

*Ricardo Michel MALLQUI BAÑOS*

---

# ***Morfología visual***

Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga

Fisart.cf

Agradecimiento a los estudiantes de la ESFAPA FGPA

A la UNSCH



# ***Índice general***

|   |             |
|---|-------------|
| <b>Índice de cuadros</b>                            | <b>vii</b>  |
| <b>Índice de figuras</b>                            | <b>ix</b>   |
| <b>Resumen</b>                                      | <b>xi</b>   |
| <b>Introducción</b>                                 | <b>xiii</b> |
| <b>1. Formas bidimensionales</b>                    | <b>1</b>    |
| 1.1. El punto y la línea . . . . .                  | 1           |
| 1.2. Poligonales . . . . .                          | 5           |
| 1.2.1. Poligonales abiertos . . . . .               | 6           |
| 1.2.2. Poligonales cerrados . . . . .               | 6           |
| 1.3. Curvas cerradas . . . . .                      | 7           |
| 1.3.1. La circunferencia . . . . .                  | 7           |
| 1.3.2. La elipse . . . . .                          | 7           |
| 1.3.3. Transformación de la elipse . . . . .        | 7           |
| 1.4. Lugares geométricos . . . . .                  | 7           |
| 1.4.1. Las cónicas . . . . .                        | 7           |
| 1.4.2. Otros... . . . .                             | 7           |
| 1.5. Fractales bidimensionales . . . . .            | 7           |
| 1.5.1. Fractales clásicos . . . . .                 | 7           |
| 1.5.2. Fractales modernos . . . . .                 | 8           |
| <b>2. Formas tridimensionales</b>                   | <b>9</b>    |
| 2.1. Superficies poliedricas . . . . .              | 9           |
| 2.1.1. Solidos platónicos . . . . .                 | 9           |
| 2.1.2. Los prismas . . . . .                        | 9           |
| 2.2. Superficies de revolucion y regladas . . . . . | 9           |
| 2.3. Superficies curvas . . . . .                   | 9           |
| 2.3.1. Cerradas . . . . .                           | 9           |
| 2.3.2. Abiertas . . . . .                           | 10          |
| 2.3.3. Orientables . . . . .                        | 10          |
| 2.3.4. No orientables . . . . .                     | 10          |
| 2.4. Fractales 3D . . . . .                         | 10          |
| 2.5. Desarrollo de forma tridimensionales . . . . . | 10          |
|   | iii         |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>3. Composición de formas</b>             | <b>11</b> |
| 3.1. Operaciones con formas . . . . .       | 11        |
| 3.1.1. Union . . . . .                      | 11        |
| 3.1.2. Interseccion . . . . .               | 11        |
| 3.1.3. Diferencia . . . . .                 | 11        |
| 3.1.4. Diferencia simetrica . . . . .       | 11        |
| 3.1.5. Complemento . . . . .                | 11        |
| 3.2. Componiendo escenas . . . . .          | 11        |
| 3.2.1. Utilizando software . . . . .        | 11        |
| 3.2.2. El bodegon . . . . .                 | 11        |
| 3.2.3. La superficie . . . . .              | 11        |
| 3.2.4. wwwwwwwww . . . . .                  | 11        |
| 3.3. Simetrías . . . . .                    | 11        |
| 3.3.1. Simetría axial . . . . .             | 11        |
| 3.3.2. Simetría radial o puntual . . . . .  | 11        |
| 3.3.3. Simetría esferica . . . . .          | 11        |
| 3.3.4. Simetría planar . . . . .            | 11        |
| <b>4. Transformaciones de las formas</b>    | <b>13</b> |
| 4.1. Transformaciones elementales . . . . . | 13        |
| 4.1.1. Traslacion . . . . .                 | 13        |
| 4.1.2. Rotacion . . . . .                   | 13        |
| 4.1.3. Reflexión . . . . .                  | 13        |
| 4.1.4. Homotesia . . . . .                  | 13        |
| 4.2. Transformaciones topológicas . . . . . | 14        |
| 4.2.1. Homeomorfismo . . . . .              | 14        |
| 4.2.2. Homomorfismo . . . . .               | 14        |
| 4.2.3. Isomorfismo . . . . .                | 14        |
| 4.2.4. Isometría . . . . .                  | 14        |
| <b>5. Formas naturales</b>                  | <b>15</b> |
| 5.1. Geometrizacion . . . . .               | 15        |
| 5.2. Redes . . . . .                        | 15        |
| 5.3. Geomorfologia . . . . .                | 15        |
| 5.4. Fitomorfologia . . . . .               | 15        |
| 5.5. Zoomorfologia . . . . .                | 15        |
| <b>6. Formas Matematicas</b>                | <b>17</b> |
| 6.1. Funciones . . . . .                    | 17        |
| 6.2. Ejercicios . . . . .                   | 17        |
| <b>Apéndice</b>                             | <b>17</b> |
| <b>A. Transformaciones</b>                  | <b>19</b> |
| A.1. Transformaciones elementales . . . . . | 19        |

