

Ampliación de los campos numéricos

- Desde los números naturales, hasta los números complejos.

Enfoque Clásico

Resumen:

- Presentación general, con todas las explicaciones (completo).
- Presentación sin explicaciones (solo esquemas).
- Suma o adición.
- Resta o diferencia.
- Multiplicación o producto.
- División o cociente.
- Potenciación o potencia.
- Radicación o raíz.
- Esquema general.

Objetivo

- Esta presentación pretende mostrar porqué motivos, el hombre tuvo necesidad de crear nuevos tipos de “números”.
- **No necesariamente se sigue el *devenir histórico*. El orden adoptado es el que se supone mas conveniente desde el punto de vista *didáctico*.**
- Nuestro enfoque clásico es el de realizar **operaciones aritméticas** en orden creciente de dificultad: **suma, resta, multiplicación, división, potenciación y radicación**, con los conjuntos numéricos conocidos.
- En la medida que se planteen **operaciones aritméticas imposibles, se introducirán nuevos conjuntos numéricos** para hacerlas posibles.
- Se justifica así la ampliación del campo numérico correspondiente.
- Comenzaremos con los **números naturales y la suma.**



Números naturales

- Aceptamos que todos conocemos los números aprendidos al comienzo de nuestra escuela primaria, a los que llamamos:

“Números Naturales”

- **1; 2; 3; . . . 105; 106; 107; . . . 999; . . . 1.689; . . . 27.546; . . . 3. 475.628; . . . 547.890.132; . . .**
- Esta serie numérica se considera infinita porque no existe un último valor.
- Los números naturales son los que usamos habitualmente, cuando se trata de contar los elementos de un conjunto cualquiera.
- Vamos a suponer, a partir de ahora, que no conocemos ningún otro tipo de número.



Suma ó Adición

- Con los **números Naturales** podemos hacer, sin ningún impedimento, la primera operación aritmética directa: **la Suma**
- En efecto, siempre el resultado de una suma de números naturales, es también otro número natural:

$$15 + 24 = 39$$

$$314 + 568 = 882$$

$$43215 + 63298 = 106513$$

$$1234567 + 4567891 = 5802458 \dots \text{etc. etc.}$$

No hay en esto ninguna dificultad.



Resta o Diferencia.

- La operación aritmética siguiente, inversa de la suma, es **la Resta**.
- Es posible entre números naturales, solo cuando el **minuendo** es mayor que el **sustraendo**:

$$28 - 17 = 11$$

$$714 - 93 = 621$$

$$86512 - 5724 = 80788 \dots \text{Etc.}$$

- Pero si se pretende hacer una resta en la que el **minuendo sea menor que el sustraendo**, comprobamos que **no** existe solución dentro de los números naturales.

$$7 - 11 = ?$$

$$56 - 64 = ?$$

$$590 - 720 = ?$$

- Para hacer posible estas operaciones, se convino en hacer las restas “**al derecho**” y colocar adelante del resultado un **signo menos (-)** :

$$7 - 11 = - 4$$

$$56 - 64 = - 8$$

$$590 - 720 = - 130$$



- Se crearon así los “ **Números Negativos** “, otro conjunto infinito, que junto con los Números Naturales, permitieron resolver la resta en casi todos los casos.

- Faltaba aún dar solución a las restas en las que el minuendo y el sustraendo fuesen iguales:

$$45 - 45 = ?$$

$$112 - 112 = ?$$

$$1150 - 1150 = ?$$

- Para esto se introdujo el **cero** (**0**), que juntamente con los números naturales y los negativos, permitieron dar solución a la resta en cualquier circunstancia:

$$45 - 45 = 0$$

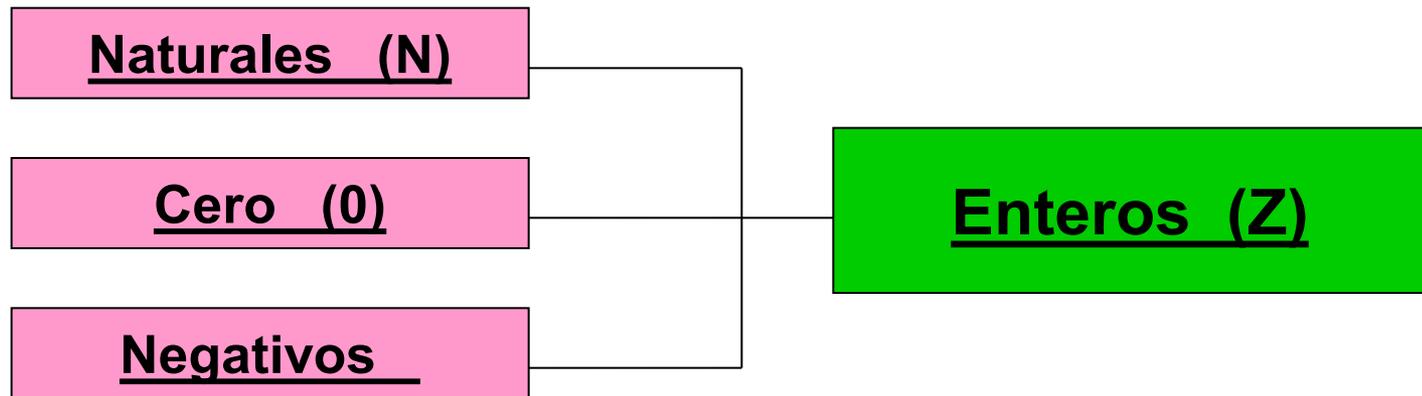
$$112 - 112 = 0$$

$$1150 - 1150 = 0$$



En consecuencia, la primera “ampliación numérica” se hizo para resolver la resta imposible.

El nuevo conjunto se llama: “Números Enteros” (Z)



Algunos autores suelen llamar a los números naturales “enteros positivos”. Si también se incluye el “0”, el conjunto a veces se nombra como “no negativos”

Consideraciones generales

- A esta altura de la presentación es necesario destacar que:
- El signo menos (-) señala tanto la operación aritmética “**resta**”, como el carácter de un número como **negativo**.
- Debe quedar claro que ambos significados son realmente **distintos**, si bien pueden tener algunos puntos de contacto (que nos lleven a error).
- En efecto, una cosa es plantear la operación **resta** y otra diferente es señalar un número como **negativo**.
- Se puede considerar al número entero como formado por un número **natural** al que se le antepone un **signo**:
 - Números positivos:** +1; +2; +3; . . . +114; . . . +5632; . . . etc.
 - Números negativos:** -1; -2; -3; . . . -169; . . . -2478; . . . etc.
 - El número cero (0):** no tiene signo
- Al número natural, independiente del signo, se le llama “**valor absoluto**” .
- Se definen además como “**números opuestos**” a aquellos que tienen igual valor absoluto y signos contrarios: 8 y -8; -112 y 112; 920 y -920
- Por convención los números **positivos o naturales** se escriben habitualmente, sin el signo + .



Consideraciones generales

- Para aclarar conceptos se recuerdan las reglas para supresión de paréntesis:

Si están precedidos por el signo $+$, los paréntesis pueden suprimirse directamente y se dejan sin variar los signos de los términos interiores.

Si en cambio antecede al paréntesis el signo $-$, al suprimirlos deben cambiarse todos los signos de los términos contenidos.

