|  |  |
| --- | --- |
| Título del guion | Razones trigonométricas |
| Código del guion | MA\_10\_03\_CO |
| Descripción | ¿Sabes qué es la trigonometría? Aprende qué son el seno, el coseno y la tangente de un ángulo y resuelve problemas que implican el uso de triángulos. |

[SECCIÓN 1] 1. **Razones trigonométricas**

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | La razón es el cociente indicado entre dos cantidades y con , Se escribe o y se lee *a*es a *b* |

Las razones son usadas en diversas áreas, tal es el caso de la trigonometría.

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Trigonometría** |
| **Contenido** | La palabra Trigonometría tiene raíces griegas, *trígono* significa triángulo y *metria* significa medida, por ello se adoptó este nombre para el estudio de las relaciones matemáticas entre las longitudes de los lados de un triángulo y las amplitudes de sus ángulos, de manera que es posible calcular medidas a partir de otras.  Dominar la trigonometría resulta útil para resolver problemas geométricos, como calcular la altura de una montaña o el ángulo más adecuado para construir una rampa, además de muchas otras utilidades aplicadas a la física, la astronomía, la navegación, la ingeniería, las telecomunicaciones y, en definitiva, las más variadas especialidades científicas y técnicas. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG01 |
| **Descripción** | Una de las aplicaciones de la trigonometría. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | <http://profejosedavid.blogspot.com/2011/09/problema-aplicado-resuelto-1.html>  http://2.bp.blogspot.com/-uVyDVr2ML1w/TnehG1QcLuI/AAAAAAAAAFY/WOGr7ryhFJg/s1600/FaroBarco02.jpg |
| **Pie de imagen** | La identificación de distancias para los antiguos navegantes fue una prioridad que pudo ser solventada con el uso de la trigonometría y el método de triangulación. |

El estudio de las razones trigonométricas se basa en la semejanza de triángulos. Se dice que dos triángulos son semejantes entre sí cuando sus ángulos son iguales y sus lados correspondientes son proporcionales.

[SECCIÓN 2] **1.1 Razones trigonométricas en triángulos rectángulos**

En el caso de los triángulos rectángulos, son semejantes cuando tienen un ángulo agudo igual.

Supongamos que se tienen dos triángulos rectángulos con un par de ángulos agudos congruentes como los que se presentan en la siguiente imagen.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG02 |
| **Descripción** | Sin importar su tamaño la medida de estos triángulos entre si es proporcional |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | Sin importar su tamaño la medida de estos triángulos entre si es proporcional, por ello los triángulos *ABC* Y *A’B’ C’* son semejantes entre sí. |

Por semejanza de triángulos se tiene

Entonces

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | **Propiedad fundamental de las proporciones**  Para toda proporción, el producto de los medios es igual al producto de los extremos.  Si con *b, d* ≠ 0, entonces |

De estas igualdades se deduce que:

Es decir que la razón no depende de la longitud de los lados del triángulo.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG03 |
| **Descripción** | Triangulo rectángulo, con el nombre que se otorga a cada uno de sus lados. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_img6_zoom.jpg |
| **Pie de imagen** | Los lados del triángulo rectángulo se nombran en función de su ubicación respecto al ángulo α. El lado *a* es la hipotenusa, el lado *b* es el cateto opuesto y el lado *c* es el cateto adyacente. |

* El **seno** del ángulo *α* es el cociente entre la longitud del **cateto opuesto** al ángulo *α* y la longitud de la **hipotenusa**. De forma abreviada se escribe sen α.

.

* El **coseno** del ángulo *α* es el cociente entre la longitud del **cateto adyacente** al ángulo *α* y la longitud de la **hipotenusa**. De forma abreviada, se escribe cos *α.*

La **tangente** del ángulo *α* es el cociente entre el **cateto opuesto** al ángulo *α* y el **cateto adyacente** al mismo. De forma abreviada, se escribe: **tan *α***.

Las **razones inversas** a las anteriores son las siguientes:

La cosecante es el inverso del seno, la secante es el inverso del coseno y la cotangente es el inverso de la tangente.

