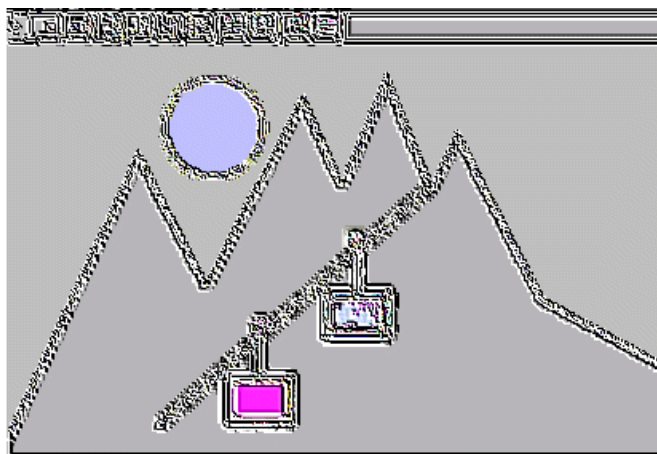




Universidad de Talca
Instituto de Matemática y Física

Taller: Transformaciones geométricas con Cabri-geométrico II



**Profesores: Juanita Contreras S.
Claudio del Pino O.**

Talca, Agosto 2004



MINISTERIO DE
EDUCACIÓN



FUNDACIÓN
ANDES

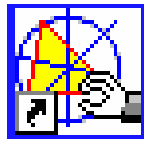


SOCIEDAD DE MATEMÁTICA
DE CHILE

Índice

CABRI-GEOMÉTRICO II	3
ACERCA DEL PROGRAMA.....	3
CARACTERÍSTICAS	3
PARTE 1: APRESTO EN EL SOFTWARE CABRI II.....	5
ACTIVIDAD 1. HERRAMIENTAS BÁSICAS	6
ACTIVIDAD 2. CREANDO NUEVOS OBJETOS GEOMÉTRICOS	9
ACTIVIDAD 3. MENÚ CONSTRUCCIÓN	9
ACTIVIDAD 4. MODIFICANDO OBJETOS	10
ACTIVIDAD 5. STATUS DE PUNTOS	10
PARTE 2: TRANSFORMACIONES GEOMÉTRICAS CON CABRI II	12
ISOMETRÍAS EN CABRI	12
PARTE 3: ACTIVIDADES	14
ACTIVIDAD 1. COMPOSICIÓN DE TRASLACIONES.....	14
ACTIVIDAD 2. COMPOSICIÓN DE REFLEXIONES (O SIMETRÍAS AXIALES).	15
ACTIVIDAD 3. ISOMETRÍAS EN UN RELOJ.....	15
ACTIVIDAD 4. APLICANDO ROTACIONES.....	16
ACTIVIDAD 5. COMPONIENDO SIMETRÍAS	16
ACTIVIDAD 6. DESCUBRIENDO ISOMETRÍAS	17
PARTE 4: RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS.....	18
PROBLEMA 1	18
PROBLEMA 2	18
REFERENCIAS	19
ANEXO	20

Cabri-geométrico II



Acerca del programa

Cabri-geométrico es un software creado para la enseñanza de la geometría, en el Laboratorio LSD2 (Laboratorio de Estructuras Discretas y de Didáctica) de la Universidad Joseph Fourier de Grenoble, Francia, por un equipo de especialistas dirigido por Jean Marie Laborde y Franck Bellemain.

El nombre *Cabri* que identifica el programa, proviene de **Cahier de brouillon interactif**, que significa *cuaderno de borrador interactivo*.

El programa permite construir con facilidad figuras geométricas, experimentar, analizar situaciones geométricas, comprobar resultados, inferir, refutar y apoyar demostraciones.

Ofrece la posibilidad de realizar animaciones y construir gráficas de funciones asociadas a problemas geométricos lo que es muy interesante para familiarizar a los alumnos con el concepto de función y con el de gráfica de una función.