- Se recuerdan asimismo las **reglas prácticas** para sumar números enteros:

Para sumar dos enteros del mismo signo, se deja ese signo y se suman los valores absolutos:

$$(+27) + (+9) = 27 + 9 = 36$$

$$(-27) + (-9) = -27 - 9 = -36$$

Para sumar dos enteros de diferente signo, se restan, en valor absoluto, el menor del mayor de ellos y se coloca el signo del mayor:

$$(-27) + (+9) = -27 + 9 = -18$$

$$(27) + (-9) = 27 - 9 = 18$$

- La regla práctica para restar números enteros es suprimir paréntesis y luego operar en forma normal, como se indica en los ejemplos siguientes:

$$\begin{array}{ll} : & +27 - (+9) = 27 - 9 = 18; & +63 - (+80) = 63 - 80 = -17 \\ & -27 - (-9) = -27 + 9 = -18; & -63 - (-80) = -63 + 80 = 17 \\ & +27 - (-9) = 27 + 9 = 36; & +63 - (-80) = 63 + 80 = 143 \\ & -27 - (+9) = -27 - 9 = -36; & -63 - (+80) = -63 - 80 = -143 \end{array}$$



Consideraciones generales

- Recordemos que se llama “**Suma Algebraica**” a una sucesión de sumas y restas, por ejemplo:

$$17 + 25 - 38 - (12 + 5) + (22 - 15) + 45 =$$

- Una forma de resolverla es:

1º) Suprimir todos los paréntesis de acuerdo con las reglas

2º) Sumar todos los términos positivos

3º) Sumar todos los términos negativos

4º) Operar con los resultados de acuerdo con las reglas vistas.

$$\begin{aligned} 17 + 25 - 38 - 12 - 5 + 22 - 15 + 45 &= \\ (17 + 25 + 22 + 45) - (38 + 12 + 5 + 15) &= \\ 109 - 70 &= 39 \end{aligned}$$

- Otro ejemplo:

$$\begin{aligned} (100 - 250) - (-25 - 8) - 30 + 10 &= \\ 100 - 250 + 25 + 8 - 30 + 10 &= \\ (100 + 25 + 8 + 10) - (250 + 30) &= \\ 143 - 280 &= -137 \end{aligned}$$



Multiplicación ó Producto.

- Con los **Números Enteros** siempre es posible efectuar, sin dificultades, la siguiente operación aritmética directa: **la Multiplicación**
- A lo sumo se debe introducir la adecuada regla de los signos:

- **Recordemos que $(+) \cdot (+) = (+)$; $(-) \cdot (-) = (+)$ y $(+) \cdot (-) = (-)$**

$$9 \cdot 7 = 63$$

$$125 \cdot 48 = 6000$$

$$-9 \cdot -7 = 63$$

$$-125 \cdot -48 = 6000$$

$$-9 \cdot 7 = -63$$

$$-125 \cdot 48 = -6000$$

$$9 \cdot -7 = -63$$

$$125 \cdot -48 = -6000$$

- Además, siempre, cualquier número multiplicado por cero es cero:

$$28 \cdot 0 = 0$$

$$1589 \cdot 0 = 0$$

$$Z \cdot 0 = 0$$

- **Tampoco hay en esta operación directa, ninguna dificultad.**



División ó Cociente.

- La operación aritmética siguiente, inversa de la multiplicación, es la **División**. Ella solo es posible entre números enteros, cuando el resultado es un **cociente exacto**.
- En efecto: $20 / 4 = 5$ porque $5 \cdot 4 = 20$
 $63 / 9 = 7$ porque $7 \cdot 9 = 63$
 $-120 / 4 = -30$ porque $-30 \cdot 4 = -120 \dots \text{etc.} \dots \text{etc.}$

Recordemos que la “regla de los signos” es la misma que para el producto.

- Pero para algunas divisiones no hay un cociente exacto, por ejemplo:
 $20 / 3 \neq 6$ porque $6 \cdot 3 = 18 \neq 20$ y además:
 $20 / 3 \neq 7$ porque $7 \cdot 3 = 21 \neq 20$
- Como vemos **no existe un número entero** que satisfaga el cociente **20 / 3**

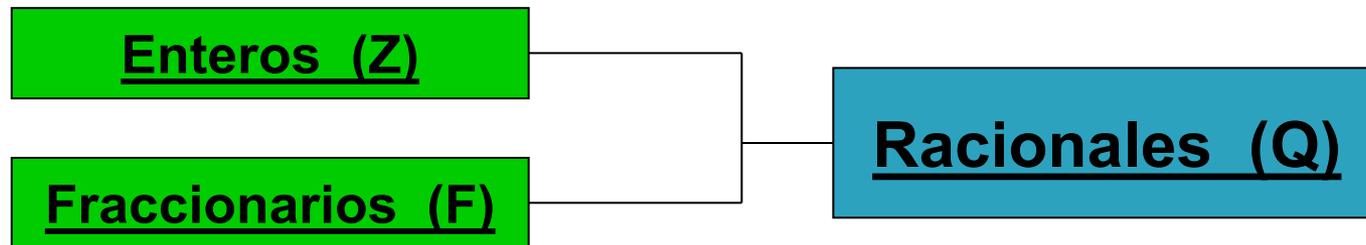


- Podrían darse infinitos casos, como el planteado, de cocientes que **no tienen resultado en el campo de los números enteros**.
- Para hacer posible estas operaciones, se convino en **dejar el cociente indicado** y darle la categoría de número.
- Así la división planteada $20 / 3 = 20/3$, pasa a tener solución con esta nueva **ampliación** de los campos numéricos. El cociente imposible entre enteros: 20 dividido 3, tiene ahora solución con la **fracción 20/3** , que puede leerse como : **veinte tercios**
- Se crearon así los” **Números Fraccionarios**”, otro conjunto infinito, que junto con los Números Enteros, permiten **resolver el cociente en casi todos los casos**.
- En general entonces, el **número fraccionario** (o simplemente **fracción**), tendrá la forma a/b , en donde tanto “a” como “b” son números **enteros cualesquiera**, tanto naturales positivos, como negativos.



En consecuencia, la segunda "ampliación numérica" se hizo para resolver la División ó Cociente imposible.

El nuevo conjunto se llama: "Números Racionales" (Q)



Se debe aclarar que el nombre de "**racionales**", proviene del **concepto matemático** de la palabra "**razón**" como sinónimo de "relación" ; "división" o "cociente y no tiene nada que ver con la facultad de razonar, discutir o juzgar.

- En la fracción a/b , el entero “a” (superior), se denomina “**numerador**” y el “b” (inferior), se llama “**denominador**”.

“a” puede también valer cero. En ese caso la fracción vale cero con cualquier denominador:

$$0/b = 0$$

- En cambio el denominador de la fracción, “ b ” **nunca puede valer “ 0 ”**.
- En efecto, si por ejemplo el número entero 48 se quisiera dividir por “0” y el resultado fuese un número cualquiera “ k “, se tendría:
$$48 / 0 = k .$$
- Entonces por definición debería ser $k \cdot 0 = 48$, lo cual es un **absurdo**.

Como la demostración se puede repetir para cualquier número, puede decirse que queda *absolutamente excluída la división por “0”*.

Esta última afirmación, debe ser tenida muy en cuenta.



Consideraciones Generales

- Las fracciones ordinarias a/b pueden ser:

propias, cuando $a < b$, o sea que $a/b < 1$. Ej. $3/5$; $2/3$; $11/15$; $-5/9$; etc.

impropias, cuando $a > b$, o sea que $a/b > 1$. Ej. $7/3$; $9/13$; $7/2$; $-15/17$; etc.

aparentes, cuando parecen ser fracciones, pero en realidad son enteros, pues el cociente a/b es inmediato. Ej. $2/2$; $10/2$; $7/7$; $15/5$; etc.

- Se denominan **fracciones decimales** a aquellas de la forma a/b , cuyo denominador es, en todos los casos, la unidad seguida de ceros: 10; 100; 1000; 10000; . . .etc., siendo nombradas respectivamente como: **décimos**; **centésimos**; **milésimos**; **diezmilésimos**; . . .etc.