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | No hay que confundir las **razones inversas** con las **funciones inversas.** |

Calculemos, por ejemplo, las razones trigonométricas de los ángulos agudos *α* y *β*, del triángulo rectángulo *ABC* de la siguiente ilustración:

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG04 |
| **Descripción** | Triángulo rectángulo con la medida de sus catetos e hipotenusa. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_img7_zoom.jpg |
| **Pie de imagen** | Triángulo rectángulo con la medida de sus catetos e hipotenusa. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | El seno y el coseno de un ángulo agudo son siempre menores que 1. Esto sucede porque la hipotenusa siempre es mayor que cualquiera de sus catetos. |

Los valores de las razones trigonométricas son:

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG05 |
| **Descripción** | Descripción numérica de los valores de las razones trigonométricas. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | Valores de las razones trigonométricas. |

Hay que tener en cuenta que, mientras que el cateto opuesto al ángulo *α* es el lado *CA*, el cateto opuesto al ángulo *β* es *BA*.

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Razón trigonométrica** |
| **Contenido** | Es el cociente entre las longitudes de dos lados de un triángulo rectángulo. |

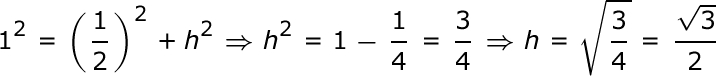
|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Ángulos notables** |
| **Contenido** | Los triángulos rectángulos cuyos ángulos agudos son 30°, 45° o 60° son muy frecuentes en geometría, por eso también son conocidos como ángulos notables. |

[SECCIÓN 3] **1.1.1 Razones trigonométricas para ángulos de 30°**

Se considera un triángulo equilátero de lados iguales a la unidad. La altura lo divide en dos triángulos rectángulos iguales, cada uno de ellos con ángulos agudos de 30° y 60°:

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG06 |
| **Descripción** | Uso del triángulo rectángulo en el uso de las razones trigonométricas. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_img17_small.jpg |
| **Pie de imagen** | Observa que la altura de este triángulo equilátero divide al mismo en dos triángulos rectángulos cuyos lados miden 1, ½ y *h*. |

Calculamos la altura *h* del triángulo, mediante el teorema de Pitágoras:



Para el ángulo de , se utiliza:

[SECCIÓN 3] **1.1.2 Razones trigonométricas para ángulos de 45°**

Tomamos un cuadrado de lado 1 y, con la ayuda del teorema de Pitágoras, calculamos su diagonal *d*:

http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_formula12.gif

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG07 |
| **Descripción** | Relación del cuadrado con el triángulo rectángulo. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_img16_zoom.jpg |
| **Pie de imagen** | Observa que la **diagonal** divide el **cuadrado** en dos triángulos rectángulos isósceles iguales, cuyos ángulos agudos miden 45°. |

Puesto que sabemos que los catetos miden 1 y la diagonal mide la raíz cuadrada de 2, podemos calcular las razones trigonométricas del ángulo de 45°:

SECCIÓN 3] **1.1.3 Razones trigonométricas para ángulos de 60°**

Para el ángulo de , se tiene:

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_REC10 |
| **Título** | Razones trigonométricas inversas del ángulo de 60° |
| **Descripción** | Relaciona las razones inversas del ángulo de medida con sus respectivos valores |

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Razones trigonométricas** |
| **Contenido** | Se definen las razones trigonométricas en un triángulo rectángulo para cada uno de sus ángulos agudos de la siguiente manera:  http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_formula7.gif  http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_formula8.gif      http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_formula10.gif  http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_formula10.gif  Así mismo se tiene:   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | |  |  |  |  | |  |  |  |  | | cos |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |  |  |  |  | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_REC20 |
| **Título** | Definición de razones trigonométricas |
| **Descripción** | Relacionar como se definen cada una de las razones trigonométricas a partir de un triángulo rectángulo |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_REC30 |
| **Título** | Razones trigonométricas |
| **Descripción** | Determina las razones trigonométricas de algunos triángulos rectángulos |

[SECCIÓN 2] **1.2 Consolidación**

Actividades para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_REC40 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: Razones trigonométricas |
| **Descripción** | Determina las razones trigonométricas de algunos triángulos rectángulos |

SECCIÓN 1] **2 Resolución de triángulos rectángulos**

**Resolver un triángulo rectángulo** significa hallar los elementos desconocidos (la longitud de los lados y/o la amplitud de los ángulos) a partir de otros elementos conocidos.