Características

- Interfaz basada en el uso de una barra de herramientas donde cada botón activa un menú, del cual se selecciona la herramienta a utilizar.
- Manipulación dinámica e interactiva de figuras.
- Desplazamiento con mouse, y puntero cuya forma varía dependiendo de la herramienta elegida y ante la proximidad de un objeto.
- Herramientas implementadas para trabajar en Geometría Euclidiana, Analítica, Vectorial, de Transformaciones.

El uso de un programa con propósitos geométricos como *Cabri*:

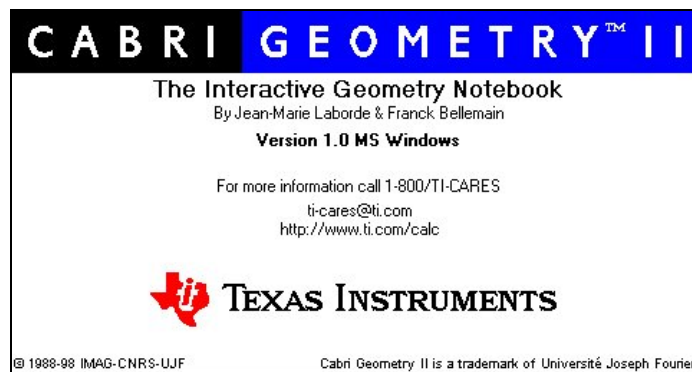
- Ayuda a visualizar conceptos geométricos.
- Permite estudiar propiedades de las figuras geométricas.
- Favorece la comprensión de conceptos, visualizar, experimentar, explorar, consultar propiedades, simular, descubrir regularidades, conjeturar, etc.
- Permite preparar sesiones especiales, ajustando menús o incorporando nuevas macros.

- Fomenta en los estudiantes las capacidades de observación, el rigor del razonamiento matemático y el gusto por estudiar geometría.

Cabri proporciona un ambiente puesto a disposición de usuario, pensado en el estudiante, el que tiene la *posibilidad* de explorar problemas geométricos, gracias a las herramientas disponibles y a la facilidad de su uso. *Cabri* se constituye en una poderosa herramienta para la enseñanza y aprendizaje de la geometría.

Recientemente ha salido al mercado una nueva versión del programa: *Cabri II Plus*, con nuevas funciones y posibilidades. Además, se ha desarrollado una aplicación llamada *Cabri Web* que traduce directamente un archivo de *Cabri* a un archivo HTML con un applet de Java incluido. Esta posibilidad abre nuevos desafíos para la enseñanza de la geometría: geometría en movimiento a través de la Internet.

En este taller se trabajará con *Cabri-geométrico II*, en el tema de transformaciones geométricas, especialmente las isometrías.



Parte 1: Apresto en el software Cabri II

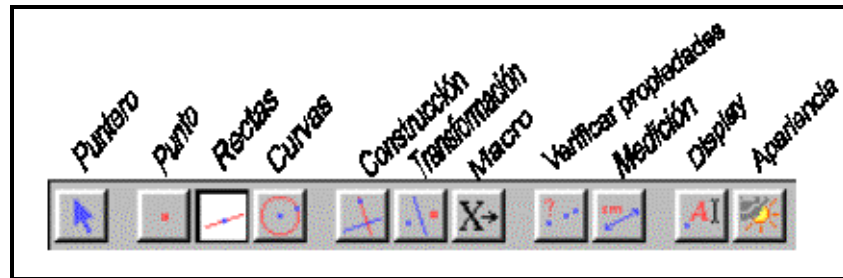
Objetivo: Familiarización con los menús de Cabri y mostrar algunas posibilidades que ofrece el programa.

Al ejecutar Cabri aparece una ventana vacía, llamada *ventana* o *área de trabajo*, que es el ambiente donde se construyen todas las figuras geométricas.

Esta ventana presenta en la parte superior dos barras, una con el menú de opciones y la otra con un conjunto de íconos

Barra de Menú de Opciones: conjunto de submenús que contienen las herramientas básicas que ofrece la mayoría de los programas computacionales (manejo de archivos, impresión, cambio de configuración, etc.)

Barra de herramientas: conjunto de menús o cajas de herramientas representadas por botones con iconos que permiten el acceso a la mayoría de las herramientas de *Cabri*. Se encuentran clasificadas en cinco grupos.