|   |           |
|---|-----------|
| <b>B. Centro de masa</b>                    | <b>21</b> |
| B.1. Centro de masa de objetos 2D . . . . . | 21        |
| B.1.1. Metodos matematicos . . . . .        | 21        |
| B.1.2. Metodos tecnicos . . . . .           | 21        |
| B.2. Centro de masa de objetos 3D . . . . . | 21        |
| B.2.1. Metodos matematicos . . . . .        | 21        |
| B.2.2. Metodos tecnicos . . . . .           | 21        |
| <b>Bibliografía</b>                         | <b>23</b> |
| <b>Índice alfabético</b>                    | <b>25</b> |



---

## ***Índice de cuadros***

---

|  |    |
|--|----|
| 1.1. Polígonos cerrados regulares. . . . . | 6  |
| 1.2. WWWWWW . . . . .                      | 6  |
| 6.1. Here is a nice table! . . . . .       | 18 |





---

## ***Índice de figuras***

---

|   |    |
|---|----|
| 1.1. Sistema de ejes coordenados . . . . .          | 1  |
| 1.2. El punto y la línea (magnificada) . . . . .    | 3  |
| 1.3. El punto vértice y dirección puntual . . . . . | 4  |
| 1.4. Simetría . . . . .                             | 5  |
| 2.1. Elipse . . . . .                               | 9  |
| 4.1. Hola . . . . .                                 | 14 |



---

## ***Resumen***

---

La importancia del estudio de la forma en el arte plástico se debe a la manipulación constante de estas en el espacio bidimensional y tridimensional. En el plano bidimensional se estudian aspectos geométricos partiendo desde la forma de un punto hasta formas orgánicas con comportamientos similares al de los conjuntos fractales de Mandelbrot y Julia y en el espacio tridimensional se realiza un estudio sobre formas que viven en este espacio es decir tanto las formas bidimensionales además de los sólidos geométricos y las formas orgánicas y los conjuntos fractales de Mandelbrot 3D y Julia 3D. Finalmente se realiza composiciones con estas formas, utilizando principios de composición plástica con el objetivo de reunir los conocimientos previos y reconocer la utilidad de su estudio previo. Luego se reconocerán estas formas como contenedores de formas existentes en la naturaleza tales como las formas estudiadas en la fitomorfología, la zoomorfología, la geomorfología. En el Apéndice se describen conceptos relacionados a transformaciones y centros de masa de formas 2D y 3D.



---

## ***Introducción***

---

El estudio de la forma de manera aislada o compositiva, en el arte plástico es de importancia para la manipulación correcta de estas, generando representación lógica; es decir desprovista de la intuición, la intuición, generalmente distorsiona el aspecto verdadero de las formas.

El espacio bidimensional se denota con el símbolo  $\mathbb{R}^2$  y al espacio tridimensional se denota con el símbolo  $\mathbb{R}^3$ . Las formas bidimensionales pueden existir tanto en el espacio bidimensional y tridimensional y Las formas tridimensionales únicamente pueden ser representadas en el espacio tridimensional.

