

Billar

Generated by Doxygen 1.9.4



|  |           |
|--|-----------|
| <b>1 Class Index</b>                         | <b>1</b>  |
| 1.1 Class List                               | 1         |
| <b>2 File Index</b>                          | <b>3</b>  |
| 2.1 File List                                | 3         |
| <b>3 Class Documentation</b>                 | <b>5</b>  |
| 3.1 Bola Class Reference                     | 5         |
| 3.1.1 Detailed Description                   | 6         |
| 3.1.2 Constructor & Destructor Documentation | 6         |
| 3.1.2.1 Bola()                               | 6         |
| 3.1.3 Member Function Documentation          | 6         |
| 3.1.3.1 ChoqueElastico()                     | 6         |
| 3.1.3.2 Getm()                               | 7         |
| 3.1.3.3 Getr()                               | 7         |
| 3.1.3.4 Getvx()                              | 7         |
| 3.1.3.5 Getvy()                              | 7         |
| 3.1.3.6 Getx()                               | 7         |
| 3.1.3.7 Gety()                               | 7         |
| 3.1.3.8 Inicie()                             | 7         |
| 3.1.3.9 Muevase()                            | 8         |
| 3.1.3.10 ResuelvaColisionParedesRobusto()    | 8         |
| 3.1.3.11 ResuelvaColisionParedesSimple()     | 9         |
| 3.2 Caja Class Reference                     | 10        |
| 3.2.1 Detailed Description                   | 10        |
| 3.2.2 Constructor & Destructor Documentation | 10        |
| 3.2.2.1 Caja()                               | 11        |
| 3.2.3 Member Function Documentation          | 11        |
| 3.2.3.1 Defina()                             | 11        |
| 3.2.3.2 GetH()                               | 11        |
| 3.2.3.3 GetW()                               | 12        |
| 3.3 Sistema Class Reference                  | 13        |
| 3.3.1 Detailed Description                   | 13        |
| 3.3.2 Member Function Documentation          | 13        |
| 3.3.2.1 DefinaCaja()                         | 13        |
| 3.3.2.2 Encabezado()                         | 14        |
| 3.3.2.3 Guarde()                             | 14        |
| 3.3.2.4 InicialiceRejilla()                  | 14        |
| 3.3.2.5 Paso()                               | 15        |
| 3.3.2.6 Reserve()                            | 16        |
| 3.3.2.7 SeleccioneIntegrador()               | 16        |
| <b>4 File Documentation</b>                  | <b>17</b> |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.1 Bola.h File Reference . . . . .            | 17        |
| 4.1.1 Detailed Description . . . . .           | 18        |
| 4.2 Bola.h . . . . .                           | 18        |
| 4.3 Caja.h File Reference . . . . .            | 18        |
| 4.3.1 Detailed Description . . . . .           | 19        |
| 4.4 Caja.h . . . . .                           | 19        |
| 4.5 Sistema.h File Reference . . . . .         | 20        |
| 4.5.1 Detailed Description . . . . .           | 21        |
| 4.5.2 Enumeration Type Documentation . . . . . | 21        |
| 4.5.2.1 Integrador . . . . .                   | 21        |
| 4.6 Sistema.h . . . . .                        | 21        |
| 4.7 Bola.cpp File Reference . . . . .          | 22        |
| 4.7.1 Detailed Description . . . . .           | 22        |
| 4.8 Caja.cpp File Reference . . . . .          | 22        |
| 4.8.1 Detailed Description . . . . .           | 23        |
| 4.9 Sistema.cpp File Reference . . . . .       | 23        |
| 4.9.1 Detailed Description . . . . .           | 24        |
| <b>Index</b>                                   | <b>25</b> |

# Chapter 1

## Class Index

### 1.1 Class List

Here are the classes, structs, unions and interfaces with brief descriptions:

|                         |  |                    |
|-------------------------|--|--------------------|
| <a href="#">Bola</a>    | Representa una bola en una simulación de billar 2D . . . . .                   | <a href="#">5</a>  |
| <a href="#">Caja</a>    | Representa el recinto rectangular donde se mueven las bolas . . . . .          | <a href="#">10</a> |
| <a href="#">Sistema</a> | Representa el sistema completo de simulación de un billar de N bolas . . . . . | <a href="#">13</a> |