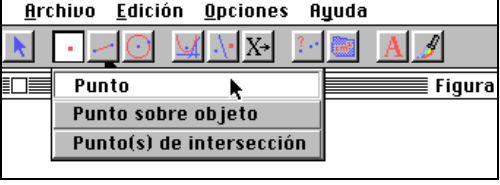










Presionando en un icono con el mouse, un tiempo prolongado, se despliega bajo éste, la caja de herramientas que representa.



Abrir cada menú de la **barra de herramientas**, y observar la lista que se despliega bajo cada una de ellos.

Actividad 1. Herramientas básicas

 <p>Crear un punto</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Menú Punto - herramienta [Punto] Notar que el cursor se transforma en lápiz  • Mover el lápiz a un lugar de la ventana de trabajo y clicar el mouse. Así se crea un punto.
 <p>Crear un segmento de recta</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • Menú Recta - herramienta [Segmento] ➤ Mover el lápiz a un lugar de la ventana de trabajo y clicar el mouse en dos lugares (o en dos puntos ya creados). Así se crea un punto.
<p>Colocar etiqueta (o nombre) a los extremos del segmento: A y B</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Menú Display - herramienta [Etiqueta] ➤ Mover el cursor cerca del punto, y cuando aparezca el mensaje <i>Este punto</i>, clicar el mouse. ➤ En el rectángulo de edición que aparece, escribir A (por ejemplo) desde el teclado. Luego de editar su nombre, mover el curso al otro extremo y proceder de manera similar. ➤ Para desactivar la herramienta, presionar la tecla Esc.
 <p>Medición Medir el segmento AB</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Menú Medición - [Distancia y longitud] ➤ Seleccionar el segmento AB - clicar el mouse
<p>Obtener el punto medio de AB, y denotarlo M</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Menú Construcción - [Punto medio] ➤ Seleccionar el segmento AB, y denotar por M al punto medio
<p>Medir el segmento AM</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Anotar una secuencia de pasos para obtener la medida de AM

<p>Crear el segmento MB y medirlo</p>	
<p>Mover el punto representado por A, o B, y observar las medidas de los segmentos AM y MB.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Anotar sus observaciones
<p> Ocultar objetos</p> <p>Ocultar el punto M</p> <p>Luego:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ ocultar el segmento AB ➤ mostrar el segmento AB 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menú Apariencia – [Ocultar/Mostrar] <ul style="list-style-type: none"> ➤ Clickear en el punto M ➤ Tecla Esc <p>Nota. Seguir las mismas instrucciones para mostrar un objeto oculto. (*) Se puede cliquear uno o más objetos.</p>
<p> Crear una recta L que intersecte al segmento AB</p>	
<p>Determinar el punto de intersección de L con AB</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Menú Punto - herramienta [Puntos de intersección] <p>El punto de intersección se puede obtener, haciendo clic en el punto de intersección.</p>
<p> Abrir nueva ventana</p>	<p>Menú Archivo – [Nuevo]</p>
<p>Crear un segmento de recta CD</p>	
<p>Crear un punto P en el segmento CD</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Menú Punto - herramienta [Puntos sobre objeto] <p>Un punto sobre un objeto se puede obtener, haciendo clic en el objeto.</p>
<p>Medir el segmento CP Y, medir el segmento PD</p>	
<p> Calculadora</p> <p>Calcular el producto entre las medidas de CP y PD</p> <p>Luego, de hacer el cálculo, desplazar el punto P. Notar el dominio de CD.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Menú Medición – [Calculadora] <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hacer clic en la medida de CP ... signo * ... hacer clic en la medida de PD ... signo = ... ➤ Tomar el resultado con el puntero y desplazarlo al exterior en un lugar de la ventana

Notas.

- a) Para crear un vector, una semi-recta, etc. se procede de manera similar a la creación de segmentos.
- b) La calculadora permite realizar también cálculos con números ingresados directamente desde el teclado.

Observaciones.