- Por convención, para escribir una fracción decimal, se anota el numerador. Luego contando a partir de la derecha y hacia la izquierda, tantos lugares como ceros tenga el denominador, se coloca la coma decimal que la separa de la parte entera. Ejemplos:

$2/10 = 0,2$	$25/10 = 2,5$	$425/10 = 42,5$	$5284/10 = 528,4$
$2/100 = 0,02$	$25/100 = 0,25$	$425/100 = 4,25$	$5284/100 = 52,84$
$2/1000 = 0,002$	$25/1000 = 0,025$	$425/1000 = 0,425$	$5284/1000 = 5,284$
$2/10000 = 0,0002$	$25/10000 = 0,0025$	$425/10000 = 0,0425$	$5284/10000 = 0,5284$



- Ejemplos de **números fraccionarios** son:

$$1/2; 2/3; 3/4; -5/8; -12/63; 17/-3; -27/5; 1/-7 \dots \text{etc.}$$

- Como se dijo, tanto el numerador como el denominador, pueden ser cualquier entero positivo o negativo, pero por convención se le adjudica a la fracción el signo que resulta de aplicar la “regla de los signos”, ya vista.

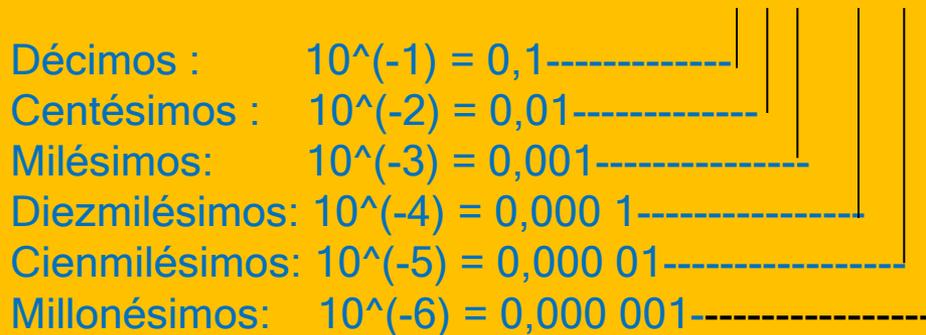
- **Señalemos que:** cualquier número entero puede escribirse en la forma de fracción, simplemente colocando como denominador la unidad:

$$9 = 9/1; \quad -14 = -14/1; \quad 29 = 29/1; \quad 742 = 742/1 \dots \text{etc.}$$

- De lo anterior debe quedar claro que un número racional es de la forma a/b , siendo a y b números enteros cualesquiera y con la única condición de que debe ser $b \neq 0$.

- Los enteros positivos y los negativos, quedan incluidos en los racionales con la fracción $a/1$. El cero también se expresa en forma racional como $0/b = 0$.





Sistema Decimal de Posición (base 10)

Consideraciones Generales

- Destacamos que las fracciones decimales, escritas en la forma vista, constituyen los tan comunes y familiares **Números Decimales**

No debe interpretarse lo anterior como que los números decimales son una nueva ampliación numérica. Simplemente consisten en una forma cómoda y convencional de escribir los números racionales.

- Todo número racional puede expresarse como un número decimal. Para ello basta con dividir el numerador por el denominador en la forma conocida, ya sea en forma manual o usando una calculadora.

- Al hacer las operaciones, se obtienen dos tipos de resultados decimales diferentes.

- En algunos casos la conversión resulta en un número que tiene una cantidad limitada (o finita) de cifras decimales. Estos se llaman decimales finitos:

$$\frac{1}{2} = 0,5$$

$$\frac{11}{4} = 2,75$$

$$-\frac{1}{32} = -0,03125$$

$$\frac{53}{16} = 3,3125$$

$$\frac{1}{4} = 0,25$$

$$\frac{27}{100} = 0,27$$

$$-\frac{3}{4} = -0,75$$

$$\frac{9}{64} = 0,140625$$

$$\frac{3}{10} = 0,3$$

$$\frac{5}{2} = 2,5$$

$$\frac{3}{8} = 0,375$$

$$-\frac{7}{35} = -0,2$$

Consideraciones Generales

• En otros casos el resultado de la división tiene la parte decimal formada por infinitas cifras, pero a partir de cierto lugar, un grupo de ellas, llamado período, se repite en forma indefinida y en el mismo orden. Se los conoce como decimales infinitos periódicos (o simplemente decimales periódicos). El período se suele indicar con una barra:

$$1/3 = 0,33333333. . . \text{ (período de una cifra: } 3 \text{)} = 0,3$$

$$37/11 = 3,36363636. . . \text{ (período de dos cifras: } 36 \text{)} = 3,36$$

$$9/7 = 1,285714285714. . . \text{ (período de seis cifras: } 285714 \text{)} = 1,285714$$

$$8/15 = 0,53333333. . . \text{ (un decimal no periódico y el período de una cifra: } 3 \text{)} = 0,53$$

$$805/990 = 0,813131313. . . \text{ (un decimal no periódico y un período de dos cifras: } 13 \text{)} = 0,813$$

$$8248866/990 = 82,57123123. . . \text{ (dos cifras enteras, dos decim. no periód. y período de tres cifras: } 123 \text{)}$$

Existen reglas simples y claras para pasar de un decimal periódico a una fracción ordinaria.

• Se puede demostrar en forma rigurosa, que la expresión decimal de todo número fraccionario es o bien un **decimal finito** o sino un **decimal infinito periódico**.

• Recíprocamente, puede demostrarse que, todo decimal finito o todo decimal infinito periódico, es necesariamente la expresión de un **número racional**.



Radicación ó Raíz.

- La operación inversa de la potenciación o potencia, es la radicación o raíz.

Si $a^n = b$, significa que la raíz enésima de b es a : $a = \sqrt[n]{b}$, siendo el índice "n" cualquier número natural (entero positivo) y el radicando "b" un número racional.

$$\begin{array}{l} \sqrt{25} = 5 \text{ y también } \sqrt{25} = -5 \text{ porque } 5^2 = 25 \text{ y } -5^2 = 25 \\ \sqrt{81} = 9 \quad \text{"} \quad \sqrt{81} = -9 \quad \text{"} \quad 9^2 = 81 \text{ y } -9^2 = 81 \\ {}^3\sqrt{27} = 3 \quad \text{solamente} \quad \text{"} \quad 3^3 = 27 \\ {}^4\sqrt{625} = 5 \text{ y también } {}^4\sqrt{625} = -5 \quad \text{"} \quad 5^4 = 625 \text{ y } -5^4 = 625 \end{array}$$

- Las raíces de índice par tienen dos soluciones en el campo racional, mientras que las de índice impar solo tienen un resultado.
- Si el índice de una raíz es 2, la raíz se llama cuadrada, si el índice es 3 cúbica, si el índice es 4 cuarta, etc. Nos referiremos por comodidad solo a las raíces cuadradas, pero los razonamientos valen para cualquier índice.
- Las raíces de números que son cuadrados perfectos son por supuesto, números racionales.
- Pero las raíces cuadradas de números que no son cuadrados perfectos se puede demostrar que no son racionales.



- En efecto, si intentáramos hallar la $\sqrt{2}$ por aproximaciones sucesivas, utilizando números decimales, podríamos comprobar que por mas que agreguemos cifras decimales de orden superior, no encontraríamos un valor tal que multiplicado por sí mismo, de por resultado exactamente 2.

Así se obtendrían sucesivamente valores por debajo y por encima de 2:

$$1,41^2 = 1,9881$$

$$1,415^2 = 2,002225$$

$$1,414^2 = 1,999396$$

$$1,4143^2 = 2,00024449$$

$$1,4142^2 = 1,99996164$$

$$1,41422^2 = 2.000018208 \quad \dots$$

$$1,414213562^2 = 1,999999999$$

$$1,414213563^2 = 2,000000002$$

Se podría seguir agregando decimales, (y así se hizo históricamente), pero independientemente de lo tedioso que resulte, jamás se encontrará el número decimal buscado. Lo que sí se obtiene es un número decimal infinito, en el que no se detecta la aparición de un período o grupo de cifras que se repita.

Anteriormente hemos afirmado y demostrado que un número racional únicamente puede expresarse como un decimal finito o un decimal infinito periódico.