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | Para resolver triángulos rectángulos, se debe tener en cuenta lo siguiente:   * Siempre se conoce uno de sus ángulos, el **ángulo recto.** * Las longitudes de los lados se relacionan mediante el **teorema de Pitágoras**. * Los dos ángulos agudos son **complementarios**. |

Para poder resolver triángulos rectángulos, es necesario conocer **dos lados** del triángulo o bien, **un lado y un ángulo** distinto del recto. Por tanto, podemos distinguir diferentes procedimientos de resolución, en función de que los elementos conocidos sean:

* Los dos catetos.
* Un cateto y la hipotenusa.
* Un lado y un ángulo no recto.

[SECCIÓN 2] **2.1 Resolución de un triángulo rectángulo cuando se conocen un lado y un ángulo agudo**

Para aprender el procedimiento de resolución, se puede analizar el siguiente ejemplo:

Si se quiere calcular la altura de una torre, sabiendo que cuando nos separamos 30 metros de su base, vemos la punta del campanario bajo un ángulo de 60°.

El ejercicio se resuelve siguiendo los siguientes pasos:

1. Se identifican los datos. Para ello, se hace un esquema y se nota que:

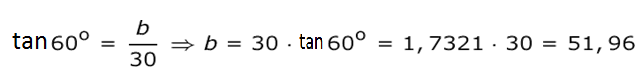
|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG08 |
| **Descripción** | Triangulación. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_img27_zoom.jpg |
| **Pie de imagen** | Dibujamos un esquema del problema y, al lado, el triángulo rectángulo que esquematiza la situación. |

La distancia que separa al observador de la base es igual al cateto adyacente.

1. Se identifican las incógnitas:

La altura de la torre es igual al cateto opuesto al ángulo de 60°.

1. Se utiliza una de las razones trigonométricas para calcular uno de los lados del triángulo rectángulo (el lado *b*, que coincide con la altura de la torre):



El resultado es que la torre tiene una altura de 51,96 m.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_REC50 |
| **Título** | Resolución de un triángulo rectángulo cuando se conoce un cateto y la hipotenusa |
| **Descripción** | Usando las razones trigonométricas pertinentes es posible hallar el valor de la incógnita |

SECCIÓN 2] **2.2 Resolución de un triángulo rectángulo**

Cuando en las situaciones problema se tienen dos longitudes y su solución esta mediada por el uso de razones trigonométricas, se pueden establecer los siguientes casos.

[SECCIÓN 3] **2.2.1 Resolución de un triángulo rectángulo cuando se conocen los dos catetos**

Si se tiene un rectángulo *ABC*, del cual se conoce la longitud de los catetos *b* = 6 cm y *c* = 4 cm. Para ello, se sigue este procedimiento:

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG09 |
| **Descripción** | Triangulo rectángulo dada la medida de sus catetos. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_img25_small.jpg |
| **Pie de imagen** | En el triángulo rectángulo un cateto mide 6 cm y el otro 4 cm. |

1. Se aplica el teorema de Pitágoras para encontrar la longitud de la hipotenusa:

http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_formula24.gif

Se utiliza una de las razones trigonométricas para encontrar uno de los ángulos agudos, en concreto la tangente:

http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_formula25.gif

1. Ahora, se debe hallar un ángulo cuya tangente sea 0,6667. Esto se puede resolver con la ayuda de la calculadora:
   * Se tecleamos el valor 0,6667 y luego SHIFT y TAN. Se obtine 33,6914°.
   * Con la tecla de grados, se pasa dicho valor al sistema sexagesimal:

http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_formula26.gif

.

1. Ahora se calcula el ángulo del vértice *B*:

http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_formula27.gif

Según estos cálculos, en el triángulo *ABC* la hipotenusa mide 7,21 cm, el ángulo *C* mide 33° 41′ 29″ y el ángulo *B* mide 56° 18′ 31″.