<p>Para desactivar una herramienta en uso:</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menú Puntero - herramienta [Puntero] O bien, ▪ Presionar la tecla Esc
<p>Para activar la ayuda</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Presionar la tecla F1. <p>La ayuda se desactiva, presionando la misma tecla F1.</p>
<p>Para <u>correr</u> la ventana de trabajo:</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Manteniendo presionados simultáneamente la tecla Ctrl - y - el botón izquierdo del mouse Desplazar el mouse (aparece una mano abierta.)
<p>Para limpiar la ventana de trabajo:</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menú Edición – [Seleccionar todo] - tecla Supr o ▪ Presionar las teclas Ctrl A y la tecla Supr <p>Para deshacer una acción presionar: Menú Edición – [Deshacer]</p>

Actividad 2. Creando nuevos objetos geométricos

Construir un triángulo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menú Rectas - herramienta [Triángulo]
Construir otro triángulo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ con segmentos de rectas.
Determinar el perímetro de cada triángulo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Anotar sus observaciones
Construir una circunferencia:	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menú Curvas - herramienta [Circunferencia] <ul style="list-style-type: none"> ➤ Clickear el mouse en un lugar (un punto) de la ventana y luego en otro lugar (en otro punto), y clickear el mouse. <p>Nota. Se puede construir una circunferencia clickeando en dos puntos ya creados.</p>

Nota. Para desactivar la herramienta en uso, presionar la tecla **Esc**.

Actividad 3. Menú construcción

Crear una recta L y un punto P exterior a la recta.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menú Rectas - herramienta [Segmento]
Construir la recta perpendicular a L que pasa por P.	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menú Construcción - [Recta perpendicular].
<p>Crear un segmento de recta AB.</p> <p>Construir la mediatriz del segmento AB.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menú Construcción - [Mediatriz]. <p>Como ejercicio: construir la mediatriz usando herramientas geométricas (sin usar la herramienta mediatriz).</p>

Observación. Una de las principales características de *Cabri* es, que permite modificar dinámicamente las posiciones de objetos básicos de la figura por manipulación directa de éstos, con el mouse.

Actividad 4. Modificando objetos

1. Crear una circunferencia (con herramienta circunferencia).
 - a) Construir un diámetro y calcular su medida.
 - b) Colocar el puntero en el centro, y desplazar este punto con el mouse. Observar su desplazamiento.
 - c) Colocar el puntero en la circunferencia, presionar y mover el mouse. Observar su desplazamiento.

2. Crear dos puntos A y B. Construir una circunferencia con centro en A y que pase por B. Repetir a), b) y c) del ítem 1), y observar cada desplazamiento.

Nota. Los puntos creados o construidos con *Cabri* presentan distintos status.

Actividad 5. Status de puntos

Acción	Menú-Comando
1. Limpiar el área de trabajo	Ctrl A - Supr
2. Crear dos puntos A y B en la ventana de <i>Cabri</i> . Trazar la recta L determinada por A y B.	Menú Puntos Menú Rectas
3. Mover el punto A (o el punto B). Observar. Estos puntos son libres .	
4. Colocar un nuevo punto, C, sobre la recta. Mover este punto y observar. El dominio o universo del punto C es la recta L	Menú Punto –[Punto sobre objeto]
5. Construir el segmento de recta AB. Crear un punto D en el segmento AB Mover el punto D, y observar su universo.	Menú Punto –[Punto sobre objeto]
6. Construir una circunferencia con centro en A y radio cualquiera. Determinar los puntos de intersección de la recta L y la circunferencia. Sea S uno de estos puntos. Intentar mover el punto S. Anotar lo que sucede. Este punto es dependiente .	Menú Curvas – [Circunferencia] Menú Punto –[Punto intersección]





Observaciones.

a) Ocultar un objeto / Suprimir un objeto.