- En consecuencia debe quedar claro que un **número decimal infinito y no periódico no es un número racional.**



- Podrían darse infinitos casos como el analizado, de raíces que no tienen resultado racional.

$$\sqrt{23}; \quad \sqrt{85}; \quad \sqrt{113}; \quad 3\sqrt{83}; \quad -\sqrt{415}; \quad -\sqrt{5348}; \quad 4\sqrt{29}; \dots \text{etc.}$$

- Para hacer factible estas operaciones, se convino en dejar el radical indicado y darle la categoría de número:

$$\sqrt{2} = \sqrt{2}, \text{ que como no es racional se lo llamó } \underline{\text{número irracional}}.$$

- Hay que señalar que se debe a los antiguos griegos (400 años A.C), una demostración analítica por “reducción al absurdo”, que prueba, sin lugar a dudas que:

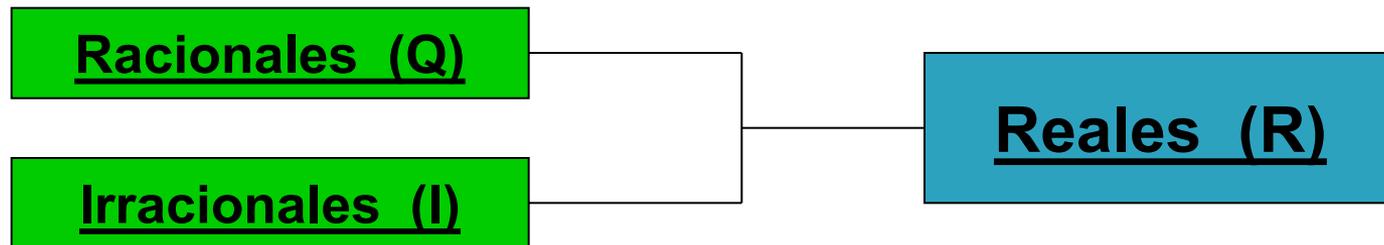
$$\sqrt{2} \text{ no es de la forma } a/b$$

- Omitimos la demostración por claridad, aún que ella avalaría el hecho experimental, que antes presentamos con números decimales.
- Se conocen otros números, que si bien no se obtienen como resultado de intentar encontrar una solución a una raíz genérica, poseen sí infinitos decimales no periódicos. Ejemplos de estos pueden ser el conocido número $\pi = 3,141592654. \dots$, de la geometría y el número $e = 2,718281828. \dots$, base de los logaritmos naturales También ellos se consideran números irracionales.



En consecuencia, la tercera “ampliación numérica” se hizo para resolver la Radicación imposible.

El nuevo conjunto se llama: “Números Reales” (R)



El nombre de “Números Reales” es solo de origen histórico y no debe interpretarse, como “*los únicos con existencia verdadera*”.

Consideraciones Generales

- Al plantear las distintas variantes numéricas en la radicación, se omitió deliberadamente, considerar la posibilidad de tener un índice par y a la vez el radicando negativo.
- Tal combinación no tiene solución en el campo de los números reales.
- En efecto, si consideramos la $\sqrt{-4}$, el resultado no puede ser 2 porque $2^2 = 4$; tampoco será -2 por cuanto $(-2)^2 = 4$ (también positivo).
- Planteamos algunas raíces imposibles en el campo real y utilizamos conocidas reglas del algebra
$$\sqrt{-4} = \sqrt{-1 \cdot 4} = \sqrt{-1} \cdot \sqrt{4} = \sqrt{-1} \cdot 2$$
$$\sqrt{-25} = \sqrt{-1 \cdot 25} = \sqrt{-1} \cdot \sqrt{25} = \sqrt{-1} \cdot 5$$
$$\sqrt{-81} = \sqrt{-1 \cdot 81} = \sqrt{-1} \cdot \sqrt{81} = \sqrt{-1} \cdot 9 \dots \text{etc.etc.} \dots$$

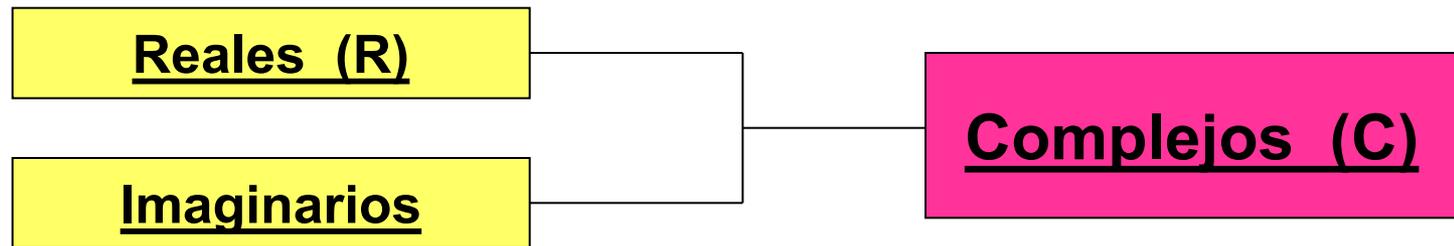
En las expresiones anteriores, hemos partido de infinitas indeterminaciones, pero llegamos en todos los casos a una **única indeterminación** : $\sqrt{-1}$

- Se designa a la expresión $\sqrt{-1}$, con la letra “ i “ , tal que: $i^2 = -1$.
- Este signo se llama **unidad imaginaria**.
- Como consecuencia, los resultados anteriores son respectivamente:
 i^2 ; i^5 ; i^9 ; ...etc...etc. . .llamados **números Imaginarios**



En consecuencia, la cuarta "ampliación numérica" se hizo para resolver la Raíz de índice par, de un N° negativo.

El nuevo conjunto se llama: "Números Complejos" (C)



El término Imaginario, es un nombre histórico poco afortunado, que ha permanecido desde sus orígenes.

Por otra parte, todos los números introducidos, tanto los negativos, como los fraccionarios y los irracionales, exigen ser "*imaginados*".

Consideraciones Generales

- Sabemos que todo número positivo tiene dos raíces cuadradas. Con la convención adoptada puede demostrarse que la raíz cuadrada de un negativo no es excepción:
 $\sqrt{-n} = i\sqrt{n}$ y $\sqrt{-n} = -i\sqrt{n}$; llamándose a la positiva, raíz cuadrada principal.
- El **número Complejo** se considera como la asociación de un real y un imaginario, formado por un par ordenado $a ; b$, donde a es la parte real y b es la parte imaginaria.
- Como tanto a como b , tienen sus respectivos signos, se acostumbra usar como separación entre a y b el signo de este último: así en general se anotará: $a + bi$ (también se usa $a + ib$).
- Un real tiene la parte imaginaria nula: $a + 0i$. En un imaginario vale cero la parte real: $0 + bi$.
- Las operaciones aritméticas con números complejos se definen de manera tal que no contradigan la operatoria conocida. No obstante no se profundizan estos temas pues corresponderían a un estudio mas profundo.
- Para finalizar, se puede afirmar que no hay ninguna exigencia matemática que haya hecho necesaria una nueva ampliación de los campos numéricos, mas allá de los Números Complejos.

