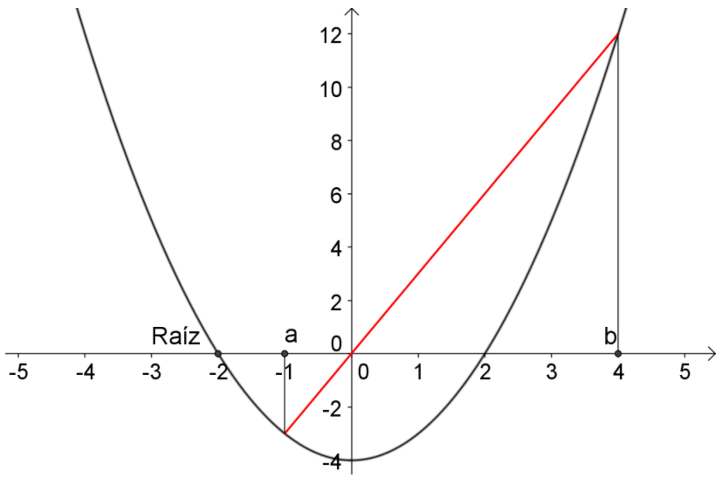
Buscar una raíz entre *-1* y *4* de $f(x) = x^2 - 4$ con *n=6*, *ε=0,05* y *Δ=0,01*

6	=n		Δ=	0,01		ε=	0,05
i	**a**	**b**	**c**	**h**	**f(a)**	**f(b)**	**f(c)**
1	-1	4	0	-1	-3	12	-4
2	-1	0	-4	3	-3	-4	12
3	-1	-4	-1,6	0,6	-3	12	-1,44
4	-1,6	-1	-2,15	0,55	-1,44	-3	0,62
5	-2,15	-1,6	-1,98	-0,17	0,62	-1,44	-0,08
6	-1,98	-2,15	**-2**	0,02	-0,08	0,62	**0**

RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. BISECCIÓN Vs SECANTE

El método de **la bisección es acotado**, mientras el método de **la secante es** lo que se llama un método **abierto** ya que aunque use dos puntos, estos no están acotando en todo momento a la raíz, esta puede no estar en el intervalo que definen





RESOLUCIÓN DE ECUACIONES. BISECCIÓN Vs SECANTE

Por lo general el método de **la bisección** resulta **más lento que** el de **la secante**

En el método de **la bisección** se **asegura la convergencia** si *a* y *b* cumplen la premisa de Bolzano. En el método de **la secante no se asegura la convergencia**