<p>Ocultando un objeto</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Menú Apariencia – [Ocultar/Mostrar] ▪ Clickear en el objeto. ▪ Tecla Esc <p>Nota. Seguir mismas instrucciones para mostrar un objeto oculto.</p>
<p>Suprimiendo un objeto</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Seleccionar [Puntero] de la barra de herramientas ▪ Mover el cursor a la figura que desee suprimir ▪ Cuando aparece el nombre del objeto a suprimir, clickear y cuando el punto parpadee, presionar la tecla Supr

b) Formas del puntero

Algunas formas que puede tomar el puntero, son:

	<p>para seleccionar menús, o para lectura</p>		<p>Indica que puede crearse un nuevo objeto</p>
<p>+</p>	<p>Puntero básico, desplegado en la ventana de trabajo cuando no hay nada especial</p>		<p>Aparece al presionar la tecla Ctrl y el botón izquierdo del mouse. Desplazando el mouse permite mover la ventana.</p>
	<p>toma esta forma cuando se encuentra cerca de un objeto básico, para arrastrarlo.</p>		

Menú preferencias.

- Para cambiar la unidad de medida (grados, radianes, cm., etc.), la cantidad de decimales, y otras preferencias:

Barra superior - menú **Opciones** de la barra superior - [**Preferencias**]

- Para cambiar los fonts, color de fonts, etc.

Menú Apariencia.

En el menú **Apariencia** se encuentra un conjunto de herramientas que permiten **pintar** objetos, cambiar el **tipos de líneas**, líneas punteadas, el **grosor**, **achurar**, etc.

Parte 2: Transformaciones geométricas con Cabri II

Una **transformación geométrica** T del plano es una función del plano en sí mismo, es decir, a cada punto P le hace corresponder un único punto $T(P)=P'$ del mismo plano.

- $P' = T(P)$ es la imagen de P por la transformación T .
 P' y P se dicen puntos homólogos respecto de T .
- Sea F una figura (conjunto de puntos).
 $T(F)$ es el conjunto de todos los puntos $T(P)$ tales que P es punto de la figura F .

Menú Transformaciones en Cabri



Nota. Las transformaciones geométricas: traslaciones, reflexiones, rotaciones, la simetría respecto de un punto pertenecen a una clase especial de transformaciones geométricas del plano, llamadas *Isometrías* o *movimientos rígidos* del plano.

Isometrías en Cabri

Traslación

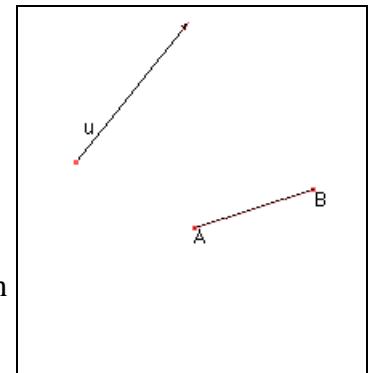
Dado un vector u (segmento dirigido), que determina la traslación T_u .

Crear un segmento de recta AB

- Menú [**Transformaciones**]-[**Traslación**]

Haciendo clic en el punto A , se obtiene $T_u(A)$.

Haciendo clic en el segmento AB , se obtiene $T_u(AB)$, que es un segmento de recta congruente con AB .



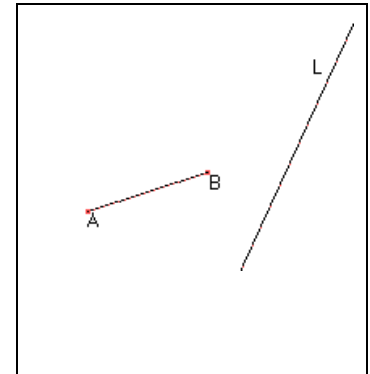
Reflexión, o simetría axial, o simetría ortogonal

Dada una recta L (que determinar S_L)
 Crear un segmento AB .

- Menú [**Transformaciones**]-[**Simetría axial**]

Haciendo clic en el punto A , se obtiene $S_L(A)$, la reflexión del punto A con respecto a la recta L (eje de simetría).

Haciendo clic en el segmento AB , se obtiene $S_F(AB)$.



Rotación

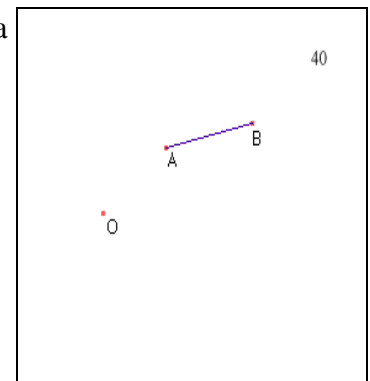
Previo: Ingresar al menú **Opciones** – [**Preferencias**], revisar la unidad de medición de ángulos.