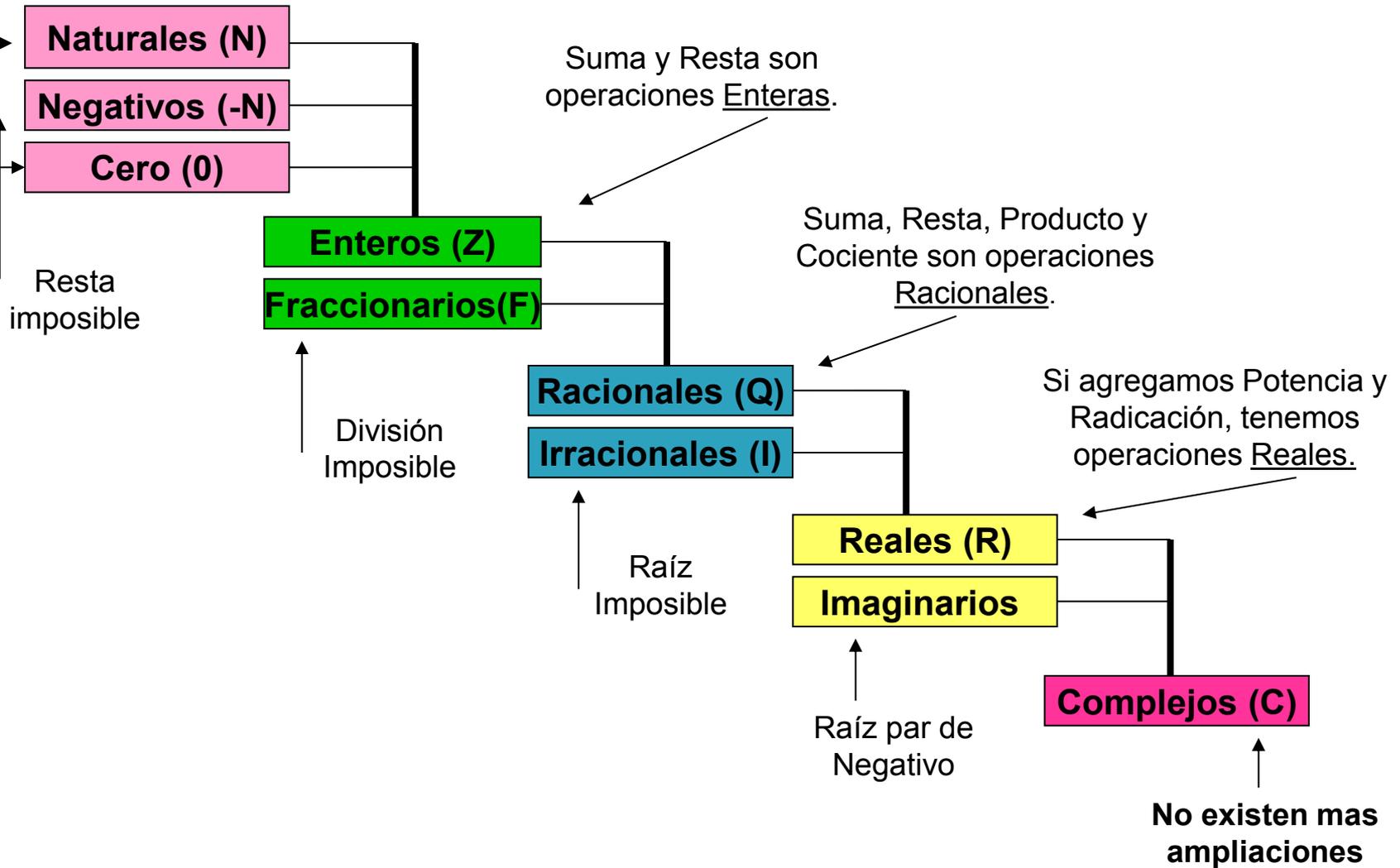


Resumen

- Los números naturales permiten hacer sumas sin dificultad.
La resta, primera operación inversa, resulta imposible en algunos casos. Para hacerla posible se introdujo el cero y los números negativos.
Naturales. cero y negativos. conforman el conjunto de los números enteros.
- Los enteros no ofrecen dificultad para efectuar productos.
El cociente, segunda operación inversa, carece de sentido en muchas circunstancias.
.Las imposibilidades planteadas se resuelven definiendo los números fraccionarios.
Enteros y fraccionarios. originan el nuevo conjunto de los números racionales.
- Con los racionales y algunas reglas algebraicas, se pueden realizar potenciaciones.
La radicación, operación inversa, presenta también imposibilidades. Estas se solucionan con la introducción de los números irracionales.
Racionales e irracionales. forman conjuntamente los números reales.
- Pero la radicación real es imposible, cuando la raíz es de índice par y el radicando es negativo. Para satisfacer la imposibilidad planteada, se crearon los números imaginarios.
Reales e imaginarios. completan el último escalón. formando los números complejos.
- Veamos el esquema general siguiente:



Ampliación de los campos numéricos – Esquema general



Gracias por su atención

Se sugiere hacer comentarios

FIN



Ampliación de los campos numéricos.

Solo esquemas sin explicación

Ing. Arturo Gustavo Tajani



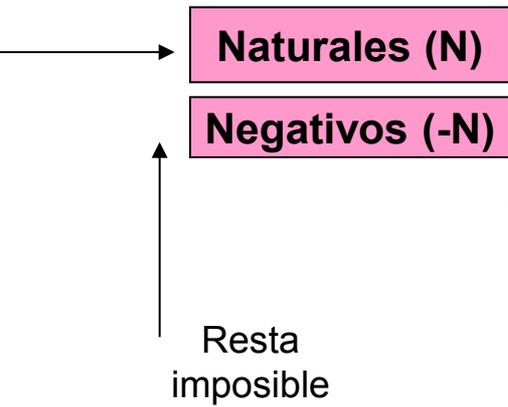
Ampliación de los campos numéricos – Esquema general



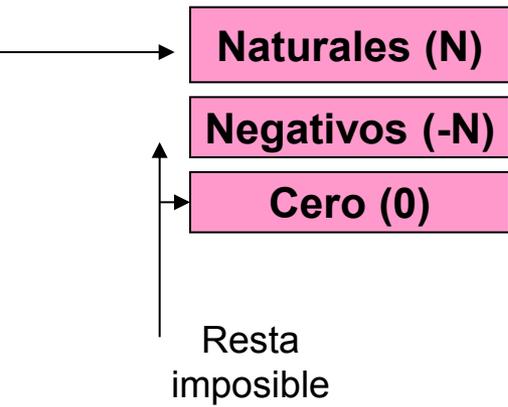
Naturales (N)



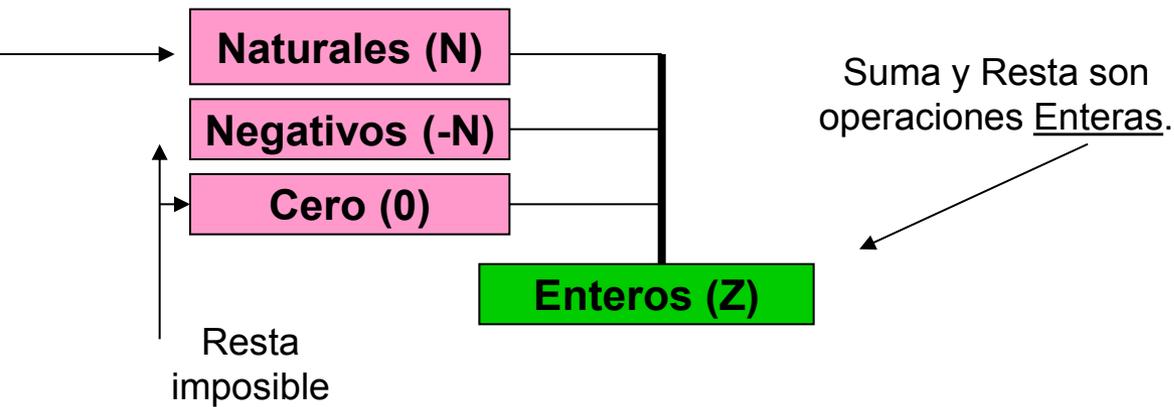
Ampliación de los campos numéricos – Esquema general