Las formas que reúnen todas las características de las formas bidimensionales y tridimensionales son las formas llamadas fractales tridimensionales que se generan bajo procesos de iteración o recursividad de transformaciones de las copias de ciertas formas básicas llamadas módulos, existen modelos secuenciales que indican la recursividad, las formas concernientes a los fractales generadas por los números complejos son las llamadas conjuntos de Mandelbrot y Julia en el espacio bidimensional y en el espacio tridimensional se llaman conjuntos de Mandelbrot 3D y Julia 3D, estas formas manifiestan una variedad infinita.

El libro se realiza bajo las teorías y conceptos de diversas áreas tales como la botánica la geometría descriptiva, modelos matemáticos, que proveen de conceptos y objetos utilizados hasta el momento de manera intuitiva en las artes plásticas es decir se interrelaciona estos conocimientos con el objetivo de agruparlos de manera lógica y secuencial, avalada evidentemente por las teorías y la intuición genuina.

Las formas orgánicas son aquellas que escapan a una geometría específica ya estudiadas pero pueden ser estudiadas bajo criterios de geometrización es decir generando una red geométrica que lo inscriban, esto es identificando los puntos sobre la forma que sirvan de anclaje o vértice, estos puntos pueden pertenecer o no a la forma en el primer caso se debe considerar que sean puntos más resaltantes de la forma, en el segundo caso deben ser punto de manera que generen segmentos tangentes a la forma considerada.

El libro se compone de cinco capítulos en los cuales se describen los temas de manera secuencial además de dos apéndices que sirven como reforzamiento de las ideas vertidas en el texto es decir en el primer capítulo se describe la teoría de la forma en el espacio bidimensional, en el capítulo 2 se describe la teoría de las formas tridimensionales, en el tercer capítulo concierne a la teoría de formas compositivas,

el capítulo 4 formas orgánicas y su geometría, el capítulo 5 formas abstractas y su geometría.

# 1

## *Formas bidimensionales*

En este capítulo se describirán definiciones y conceptos sobre las *formas básicas* que pueden ser representadas en el *espacio bidimensional*  $\mathbb{R}^2$  tales como el punto, la línea, los polígonos, las formas orgánicas y los fractales bidimensionales.

### 1.1. El punto y la línea

Primeramente definamos el *espacio* donde se manipularán las *formas bidimensionales*, la importancia de este espacio se debe a la necesidad de un *sistema de referencia* que deben tener los objetos tales como la ubicación, la dirección, la relación de dos o más objetos entre otros.

**Definición 1.1** (Espacio bidimensional).

El espacio bidimensional es un *conjunto de puntos*, donde cada punto utiliza como su *sistema de referencia* a un *par de rectas llamadas ejes*, la primera recta es *horizontal* llamada “eje  $x$ ” y la otra es *vertical* llamada “eje  $y$ ”.

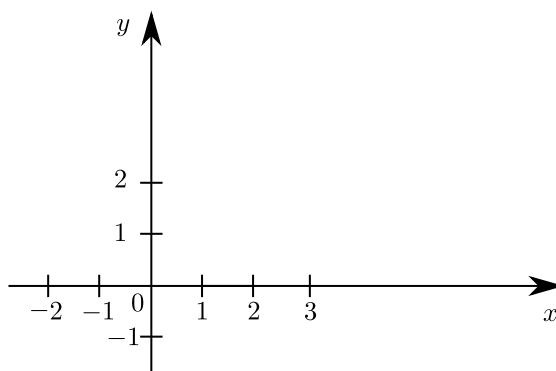


Figura 1.1: Sistema de ejes coordenados

$$f_k(k) = \binom{n}{k} p^k (1-p)^{n-k}$$

www (1.1)

$$\begin{aligned} a_3 w &= b + c \int_1^3 -d^3 + e^5 - f^3 \\ &= g + h_i \\ &= b + c_{x \rightarrow \infty}^3 n \int_1^3 -d^3 + e^5 - f^3 \sum_1^2 x_i \delta_i \zeta_i \omega_i - \prod_1^3 f_i g_i \delta_i \omega_i \end{aligned}$$

www w (1.1)