Ingresar un número (positivo o negativo) en la ventana¹, para la medida de un ángulo α . Por ejemplo, 40.
 Crear un punto O (centro de la rotación).
 Construir un segmento AB .

- Menú [**Transformaciones**]-[**Rotación**]

Luego, haciendo clic en el segmento, se obtiene $R_\alpha(AB)$, la rotación del segmento AB en un ángulo α en torno a O .

Nota. La herramienta rotación de Cabri está implementada para la medida de un ángulo (número).

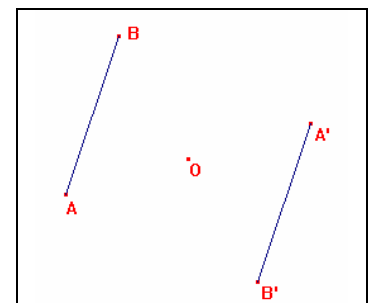


Simetría (puntual)

Crear un punto O , centro de simetría.
 Construir un segmento de recta AB .

- Menú [**Transformaciones**]-[**Simetría**]

Luego, haciendo clic en el segmento y en el punto O , se obtiene el simétrico de AB con respecto a O .



¹ Menú Display – [Edición numérica] – Clic en la ventana – editar el número – puntero.

Parte 3: Actividades

Actividad 1. Composición de traslaciones

Abrir el archivo TraslacionS.fig

Usando la herramienta traslación:

- Construir la imagen $A'B'C'D'$ del cuadrilátero ABCD por la traslación uu' .
- Construir la imagen $A''B''C''D''$ del cuadrilátero $A'B'C'D'$ por la traslación vv' .

Se puede desplazar los puntos A,B,C;D y los extremos de cada vector.

1. Modificar la dirección o sentido o magnitud de los vectores dados, para visualizar el rol de cada uno.
2. Ocultar el cuadrilátero $A'B'C'D'$. Construir los segmentos AA'' , BB'' , CC'' y DD'' .
¿Qué puede decir de estos segmentos?
3. ¿Cuál es la isometría que transforma ABCD en $A''B''C''D''$? Describirla.
4. Establecer una conclusión derivada de esta actividad.

Mini desafío: Dado un triángulo ABC, construir el paralelogramo ABCD, usando traslaciones.

Nota. Con esta actividad se puede introducir la suma de vectores.

Actividad 2. Composición de reflexiones (o simetrías axiales).

Abrir el archivo Reflexion.fig

La figura muestra:

- un polígono $F=ABCDE$ y las rectas $L \parallel S$, y la recta X , perpendicular L

Las rectas determinan las reflexiones con ejes L , S y X respectivamente, que serán denotadas con las mismas letras.

1. Sin usar la herramienta [Simetría axial] y apoyándose en la grilla, construir $F1=L(F)$ y $F2= X(L(F))$.
2. Usar la herramienta [Simetría axial] para verificar (1).
¿Existe una isometría que transforme directamente $F1$ en $F2$?
3. Construir $G1= S(L(F))$. Determinar si es que existe, una isometría que transforme F en $G1$.
4. Construir $X(S(L(F)))$. ¿Existe una isometría que transforme F en $X(S(L(F)))$?

Actividad 3. Isometrías en un reloj

Abrir el archivo Reloj.fig

1. Descubrir el puntero que se puede mover.
2. ¿Existen *horas* simétricas respecto del eje vertical del reloj?. En caso de existir, completar la tabla.
3. ¿Existen *horas* simétricas respecto del eje horizontal del reloj?. En caso de existir, completar la tabla.
4. ¿Existen *horas* simétricas respecto del centro del reloj?. En caso de existir, completar la tabla.

Hora	Hora simétrica respecto del eje vertical	Hora simétrica respecto del eje horizontal	Hora simétrica respecto del centro
3h 25min			
6h			
9h 15min			
12h 50min			

Actividad 4. Aplicando rotaciones.