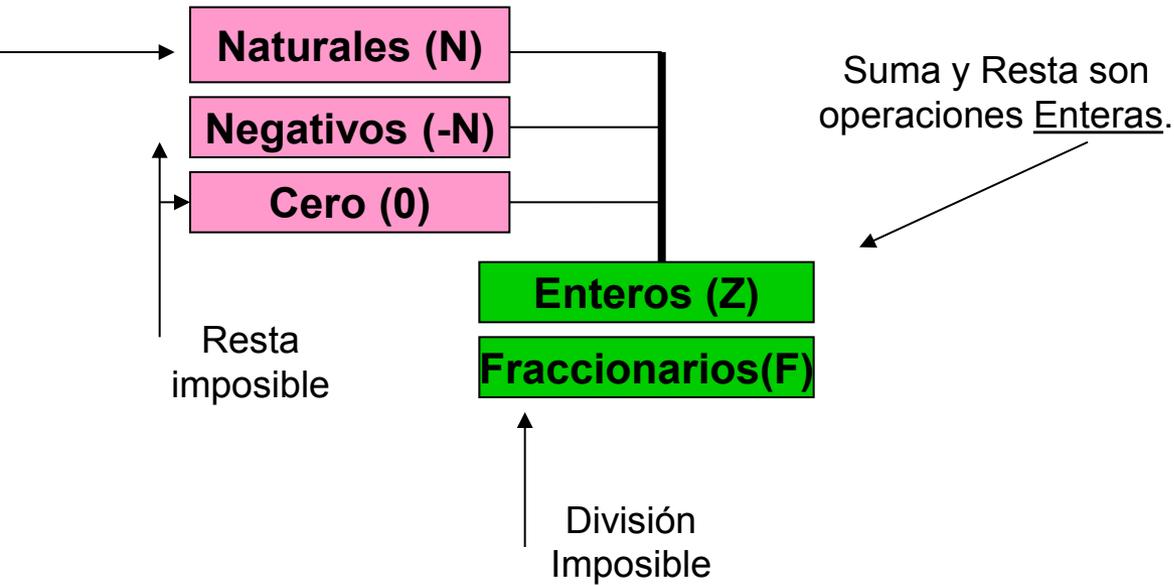
Ampliación de los campos numéricos – Esquema general



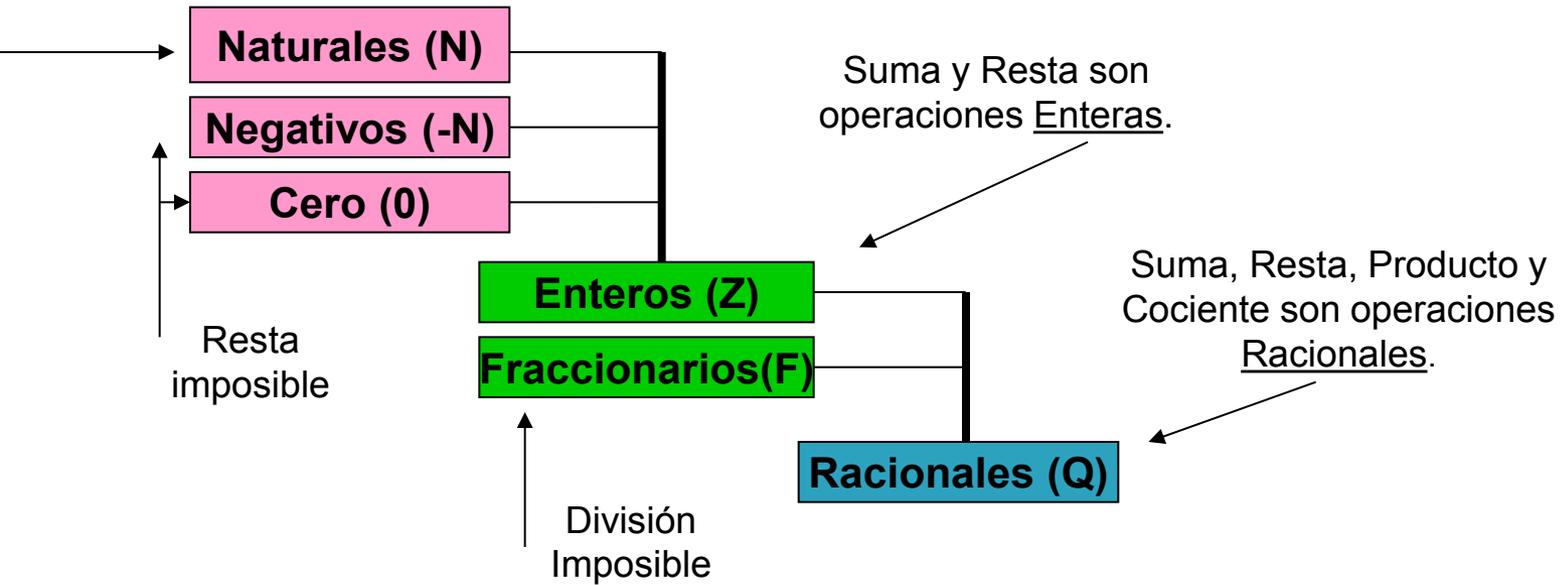
Ampliación de los campos numéricos – Esquema general



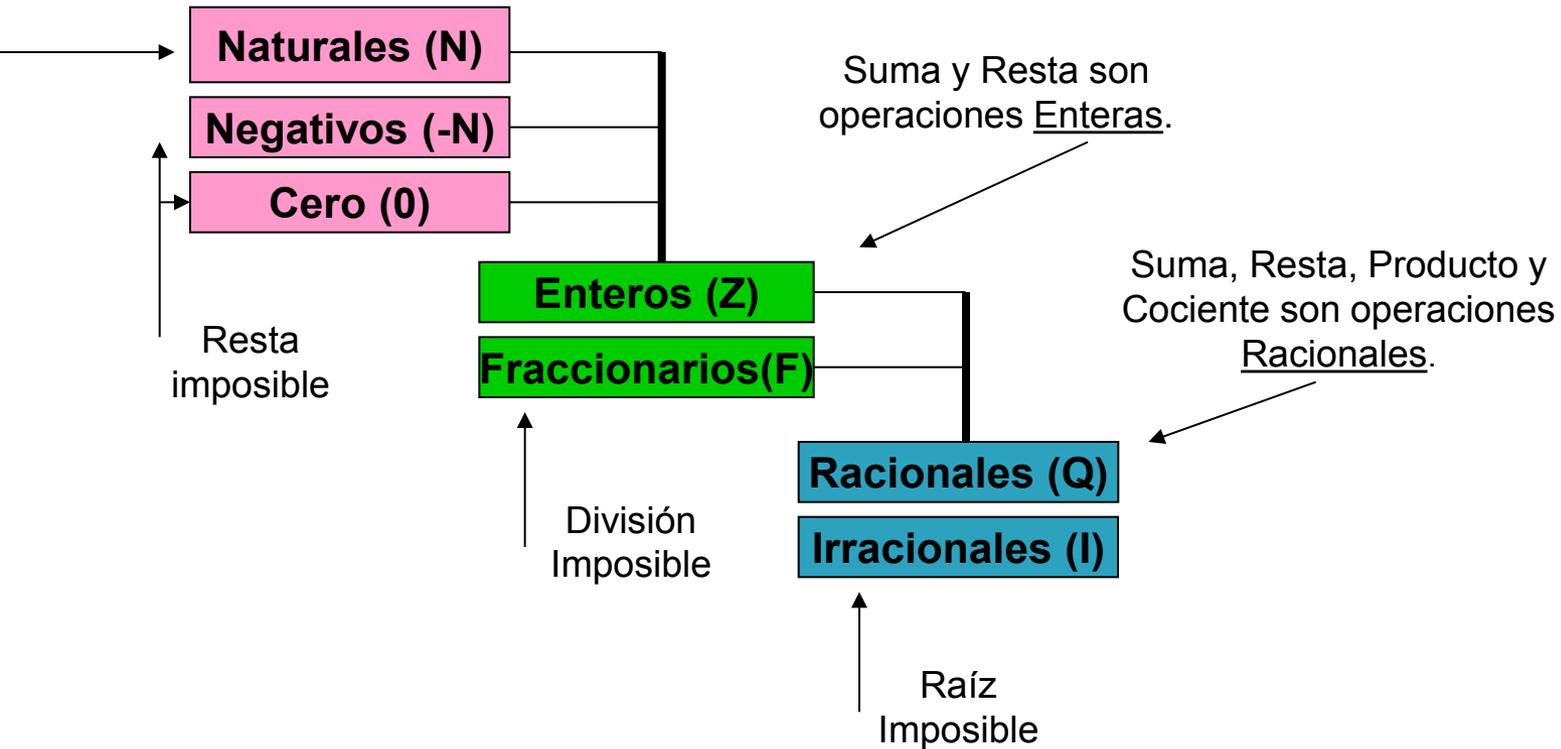
Ampliación de los campos numéricos – Esquema general