- wwwwwwwww  $\sum_1^3 x_i$
- $www, \rho \in w_1 \rho_1$  entonces se tiene que la relacional es

$$\begin{aligned} \rho &= \int_1^3 \\ &= \int_1^3 \\ &= \rho_1 \end{aligned}$$

Estos ejes *evidentemente* se interceptan en un punto, formando cuatro ángulos iguales a  $90^\circ$  es decir son *perpendiculares*, y cuatro regiones llamadas cuadrantes. Además la intersección de los ejes indica la posición cero; siendo la numeración hacia la derecha del eje  $x$  y hacia arriba del eje  $y$  positiva, además hacia la izquierda del eje  $x$  y hacia abajo del eje  $y$ , negativa. En los ejes podemos ubicar a los números reales e irracionales; refiérase a la Figura 1.1.

*Observación.* Existen otros términos que refieren al espacio bidimensional, por ejemplo a veces suele llamarse como plano, sistema de ejes coordenados 2d o simplemente como el espacio 2d.

**Definición 1.2** (El punto). El punto es un ente grafico, considerada como la mínima unidad en la representación gráfica. Refiérase a la Figura (1.2)

$$\begin{aligned} 5 &= wwwww \\ &= wwwww \\ &= www \\ &= www \end{aligned}$$



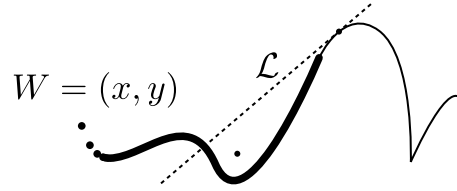


Figura 1.2: El punto y la línea (magnificada)

Entonces

$$w = \int_1^3$$

La ubicación de un punto se realiza con la ayuda de un sistema de ejes coordenados refiérase a la Definición 1.1 compuestas de dos ejes el eje  $x$  (eje de las abscisas) y el eje  $y$  (eje de las ordenadas), además de una etiqueta de ser necesaria, es decir el punto  $W = (x, y)$  (etiquetas con letras mayúsculas), indica que esta ubicada a  $x$  unidades sobre el eje  $x$ , del centro del sistema de ejes coordenados, a la derecha si  $x$  es positivo y a la izquierda si  $x$  es negativo; y  $y$  unidades sobre el eje  $y$ , del centro del sistema de ejes coordenados, hacia arriba si  $y$  es positivo y hacia abajo si  $y$  es negativo.

**Definición 1.3** (La línea). La línea considerada como el conjunto de puntos distribuidas de manera secuencial es decir yuxtapuestas. Refiérase a la Figura (1.2)

Para la clasificación de las líneas es necesario considerar algunas definiciones previas por ejemplo la *dirección de una línea* en un punto dado y el *punto vértice*.

**Definición 1.4** (Dirección de una recta). La dirección de una recta es la inclinación con respecto a una línea horizontal (eje  $x$ ) medida en ángulos, con grados sexagesimales en sentido antihorario.

Por ejemplo en la Figura 1.3 se tiene que la *pendiente* de las dos rectas punteada están definidas por las inclinaciones de  $\alpha$  y  $\beta$  con respecto a una línea horizontal, es decir las pendientes son las tangentes de estos ángulos esto es  $\tan \alpha$  y  $\tan \beta$  respectivamente. Además se puede observar que la pendiente de la recta cuyo ángulo de inclinación  $\alpha$  es mayor a la pendiente de la recta cuya inclinación es de  $\beta$ . Recuérdese que los ángulos considerados son los sexagesimales, aunque no es restrictiva.