Abrir la figura Rotacion.fig. La figura muestra:

- un triángulo ABC, un punto O y el número alfa que representa la medida de un ángulo en grados. Sea R la rotación en el ángulo alfa, de centro O.
 - un triángulo DEF, que se usará en el ítem 4.
1. Construir el triángulo $A'B'C'$, imagen de ABC por la rotación R de centro O, en el ángulo alpha.
 - a. Verificar que los triángulos ABC y $A'B'C'$ son congruentes.
 - b. ¿Cuál es la medida del ángulo AOA'?, y del ángulo BOB'?
 2. Ocultar el centro O.
Sabiendo que $A'B'C'$ es la imagen de ABC por la rotación R en un cierto ángulo, en torno a un punto, construir geoméricamente el centro de la rotación.
 3. Sea $F1=A'B'C' = R(ABC)$. Construir $F2=R(F1)$. Describir una isometría que transforme directamente ABC en F2.
 4. Sabiendo que el triángulo DEF es la imagen de F2 por una rotación, determinar su centro y ángulo de rotación.
 5. ¿Existe una rotación R' que transforma el triángulo ABC en el triángulo DEF?.
 6. ¿Qué conclusiones puede sacar de esta actividad?

Actividad 5. Componiendo simetrías

- Crear en la ventana de *Cabri*: dos puntos O y E y un triángulo ABC (**Rectas-[Triángulo]**).
- 1 Construir la imagen F' simétrica del triángulo ABC con respecto al punto O.
Construir la imagen F'' simétrica de F' con respecto al punto E.
 - 2 Cuando O y E son puntos distintos, verificar que existe una isometría que transforma directamente F en F'' . Precisar la isometría.

Desafío. Abrir el archivo Desafio1.fig. La figura muestra un triángulo ABC y un punto P, y los puntos S_1, S_2, S_3 y M, donde:

$$S_1 = \text{simétrico de P con respecto a A, } S_2 = \text{simétrico de } S_1 \text{ con respecto a B}$$

$$S_3 = \text{simétrico de } S_2 \text{ con respecto a C, } M = \text{punto medio de } PS_3$$

Desplazar el punto P, y anotar sus observaciones.
Identificar el punto M.

Actividad 6. Descubriendo isometrías

Abrir el archivo Transf_Isom.fig.

El archivo presenta un conjunto de figuras congruentes a F, dispuestas en una grilla.

- a) Determinar, si es que existe, una isometría que transforme F en F1, una isometría que transforma F en F2, etc.

Completar la tabla:

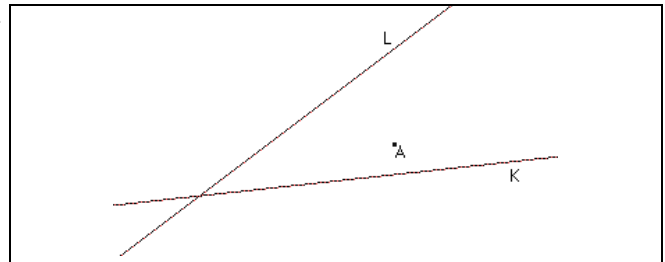
	Isometría(s)
F → F1	
F → F2	
F → F3	
F → F4	
F → F5	
F → F6	
F → F7	

- b) Realizar una actividad similar a la anterior, considerando como figura la figura F3, como figura dada.

Parte 4: Resolución de problemas

Problema 1

Sean L y K dos rectas y sea A un punto (ver figura).



Construir un punto D en la recta L y un punto E en la recta K tal que el punto A sea punto medio del segmento DE

1. Exploración con Cabri.

- a) Construir un punto Q , cualquiera, en la recta L
- b) Construir el punto Q' tal que A sea punto medio del segmento QQ' . Describir la construcción.
- c) Desplazar el punto Q en la recta L . Observar la figura que describe Q' .
¿Existe una posición(es) de Q en la recta L tal que su correspondiente Q' se encuentre en la recta K ?
- d) En base a la exploración realizada, identificar una isometría que permite resolver el problema.