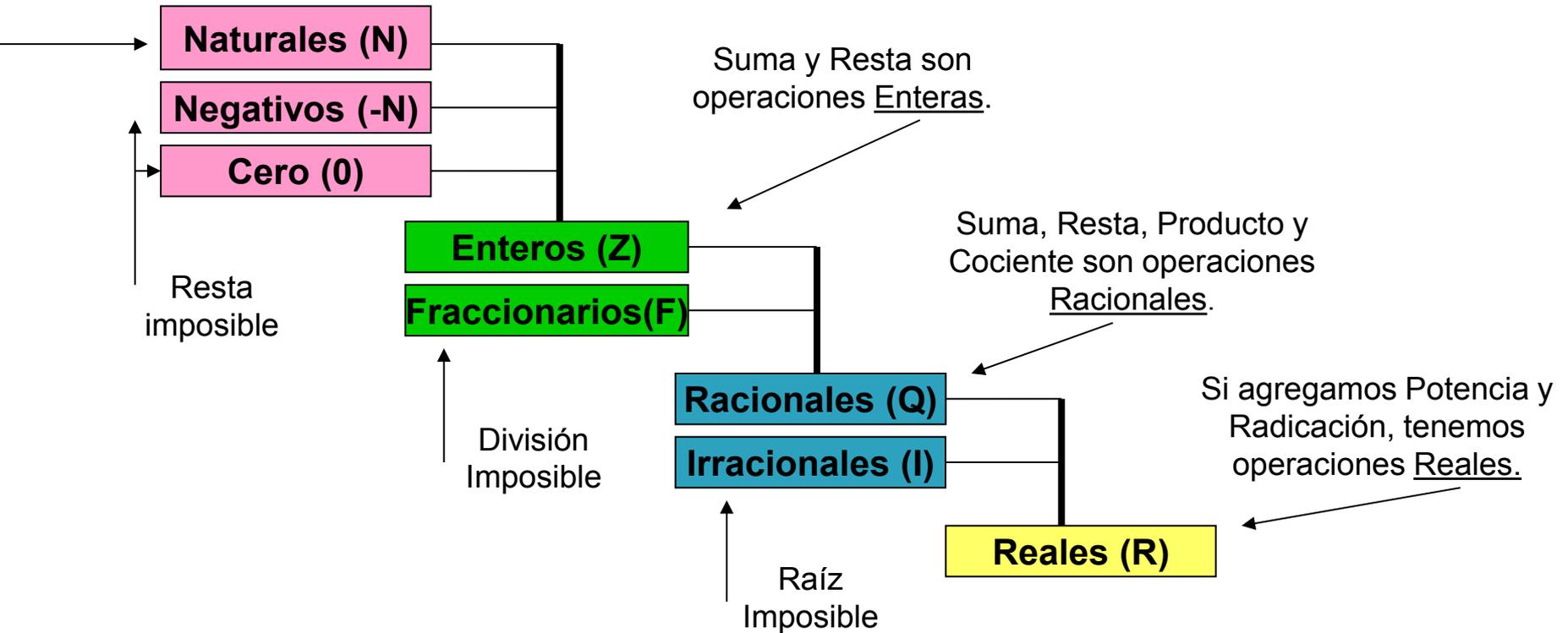
Ampliación de los campos numéricos – Esquema general



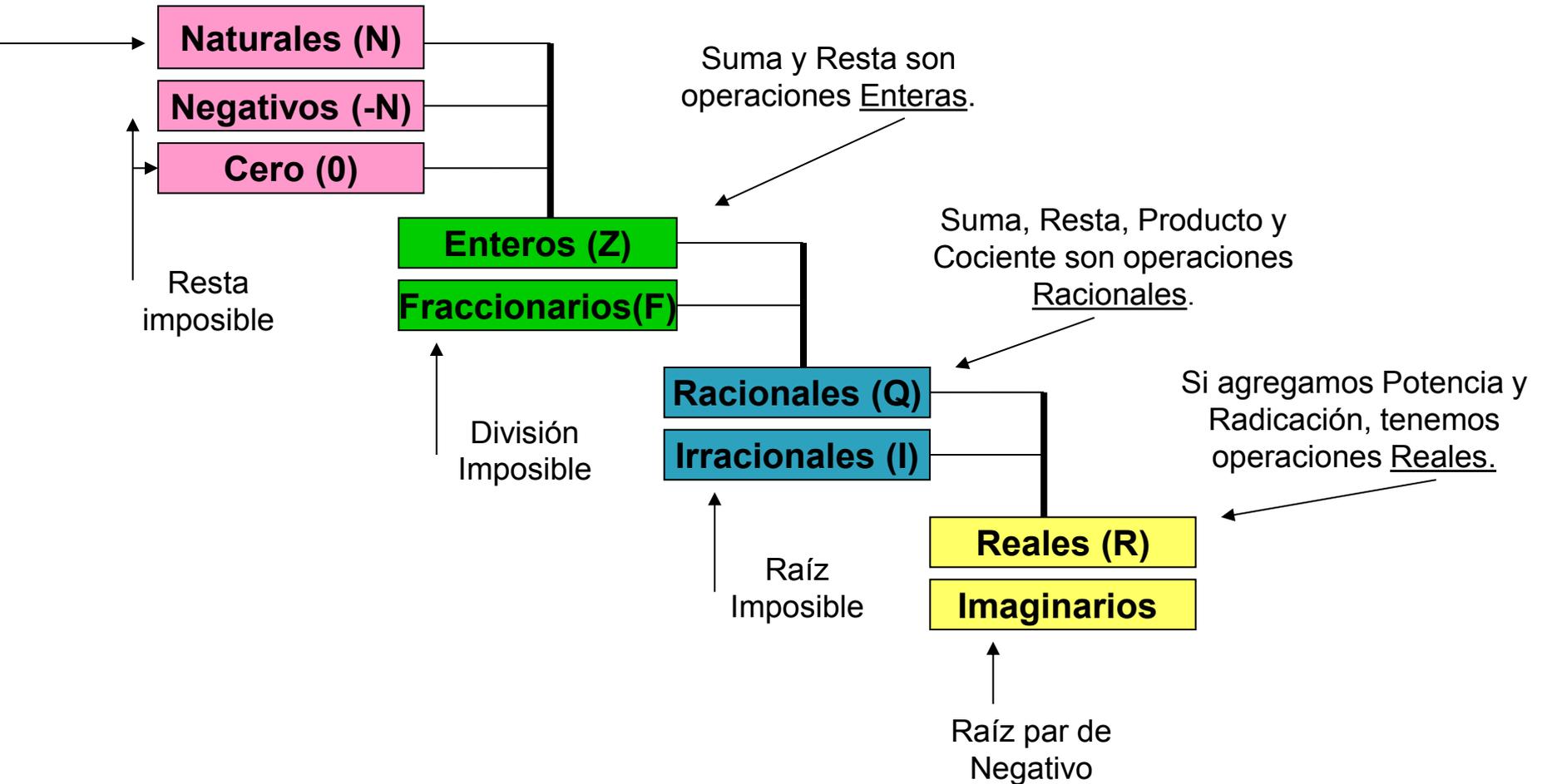
Ampliación de los campos numéricos – Esquema general