Las rectas verticales tienen una inclinación de  $90^\circ$  o múltiplos de esta, es decir la pendiente es  $\tan 90^\circ = \infty$  y las rectas horizontales tienen una inclinación de  $0^\circ$  o múltiplos de esta, por tanto la pendiente es  $\tan 0^\circ = 0$ .

**Definición 1.5** (Recta tangente). Es una *recta* asociada a una *línea* en un punto determinado, si estas comparten únicamente dicho punto en una vecindad pequeña de esta.

Por ejemplo la línea  $\mathcal{L}$  la Figura 1.3 es una *recta tangente* en el punto  $W'$  pues esta recta tiene intersección con la curva  $GW$  únicamente en el punto  $W'$  en una vecindad muy pequeña de  $W'$ .

**Definición 1.6** (Dirección de una línea en un punto). La dirección de una línea en un punto está definida por la dirección de la *recta tangente* en el punto considerado.

En la Figura 1.3 se tiene la dirección de la línea en el punto  $W'$  definida por la pendiente de la recta tangente en dicho punto.

Debido a la igualdad de las direcciones en los puntos de una línea recta la dirección de una recta o un segmento se considera como única es decir el segmento o la recta son las tangentes a las mismas por tanto la pendiente son las pendientes del segmento o recta considera.

**Definición 1.7** (Punto vértice). Un vértice es un punto de una línea, donde en una vecindad pequeña del punto cambia de dirección en los puntos adyacentes, es decir la tangente cambia drásticamente a la izquierda y derecha del punto.

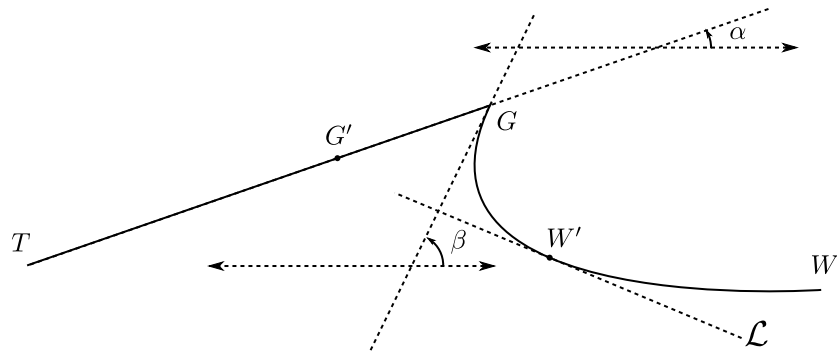


Figura 1.3: El punto vértice y dirección puntual

Las líneas se pueden clasificar de acuerdo al comportamiento de uno o más de sus puntos, es decir un punto además de ser parte de una línea podría tener la característica adicional de ser un punto vértice, refiérase a la Definición 1.7. Existen tres clases de líneas:

1. Líneas curvas.
2. Líneas rectas ———

- Rectas
- Segmentos

### 3. Líneas mixtas

Si una línea no presenta puntos vértices entonces la línea simplemente es una curva liza y continua (sin picos), es decir una **línea curva**. Las líneas rectas... cuya *longitud es finita* recibe el nombre de **segmento** y si la *longitud es infinita* recibe el nombre de **recta**...; además las líneas mixtas son generadas por la unión de líneas *curvas* y *rectas*... presentando puntos vértice en las conexiones entre ellas.

Además en la Figura 1.3 se tiene que la línea  $GW$  es una curva, la línea  $TG$  es una línea recta en particular un segmento y la línea  $TGW$  es un **línea mixta** pues es la unión de las líneas  $TG$  y  $GW$ .

## 1.2. Poligonales

Las líneas poligonales generan formas poligonales que son *líneas mixtas* generadas por la *unión segmentos* de longitudes iguales o diferentes. Existen formas poligonales abiertas y cerradas regulares e irregulares que tienen la utilidad de en el arte de diversas índole.

**Definición 1.8.** Las líneas poligonales son formas obtenidas mediante la unión consecutiva de segmentos con direcciones distintas.