2. Construcción

Resolver el problema y discutir la construcción.

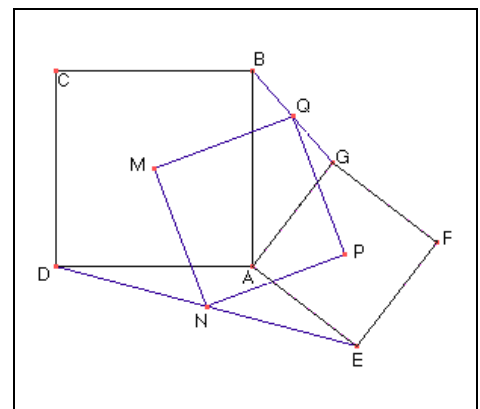
Problema 2

Abrir el archivo Activ3.fig

$ABCD$ y $AEFG$ son dos cuadrados (ver figura).

- M es el punto medio de DB
- N es el punto medio de DE
- P es el punto medio de EG

Q el punto medio de BG . Probar que el cuadrilátero $MNPQ$ es un cuadrado.



1. Verificación y exploración con Cabri

- a) Verificar usando herramientas de Cabri que el cuadrilátero MNPQ es un cuadrado.
- b) Mover el punto A, por ejemplo, y observar.

2. Demostración

- a) Probar que MNPQ es un paralelogramo. (Sug. Considerar los triángulos DGB, y DEG, por ejemplo)
- b) Sea R la rotación de centro A en un ángulo de 90° . ¿Cuál es la imagen de B por la rotación R? y ¿ la imagen de BE por la rotación R.
- c) Concluir la demostración.

Referencias

1. Alsina, C., Trillas, E. [1984]. *Lecciones de Algebra y Geometría*. Editorial Gustavo Gill, S.A.
2. Clemens, et all. [1998]. *Geometría*. Addison Wesley L.
3. Cuppens, R. *Faire de la Géométrie en jouant avec Cabri-Geometre*. Publication de l'A.P.M.E.P. Nro. 105. Francia 1996.
4. García J., Bertran, C. [1988]. *Geometría y experiencias*. Addison Wesley.
5. Manual de Cabri Geométrico II.
6. Schuman, H; Green, D. *Discovering Geometry with a Computer*. Chartwell-Bratt. 1994.

Anexo

Nombre en Cabri	Elementos geométricos que la determinan	Uso de transformación sobre una figura F, con Cabri
Simetría Axial (Reflexión con respecto a una recta)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Una recta L, llamada Eje de la Reflexión <p>Notación. S_L</p>	Crear una recta (eje de la reflexión) Clickear en: Simetría Axial la recta L la figura F
Simetría	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Un punto 	Crear un punto O Clickear en: Simetría el punto O la figura F
Traslación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Un vector u, o flecha <p>Notación: T_u</p> <p>Nota. El vector está definido por dos puntos, que precisan la <i>dirección</i>, <i>sentido</i> y <i>longitud</i> de la traslación.</p>	Crear un vector u Clickear en: Traslación el vector u la figura F
Rotación	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Un ángulo α con sentido ▪ Un punto O, llamado centro de la rotación <p>Notación: R_α</p> <p>Nota.. El sentido del ángulo puede ser positivo o negativo.</p>	Crear un punto O Medir un ángulo, o ingresar un número (positivo o negativo) Clickear en: Rotación la medida del ángulo el punto O la figura F
Homotecia	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Una razón, (un número) llamada razón de la homotecia ▪ Un punto K, llamado centro de la homotecia. <p>Notación: H</p> <p>Nota. Cabri tiene implementada la <u>homotecia</u> de un <u>punto</u>.</p>	Crear un punto K Ingresar un número. Crear un punto P. Clickear: el número el punto P el centro K
Inversión	Una circunferencia de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Centro O (centro de inversión) ▪ Radio r (radio de inversión) <p>Nota. Cabri tiene implementada la inversión de un <u>punto</u>.</p>	Construir una circunferencia de centro O. Crear un punto P. Clickear en: Inversión el punto P la circunferencia