## Chapter 2

# File Index

### 2.1 File List

Here is a list of all files with brief descriptions:

|                             |  |    |
|-----------------------------|--|----|
| <a href="#">Bola.h</a>      | Define la clase <a href="#">Bola</a> que representa una partícula (bola) en el sistema de billar . . . . .                       | 17 |
| <a href="#">Caja.h</a>      | Define la clase <a href="#">Caja</a> que representa el contenedor rectangular del sistema de billar . . . . .                    | 18 |
| <a href="#">Sistema.h</a>   | Define la clase <a href="#">Sistema</a> , que representa el conjunto de bolas y la caja donde se realiza la simulación . . . . . | 20 |
| <a href="#">Bola.cpp</a>    | Implementación de los métodos de la clase <a href="#">Bola</a> . . . . .   | 22 |
| <a href="#">Caja.cpp</a>    | Implementación de la clase <a href="#">Caja</a> . . . . .  | 22 |
| <a href="#">Sistema.cpp</a> | Implementación de la clase <a href="#">Sistema</a> , que coordina la simulación del billar . . . . .                             | 23 |





## Chapter 3

# Class Documentation

### 3.1 Bola Class Reference

Representa una bola en una simulación de billar 2D.

```
#include <Bola.h>
```

#### Public Member Functions

- [Bola](#) ()  
*Constructor por defecto. Inicializa una bola en el origen con masa y radio por defecto.*
- void [Inicie](#) (double x0, double y0, double vx0, double vy0, double m0, double r0)  
*Inicializa los parámetros físicos de la bola.*
- void [Muevase](#) (double dt)  
*Actualiza la posición de la bola usando integración simple.*
- void [ResuelvaColisionParedesSimple](#) (const [Caja](#) &C)  
*Resuelve colisiones simples con las paredes de la caja.*
- void [ResuelvaColisionParedesRobusto](#) (const [Caja](#) &C)  
*Resuelve colisiones robustas con las paredes de la caja.*
- void [ChoqueElastico](#) ([Bola](#) &otra)  
*Resuelve una colisión elástica con otra bola.*
- double [Getx](#) () const  
*Retorna la coordenada x.*
- double [Gety](#) () const  
*Retorna la coordenada y.*
- double [Getvx](#) () const  
*Retorna la componente vx.*
- double [Getvy](#) () const  
*Retorna la componente vy.*
- double [Getm](#) () const  
*Retorna la masa.*
- double [Getr](#) () const  
*Retorna el radio.*

### 3.1.1 Detailed Description

Representa una bola en una simulación de billar 2D.

Cada bola posee propiedades físicas básicas (posición, velocidad, masa y radio) y puede interactuar elásticamente con otras bolas y con las paredes de una caja.

### 3.1.2 Constructor & Destructor Documentation

#### 3.1.2.1 Bola()

```
Bola::Bola ( )
```

Constructor por defecto. Inicializa una bola en el origen con masa y radio por defecto.

Constructor por defecto.

Inicializa la bola en el origen con velocidad cero, masa unitaria y radio 0.1.

### 3.1.3 Member Function Documentation

#### 3.1.3.1 ChoqueElastico()

```
void Bola::ChoqueElastico (
    Bola & otra )
```

Resuelve una colisión elástica con otra bola.

Resuelve una colisión elástica entre dos bolas.

Conserva el momento lineal y la energía cinética en el sistema de dos bolas.

##### Parameters

|             |                            |
|-------------|----------------------------|
| <i>otra</i> | Referencia a la otra bola. |
|-------------|----------------------------|

Conserva el momento lineal y la energía cinética del sistema de dos bolas. Si las bolas se solapan, también realiza una corrección de posición para separarlas.

##### Parameters

|             |   |
|-------------|---|
| <i>otra</i> | Referencia a la otra bola con la que colisiona. |
|-------------|---|

< Impulso escalar.

### 3.1.3.2 Getm()

```
double Bola::Getm ( ) const [inline]
```

Retorna la masa.

### 3.1.3.3 Getr()

```
double Bola::Getr ( ) const [inline]
```

Retorna el radio.

### 3.1.3.4 Getvx()

```
double Bola::Getvx ( ) const [inline]
```

Retorna la componente vx.

### 3.1.3.5 Getvy()

```
double Bola::Getvy ( ) const [inline]
```

Retorna la componente vy.

### 3.1.3.6 Getx()

```
double Bola::Getx ( ) const [inline]
```

Retorna la coordenada x.

### 3.1.3.7 Gety()

```
double Bola::Gety ( ) const [inline]
```

Retorna la coordenada y.

### 3.1.3.8 Inicie()

```
void Bola::Inicie (
    double x0,
    double y0,
    double vx0,
    double vy0,
    double m0,
    double r0 )
```

Inicializa los parámetros físicos de la bola.