$\rho$  entonces  $\rho$

\$\$

\$\$

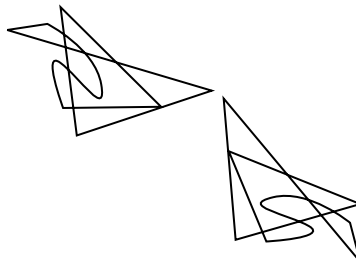


Figura 1.4: Simetria

### 1.2.1. Poligonales abiertos

Estas líneas poligonales no encierran ninguna región, es decir el extremo final del último segmento no coincide con el extremo inicial del primer segmento.

**Definición 1.9** (Línea poligonal). La línea considerada como el conjunto de puntos distribuidas de manera secuencial es decir yuxtapuestas. Observe la figura (1.1).

### 1.2.2. Poligonales cerrados

Son aquellas que encierran una región en el plano bidimensional, es decir dividen el plano bidimensional en dos regiones una limitada y la otra ilimitada. Además el extremo final del último segmento coincide con el extremo inicial del primer segmento.

#### 1.2.2.1. Irregulares

**Definición 1.10** (Polígonos irregulares). La línea considerada como el conjunto de puntos distribuidas de manera secuencial es decir yuxtapuestas. Observe la figura (1.1).

#### 1.2.2.2. Regulares

**Definición 1.11** (Polígonos irregulares). La línea considerada como el conjunto de puntos distribuidas de manera secuencial es decir yuxtapuestas. Observe la figura (1.1).

Refiérase al cuadro 1.1

Cuadro 1.1: Polígonos cerrados regulares.

| Tipo                 | Número de lados | Número de diagonales | Apotemas |
|----------------------|-----------------|----------------------|----------|
| Triángulo equilátero | 3               | 0                    | 3        |
| Cuadrado             | 4               | 2                    | 4        |
| Pentágono            | 5               | 5                    | 5        |
| Exagono              | 6               | 6                    | 6        |
| Heptagono            | 7               | 7                    | 7        |
| ...                  | ...             | ...                  | ...      |

Cuadro 1.2: WWWWW

| Col1 | Col2 | Col3 |
|------|------|------|
| w    | w    | w    |
| w    | w    | w    |

| Col1 | Col2 | Col3 |
|------|------|------|
| w    | w    | ww   |

### 1.3. Curvas cerradas

Similar al caso de los poligonos cerrados estas formas generan dos regiones en el plano bidimensional una en el interior de esta forma y otra en el exterior.

#### 1.3.1. La circunferencia

**Definición 1.12** (La circunferencia). Es la curva geénrada por los puntos que equidistan de un punto llamado centro de la cirunferencia

#### 1.3.2. La elipse

**Definición 1.13** (Elipse). wwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwww

#### 1.3.3. Trasformación de la elipse

### 1.4. Lugares geométricos

LOs lugares geoemétricos son formas que se obtiene mediante el movimiento de uno o más puntos restringidos a un sistema de referencia de longitud y ángulo.

#### 1.4.1. Las cónicas

#### 1.4.2. Otros...

### 1.5. Fractales bidimensionales

Los fractales son objetos cuya estructura esta basada en suceción de formas ademas de las transformaciones elementales refiérase al apéndice.