SECCIÓN 3] **2.2.2 Resolución de un triángulo rectángulo cuando se conocen un cateto y la hipotenusa**

Si una escalera de 6,5 m de longitud está apoyada sobre la pared. El pie de la escalera dista de la base de la pared 2 m. ¿A qué altura se encuentra apoyada la escalera? ¿Cuál es el valor del ángulo que forma la escalera con la pared?

Para resolver el problema, se sigue el siguiente procedimiento:

1. Se identifican los datos. Para ello, se hace un esquema y se nota que:
   * Longitud de la escalera es igual a la hipotenusa del triángulo rectángulo.
   * Distancia que la separa de la pared es igual al cateto opuesto al ángulo que forma con la pared.
2. Se identifican las incógnitas:
   * Ángulo que forma la escalera con la pared (*β)*.
   * Altura a la que se encuentra apoyada la escalera (cateto adyacente al ángulo *β)*.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG10 |
| **Descripción** | Triangulo rectángulo dada la hipotenusa y un cateto. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_img26_zoom.jpg |
| **Pie de imagen** | Se realiza una representación del problema y, al lado, se dibuja el triángulo que esquematiza la situación. |

1. Para calcular la altura, se aplica el teorema de Pitágoras:

*a*2 = *b*2 + *c*2

(6,5)2 = *b*2 + (2)2

*b*2 = 38,25 ⇒ *b* = 6,18 m

1. Para calcular el ángulo *β*, se utiliza una razón trigonométrica:

La respuesta es que la escalera se encuentra apoyada a 6,18 m de altura y forma un ángulo de 17° 55′ 14″ con la pared.

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Resolución de un triángulo rectángulo** |
| **Contenido** | **Resolución de un triángulo rectángulo cuando se conocen un lado y un ángulo agudo.**  1. Se identifican los datos.  2. Se identifican las incógnitas.  3. Se utiliza una de las razones trigonométricas para calcular uno de los lados del triángulo rectángulo.  **Resolución de un triángulo rectángulo cuando se conocen dos catetos.**  Se usa el teorema de Pitágoras para hallar el lado desconocido en el triángulo rectángulo.  Se utiliza una de las razones trigonométricas para encontrar uno de los ángulos agudos, en concreto la tangente, para este caso.  Dado el valor se oprime en la calculadora SHIFT y TAN con esto se obtendrá el valor de alguno de los ángulos agudos.  *Resolución de un triángulo rectángulo cuando se conocen un cateto y la hipotenusa****.***  Utilizamos una de las razones trigonométricas para encontrar uno de los ángulos agudos, en concreto seno o coseno, para este caso.  Dado el valor se oprime en la calculadora SHIFT y la razón trigonométrica pertinente, con esto se obtendrá el valor de alguno de los ángulos agudos. |

[SECCIÓN 2] **2.3 Consolidación**

Actividades para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_REC60 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: Resolución de triángulos rectángulos |
| **Descripción** | Determinar la medida de los lados y los ángulos desconocidos del triángulo dado, usando las razones trigonométricas |

[SECCIÓN 1] **3.** **Circunferencia unitaria**

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | La circunferencia con *centro P* y *radio r* es el conjunto de todos los puntos del plano que están a una distancia *r* del punto P. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG11 |
| **Descripción** | Circunferencia , con punto centro y radio |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | La circunferencia C. |

La **circunferencia unitaria** es aquella cuyo centro está en el origen y su radio es la unidad. Y su ecuación es .

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG12 |
| **Descripción** | La circunferencia unitaria ubicada en el plano cartesiano. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | Circunferencia Unitaria. |

Vamos a demostrar que el punto *M* de coordenadas (-1,0) está en la circunferencia unitaria.

Si el punto *M* pertenece a la circunferencia unitaria entonces debe satisfacer la ecuación **.**

Por lo tanto se puede concluir que *M* está en la circunferencia unitaria.