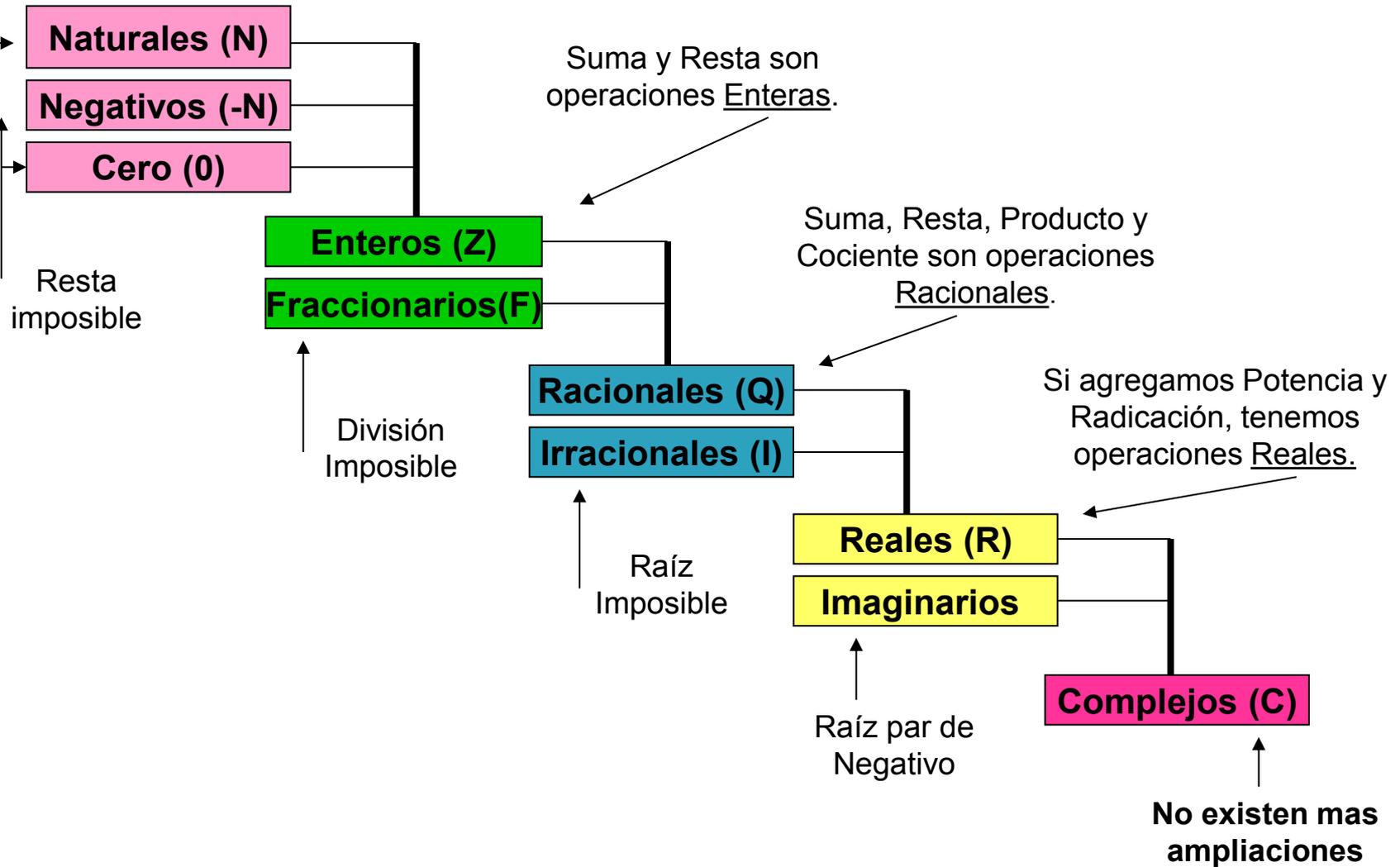
Ampliación de los campos numéricos – Esquema general



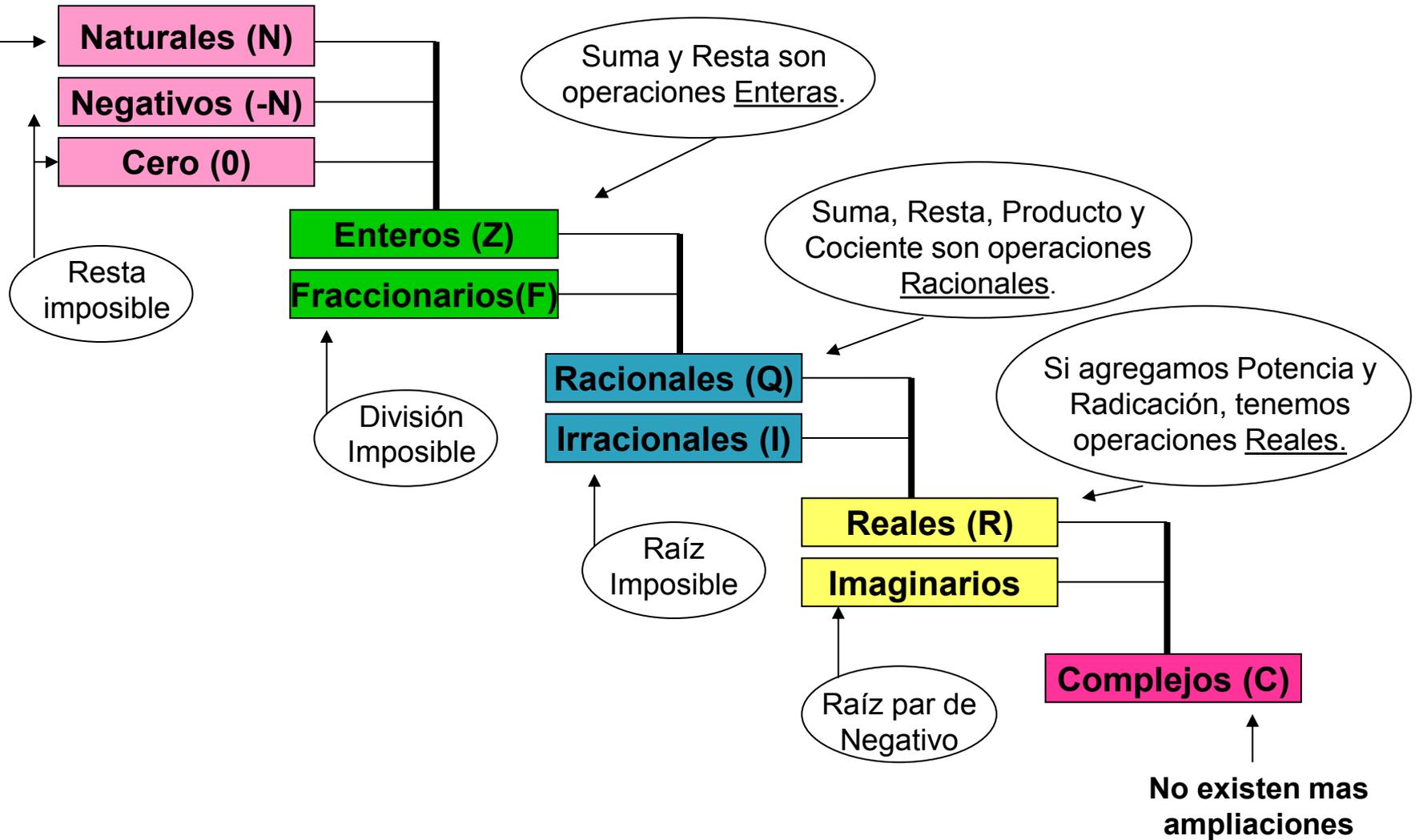
Ampliación de los campos numéricos – Esquema general



Ampliación de los campos numéricos – Esquema general



Ampliación de los campos numéricos – Esquema general



Gracias por su atención

Se sugiere hacer comentarios

FIN