#### 1.5.1. Fractales clásicos

**Definición 1.14** (Triangulos de Sierpinski). wwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwww

**Definición 1.15** (Copo de nieve de Kosh). wwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwwww

**Definición 1.16** (Arbol fractal). [www](#)

### 1.5.2. Fractales modernos

**Definición 1.17** (Conjunto Mandelbrot). El conjunto de mandelbrot es una forma . . .

**Definición 1.18** (Conjuntos de Julia). [www](#)

## 2

### *Formas tridimensionales*

www

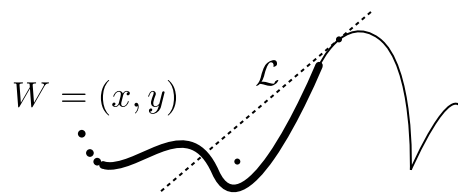


Figura 2.1: Elipse

#### 2.1. Superficies poliedricas

www

##### 2.1.1. Solidos platónicos

##### 2.1.2. Los prismas

#### 2.2. Superficies de revolucion y regladas

#### 2.3. Superficies curvas

##### 2.3.1. Cerradas

Esfera Elipsoide

**2.3.2. Abiertas****2.3.3. Orientables****2.3.4. No orientables**

---

**2.4. Fractales 3D**

---

**2.5. Desarrollo de forma tridimensionales**



# 3

## *Composición de formas*

### **3.1. Operaciones con formas**

#### **3.1.1. Union**

**Definición 3.1.** [www](#)

#### **3.1.2. Interseccion**

#### **3.1.3. Diferencia**

#### **3.1.4. Diferencia simetrica**

#### **3.1.5. Complemento**

### **3.2. Componiendo escenas**

#### **3.2.1. Utilizando software**

#### **3.2.2. El bodegon**

#### **3.2.3. La superficie**

#### **3.2.4. [www](#)**

### **3.3. Simetrías**

#### **3.3.1. Simetría axial**

#### **3.3.2. Simetría radial o puntual**

#### **3.3.3. Simetría esferica**

#### **3.3.4. Simetría planar**



# 4

## *Transformaciones de las formas*

### 4.1. Transformaciones elementales

#### 4.1.1. Traslacion

**Definición 4.1** (Traslación). La traslacion de un objeto, consiste en mover todos los puntos del objeto en el espacio 2D o 3D en una solo dirección, un solo sentido y a una distancia determinada.

**Ejemplo 4.1.** Sea figura (4.1) la derección de  $37^\circ$ , el sentido indicada por la flecha y la distancia 5 unidades.

www

**Ejemplo 4.2.** www wwwwwwwwwwwwwww wwwwwwwwwwwwwwwwww

En la escala u homotescia también existen procedimientos de proporción 4.1

#### 4.1.2. Rotacion

**Definición 4.2** (Traslación). La traslacion es el proceso de mover todos los puntos de un objeto en el espacio 2D o 3D en una solo dirección y sentido a una distancia determinada

#### 4.1.3. Reflexión

La traslacion es el proceso de mover todos los puntos de un objeto en el espacio 2D o 3D en una solo dirección y sentido a una distancia determinada

#### 4.1.4. Homotescia

La traslacion es el proceso de mover todos los puntos de un objeto en el espacio 2D o 3D en una solo dirección y sentido a una distancia determinada

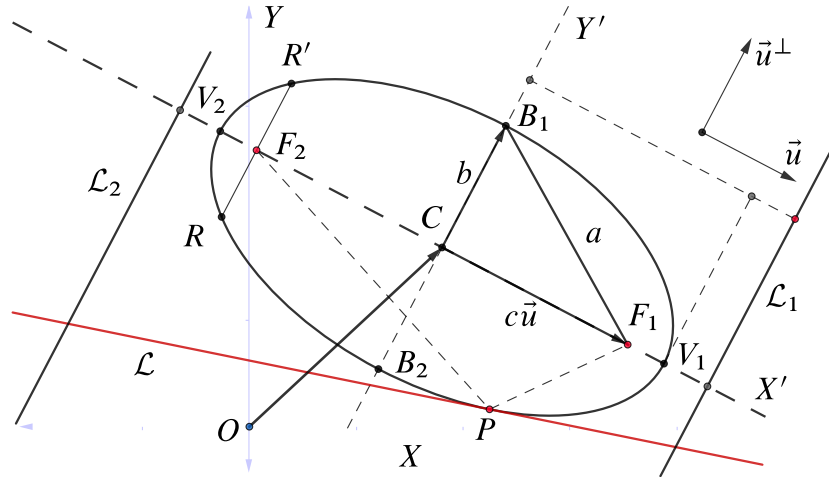


Figura 4.1: Hola

## 4.2. Transformaciones topológicas

La traslación es el proceso de mover todos los puntos de un objeto en el espacio 2D o 3D en una sola dirección y sentido a una distancia determinada