SECCIÓN 2] **3.1 Ángulos en posición normal y coterminales**

Un ángulo en posición normal o estándares aquel que está ubicado su vértice en el origen, es decir su lado inicial coincide con el eje positivo de las *X* y su lado final se encuentra en cualquiera de los cuadrantes del sistema de coordenadas cartesianas.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG13 |
| **Descripción** | Ángulo en posición normal |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | La ubicación del ángulo en posición normal sobre el plano cartesiano |

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Signo de los ángulos** |
| **Contenido** | Al medir los ángulos sobre una circunferencia, se considera como un ángulo positivo aquel cuya dirección es contraria a las manecillas del reloj. Si lo medimos en misma dirección, diremos que es un ángulo negativo. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG14 |
| **Descripción** | Ángulo positivo y ángulo negativo respectivamente. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | El ángulo positivo y ángulo negativo respectivamente ubicado en el plano cartesiano. |

Los ángulos es posición normal o estándar en los que coinciden sus lados finales, se denominan **ángulos coterminales.** Por ejemplo los ángulos de medidas 60° y 420°, -90° y 270°, son ángulos terminales.

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Ángulos coterminales** |
| **Contenido** | Para un ángulo dado, existen infinitos ángulos coterminales, lo trascendental es que el lado final es el mismo, aun cuando la medida del ángulo es diferente. |

* Si se quiere encontrar los ángulos coterminales con el ángulo α = 45° se puede ampliar la variedad de respuesta, ya que se reconocen que existen ángulos positivos y negativos, para el caso de los ángulos coterminales positivos se suma cualquier múltiplo de 360°, por tanto:

45° + 360° = 45° 45° + 1080° = 1125°

Para el caso de los ángulos coterminales negativos se resta al ángulo dado cualquier múltiplo de .Entonces:

45° - 360° = - 315° 45° - 720° = -315°

Si se quiere encontrar ángulos coterminales con el ángulo α = π/6 en posición estándar se le suma cualquier múltiplo de 2π, es decir:

Para encontrar ángulos coterminales negativos con respecto al ángulo se resta cualquier múltiplo de , así:

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_REC70 |
| **Título** | Ángulos coterminales |
| **Descripción** | Se relacionan tanto ángulos positivos como ángulos negativos que son coterminales con el ángulo dado |

SECCIÓN 2] **3.2 Razones trigonométricas para un ángulo cualquiera**

Veamos cómo se calculan las razones trigonométricas de un ángulo cualquiera. Sobre un sistema de coordenadas cartesianas, trazamos una circunferencia de radio igual a 1 y centro *O* en el origen de coordenadas.

Luego, Dibujamos un ángulo *α* con su vértice en el origen de coordenadas y uno de los lados sobre el eje de abscisas. El otro lado cortará a la circunferencia en un punto *P*:

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG15 |
| **Descripción** | .Relación de la circunferencia trigonométrica con el triángulo rectángulo. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_img20_small.jpg |
| **Pie de imagen** | Cada ángulo α queda determinado por las coordenadas del punto *P(a, b)* sobre la circunferencia de radio igual a la unidad. |

Si se calculan las razones trigonométricas de un ángulo cualquiera:

Este método permite calcular las razones trigonométricas de un ángulo cualquiera, ya que las coordenadas del punto *P* coinciden, en cada caso, con el seno y el coseno del ángulo:

*P*(*a*, *b*) = (cos *α*, sen *α*)

En particular, para los ángulos: 0°, 90°, 180° y 270°, los valores del seno y coseno resultan ser iguales a 0, 1 o ‒1.

Por ejemplo, para un ángulo de 0°, las coordenadas de *P* son (1, 0). Si tenemos en cuenta que *P*(*a*, *b*) = (cos *α*, sen *α*), se deduce que cos 0° = 1 y que sen 0° = 0.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG16 |
| **Descripción** | Ángulos formados sobre los ejes del plano cartesiano. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_img21_small.jpg |
| **Pie de imagen** | Observa los valores de las razones trigonométricas seno y coseno para los ángulos de 0°, 90°, 180° y 270°. |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Las razones trigonométricas de 0°, 90°, 180° y 270° | | | |
| Ángulo | Seno (sen) | Coseno (cos) | Tangente (tan) |
| 0° | 0 | 1 | 0 |
| 90° | 1 | 0 | No está definido |
| 180° | 0 | -1 | 0 |
| 270° | -1 | 0 | No está definido |

[SECCIÓN 3] **3.2.1 Signo de las razones trigonométricas**

Los signos de las razones trigonométricas de un ángulo varían en función del cuadrante en que se encuentre.

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | El **seno** y el **coseno** de un ángulo *α* cualquiera coinciden con la ordenada y la abscisa de un punto *P* de la circunferencia de radio igual a la unidad. La **tangente** de *α* es el cociente entre el sen α y cos α. |

Según el cuadrante en el que se encuentre el ángulo, cambia el signo de la ordenada y de la abscisa del punto *P*. Por tanto, también cambia el signo de las razones trigonométricas del ángulo asociado a dicho punto. Conociendo el signo del sen α y del cos α, se puede hallar el valor de la tan α.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG17 |
| **Descripción** | Signo de los valores de las razones trigonométricas seno y coseno. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_img22_zoom.jpg |
| **Pie de imagen** | El signo del **seno** de *α* se corresponde con el de la **ordenada**, y el signo del **coseno** de *α*, con el de la **abscisa**. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG18 |
| **Descripción** | Signos de los senos y cosenos de los ángulos según su cuadrante. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://profesores.aulaplaneta.com/DNNPlayerPackages/Package12548/InfoGuion/cuadernoestudio/images_xml/MT_10_04_img23_small.jpg |
| **Pie de imagen** | La circunferencia unitaria y su relación con el signo de los valores de las razones trigonométricas seno y coseno. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG19 |
| **Descripción** | Tabla con imágenes |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **CUADRANTE** | **SENO** | **COSENO** | **TANGENTE** | **ILUSTRACIÓN** | | I | + | + | + |  | | II | + |  |  |  | | III |  |  |  |  | | IV |  |  |  |  | |
| **Pie de imagen** | Los signos de las razones seno, coseno, tangente en cada uno de los cuadrantes de la circunferencia unitaria. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_REC80 |
| **Título** | Signo de las razones trigonométricas |
| **Descripción** | Permite señalar el signo de las diferentes razones trigonométricas. |

SECCIÓN 2] **3.3 Reducción al primer cuadrante de las razones trigonométricas**

Es un método que consiste determinar las razones trigonométricas de un ángulo θ > 90° en términos de las razones trigonométricas del primer cuadrante.

Esto nos lleva a reconocer los siguientes casos:

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | El signo depende de la razón trigonométrica solicitada y al cuadrante donde está ubicado el ángulo original. |

[SECCIÓN 3] **3.3.1 Ángulos en el segundo cuadrante**

**S**i es un ángulo que pertenece al segundo cuadrante entones su medida está comprendida entre 90 y por tanto sus razones trigonométricas estarán definidas de la siguiente manera:

Si se quiere encontrar el valor de seno, coseno y tangente para un ángulo de 120°:

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_REC90 |
| **Título** | Ángulos del segundo cuadrante |
| **Descripción** | Se relacionan las razones trigonométricas de un ángulo dado en radianes del segundo cuadrante |

[SECCIÓN 3] **3.3.2 Ángulos en el tercer cuadrante**

**S**i θ es un ángulo que pertenece al tercer cuadrante entones su medida está comprendida entre 180° y 270°, sus razones trigonométricas estarán definidas de la siguiente manera:

Si se quiera hallar el valor de seno, coseno y tangente para un ángulo de 210°:

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_REC100 |
| **Título** | Ángulos en el tercer cuadrante |
| **Descripción** | Encontrar las razones trigonométricas del ángulo 240° |

SECCIÓN 3] **3.3.3 Ángulos en el cuarto cuadrante**

**S**i θ es un ángulo que pertenece al cuarto cuadrante entonces su medida está comprendida entre 270° y 360° y sus razones trigonométricas estarán definidas de la siguiente manera:

Si se desea buscar el valor de seno, coseno y tangente para un ángulo de 315°:

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_REC110 |
| **Título** | Ángulos en el cuarto cuadrante |
| **Descripción** | Vincula cada uno de los valores de las razones trigonométricas definidas para un ángulo de medida 330°. |

SECCIÓN 2] **3.4 Razones trigonométricas para ángulos negativos, complementarios y coterminales**

A continuación se describen las razones trigonométricas para los ángulos negativos, complementarios y coterminales.