### 4.2.1. Homeomorfismo

La traslación es el proceso de mover todos los puntos de un objeto en el espacio 2D o 3D en una sola dirección y sentido a una distancia determinada

### 4.2.2. Homomorfismo

La traslación es el proceso de mover todos los puntos de un objeto en el espacio 2D o 3D en una sola dirección y sentido a una distancia determinada (Xie, 2015)

### 4.2.3. Isomorfismo

### 4.2.4. Isometría

# 5

---

## *Formas naturales*

---

### 5.1. Geometrizacion

---

### 5.2. Redes

---

### 5.3. Geomorfologia

---

### 5.4. Fitomorfologia

---

### 5.5. Zoomorfologia



# Formas Matemáticas

[illegible]

wwwwwwwww (Vincze and Kozma, 2014)

## 17

Cuadro 6.1: Here is a nice table!

| Sepal.Length | Sepal.Width | Petal.Length | Petal.Width | Species |
|--------------|-------------|--------------|-------------|---------|
| 5.1          | 3.5         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.9          | 3.0         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.7          | 3.2         | 1.3          | 0.2         | setosa  |
| 4.6          | 3.1         | 1.5          | 0.2         | setosa  |
| 5.0          | 3.6         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 5.4          | 3.9         | 1.7          | 0.4         | setosa  |
| 4.6          | 3.4         | 1.4          | 0.3         | setosa  |
| 5.0          | 3.4         | 1.5          | 0.2         | setosa  |
| 4.4          | 2.9         | 1.4          | 0.2         | setosa  |
| 4.9          | 3.1         | 1.5          | 0.1         | setosa  |
| 5.4          | 3.7         | 1.5          | 0.2         | setosa  |
| 4.8          | 3.4         | 1.6          | 0.2         | setosa  |
| 4.8          | 3.0         | 1.4          | 0.1         | setosa  |
| 4.3          | 3.0         | 1.1          | 0.1         | setosa  |
| 5.8          | 4.0         | 1.2          | 0.2         | setosa  |
| 5.7          | 4.4         | 1.5          | 0.4         | setosa  |
| 5.4          | 3.9         | 1.3          | 0.4         | setosa  |
| 5.1          | 3.5         | 1.4          | 0.3         | setosa  |
| 5.7          | 3.8         | 1.7          | 0.3         | setosa  |
| 5.1          | 3.8         | 1.5          | 0.3         | setosa  |



# A

---

## *Trasformaciones*

---

Se refiere a las transformaciones o modificaciones que pueden sufrir las formas, es decir los achatamientos, las elongaciones los cambios de posición etc., mediante la manipulación de los puntos pertenecientes a la forma.

**Definición A.1** (Transformación). Una transformacion es el proceso de modificar una forma covirtiendola en otra

---

### **A.1. Transformaciones elementales**

En esta sección se trata sobre la trasformaciones básicas que son la traslación, la rotación, la reflexión y la homotescia o escala



# B

---

## *Centro de masa*

---

### **B.1. Centro de masa de objetos 2D**

#### **B.1.1. Metodos matematicos**

#### **B.1.2. Metodos tecnicos**

##### **B.1.2.1. Método del borde de la mesa**

##### **B.1.2.2. Método de la plomada**

---

### **B.2. Centro de masa de objetos 3D**

#### **B.2.1. Metodos matematicos**

#### **B.2.2. Metodos tecnicos**

##### **B.2.2.1. Método de las secciones**

##### **B.2.2.2. Método de la plomada**



---

## ***Bibliografía***

---

Vincze, C. and Kozma, L. (2014). College geometry.

Xie, Y. (2015). *Dynamic Documents with R and knitr*. Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, Florida, 2nd edition. ISBN 978-1498716963.



---

## ***Índice alfabético***

---

conjunto de puntos, **1**

espacio bidimensional, **1**

horizontal, **1**

poligonales, **5**

sistema de referencia, **1**

vertical, **1**

www, **17**