[SECCIÓN 3] **3.4.1 Ángulos negativos**

Para encontrar las razones trigonométricas de un ángulo negativo es necesario reconocer un ángulo opuesto.

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Ángulos opuestos** |
| **Contenido** | Dos ángulos son opuestos si al sumarse su resultado es 0°. En general el opuesto de θ es -θ. |

Se tienen el siguiente el ángulo β en el cuadrante I y su opuesto en el cuadrante IV.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG20 |
| **Descripción** | Ángulos opuestos. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | Ángulo positivo y ángulo negativo respectivamente. |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_REC120 |
| **Título** | Ángulos opuestos |
| **Descripción** | Dada la medida de un ángulo, se ubican en los contenedores el cuadrante donde pertenece su ángulo opuesto |

Se tienen el triángulo *BAC* y el triángulo *HKF*, en ellos los y son ángulos rectos, el y tienen la misma medida ya que son radios de la circunferencia, además se conoce que los ángulos β son opuestos, entonces ocurre que β – β = , despejando luego también se tiene que los y son congruentes .En conclusión se puede decir por el criterio de congruencia entre triángulos A.L.A que el triángulo con el triángulo son congruentes.

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | Criterio de congruencia A.L.A:  Dos ángulos y el lado comprendido en un triángulo son congruentes con las partes correspondientes de un segundo triangulo**.** |

Luego se puede afirmar que por partes correspondientes de triángulos congruentes, se tiene que .

De manera que , entonces la abscisa de *F* es igual a la abscisa de *C* por ello **.**

Así mismo , entonces la ordenada de es igual a menos la ordenada de , por tanto **.**

Al llegar a este punto se pueden establecer las siguientes razones trigonométricas:

SECCIÓN 3] **3.4.2 Ángulos complementarios**

|  |  |
| --- | --- |
| **Recuerda** | |
| **Contenido** | Los ángulos complementarios son aquellos los cuales las suma de la medida de sus ángulos es igual a 90° o |

A demás se debe reconocer que el complemento de β es o .

Si se tiene un ángulo α en el primer cuadrante de la circunferencia unitaria entonces su complemento también pertenece al mismo cuadrante.

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_IMG21 |
| **Descripción** |  |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** |  |
| **Pie de imagen** | Ángulos complementarios ubicados en la circunferencia unitaria. |

Si se comparan los triángulos y se observa que los segmentos y son radios de la circunferencia unitaria por tanto , luego los y son ángulos rectos, por tanto , finalmente ya que ambos tienen el mismo complemento.

A partir de lo anterior se hace uso del criterio de congruencia A.L.A, por ello se obtiene que el triángulo y el triángulo son congruentes, así mismo se obtiene por partes correspondientes de triángulos congruentes los segmentos , de esta forma se obtiene que la ordenada de es igual a la abscisa de entonces: , además dado que la abscisa de *C* es igual es igual a la ordenada de *D*, se obtiene **.**

De las ecuaciones anteriores se pueden deducir:

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_REC130 |
| **Título** | Ángulos complementarios |
| **Descripción** | Relaciona cada razón trigonométrica con su equivalente |

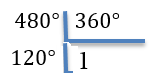
SECCIÓN 3] **3.4.3 Ángulos coterminales**

Para hallar las razones trigonométricas de los ángulos cuya medida es superior a 360°, se realiza el siguiente procedimiento:

Dado un ángulo θ cuya medida es superior a 360°, se divide el valor de θ entre 360° el resultado obtenido en el cociente corresponde al número de giros del ángulo dado, el valor que se obtenga en el residuo corresponderá a un ángulo terminal entre 0° < α < 360°, que tendrá las mismas razones trigonométricas que el ángulo θ.

Por ejemplo si quiere determinar las razones trigonométricas seno, coseno, tangente del ángulo α = 480°:

Inicialmente se realiza el cociente entre 480° y 360°



En el cociente se encuentra 1, por tanto el ángulo de medida 480° tiene un giro y la medida del ángulo coterminal está ubicado en el residuo en este caso es 120°, debe quedar bastante claro que las razones trigonométricas del ángulo de medida 120° son las mismas que las correspondientes al ángulo α = 480°. Es así como:

|  |  |
| --- | --- |
| **Imagen (fotografía, gráfica o ilustración)** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_IMG20 |
| **Descripción** | Ubicación de ángulos coterminales de medida y en el plano cartesiano. |
| **Código Shutterstock (o URL o la ruta en AulaPlaneta)** | http://hotmath.com/hotmath\_help/spanish/topics/coterminal-angles.html  Requiero la imagen donde se observe que los ángulos de medida y son ángulos coterminales. |
| **Pie de imagen** | Los ángulos de medida y son ángulos coterminales, por ello poseen los mismos valores en sus razones trigonométricas. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Destacado** | |
| **Título** | **Consolidación** |
| **Contenido** | Al medir los ángulos sobre una circunferencia, se considera como un ángulo positivo aquel cuya dirección es contraria a las manecillas del reloj.  Ubicados sobre la circunferencia se puede determinar el signo de cualquier razón trigonométrica, de acuerdo al valor del seno y el coseno en cada cuadrante.  ***Reducción al primer cuadrante de las razones trigonométricas***  Es un método que consiste determinar las razones trigonométricas de un ángulo θ > 90° en términos de las razones trigonométricas del primer cuadrante.  ***Segundo cuadrante***  ***Tercer cuadrante***  ***Cuarto cuadrante***  ***Razones trigonométricas de ángulos opuestos***  ***Razones trigonométricas de ángulos complementarios*** |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso aprovechado** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_REC140 |
| **Ubicación en Aula Planeta** |  |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** |  |
| **Título** | La circunferencia unitaria o goniocentrica |
| **Descripción** | Es un interactivo donde se mencionan los signos de las razones trigonométricas seno y coseno en la circunferencia trigonométrica. |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso aprovechado** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_REC150 |
| **Ubicación en Aula Planeta** |  |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** |  |
| **Título** | Ángulos coterminales |
| **Descripción** | Ampliacion de la definición de ángulos coterminales |
|  |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Profundiza: recurso aprovechado** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_CO\_REC160 |
| **Ubicación en Aula Planeta** |  |
| **Cambio (descripción o capturas de pantallas)** |  |
| **Título** | Razones trigonométricas de ángulos complementarios. |
| **Descripción** | Actividad que sirve para aprender las razones trigonométricas de ángulos complementarios. |
|  |  |

[SECCIÓN 2] **3.5 Consolidación**

Actividades para consolidar lo que has aprendido en esta sección.

|  |  |
| --- | --- |
| **Practica: recurso nuevo** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_REC170 |
| **Título** | Refuerza tu aprendizaje: Razones trigonométricas ángulos terminales. |
| **Descripción** | Dada una razón trigonométrica definida en un ángulo determine su valor. |

[SECCIÓN 1] **4 Competencias**

[SECCIÓN 1]**Fin de tema**

|  |  |
| --- | --- |
| **Mapa conceptual** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_REC180 |
| **Título** | Mapa conceptual |
| **Descripción** |  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Evaluación: recurso nuevo** | |
| **Código** | MA\_10\_03\_REC190 |
| **Título** | EVALUACION |
| **Descripción** |  |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Webs de referencia** | | | |
| **Código** | MA\_10\_03\_REC230 | | |
| **Web 01** | *Razones trigonométricas.* | | *URL* *http://recursostic.educacion.es/descartes/web/materiales\_didacticos/Razones\_trigonometricas/Indice\_razones\_trigonometricas.htm* |
| **Web 02** | *Funciones trigonométricas.* | *http://www.colombiaaprende.edu.co/recursos/skoool/matematica\_y\_geometria/funciones\_trigonometricas/index.html* | |