**Parameters**

|       |                         |
|-------|-------------------------|
| $x0$  | Posición inicial en x.  |
| $y0$  | Posición inicial en y.  |
| $vx0$ | Velocidad inicial en x. |
| $vy0$ | Velocidad inicial en y. |
| $m0$  | Masa.                   |
| $r0$  | Radio.                  |

**3.1.3.9 Muevase()**

```
void Bola::Muevase (
    double dt )
```

Actualiza la posición de la bola usando integración simple.

Avanza la posición de la bola según su velocidad.

**Parameters**

|      |                 |
|------|-----------------|
| $dt$ | Paso de tiempo. |
|------|-----------------|

Este método no considera colisiones; simplemente actualiza la posición usando el paso de tiempo  $dt$ .

**Parameters**

|      |                 |
|------|-----------------|
| $dt$ | Paso de tiempo. |
|------|-----------------|

**3.1.3.10 ResuelvaColisionParedesRobusto()**

```
void Bola::ResuelvaColisionParedesRobusto (
    const Caja & C )
```

Resuelve colisiones robustas con las paredes de la caja.

Corrige tanto la posición como la velocidad para evitar que la bola atraviese las paredes.

**Parameters**

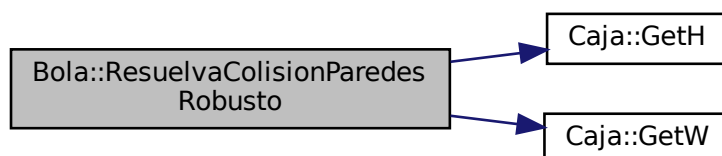
|     |  |
|-----|--|
| $C$ | <a href="#">Caja</a> con la que colisiona. |
|-----|--|

Además de invertir la velocidad, este método ajusta la posición de la bola para evitar que atraviese las paredes, mejorando la estabilidad numérica de la simulación.

## Parameters

|          |  |
|----------|--|
| <i>C</i> | <a href="#">Caja</a> con la que colisiona. |
|----------|--|

< Corrige posición en x. Here is the call graph for this function:



### 3.1.3.11 ResuelvaColisionParedesSimple()

```
void Bola::ResuelvaColisionParedesSimple (
    const Caja & C )
```

Resuelve colisiones simples con las paredes de la caja.

Invierte la velocidad al chocar con una pared, pero puede causar adherencia si el tiempo de integración es grande.

## Parameters

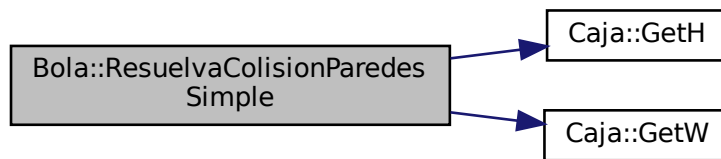
|          |  |
|----------|--|
| <i>C</i> | <a href="#">Caja</a> con la que colisiona. |
|----------|--|

Si la bola toca una pared y se mueve hacia ella, su velocidad se invierte. Este método no corrige la posición y puede causar “pegado” si el paso de tiempo es grande.

## Parameters

|          |  |
|----------|--|
| <i>C</i> | <a href="#">Caja</a> con la que colisiona. |
|----------|--|

Here is the call graph for this function:



The documentation for this class was generated from the following files:

- [Bola.h](#)
- [Bola.cpp](#)

## 3.2 Caja Class Reference

Representa el recinto rectangular donde se mueven las bolas.

```
#include <Caja.h>
```

### Public Member Functions

- [Caja](#) ()  
*Constructor por defecto. Crea una caja sin dimensiones definidas.*
- void [Defina](#) (double W\_, double H\_)  
*Define las dimensiones de la caja.*
- double [GetW](#) () const  
*Retorna el ancho de la caja.*
- double [GetH](#) () const  
*Retorna el alto de la caja.*

#### 3.2.1 Detailed Description

Representa el recinto rectangular donde se mueven las bolas.

La caja define los límites espaciales del sistema de billar y se usa para detectar y resolver colisiones con las paredes.

#### 3.2.2 Constructor & Destructor Documentation

### 3.2.2.1 Caja()

```
Caja::Caja ( )
```

Constructor por defecto. Crea una caja sin dimensiones definidas.

Constructor por defecto.

Inicializa una caja de dimensiones 1x1.

## 3.2.3 Member Function Documentation

### 3.2.3.1 Defina()

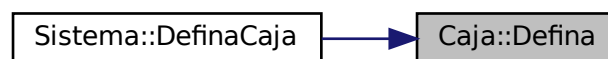
```
void Caja::Defina (
    double W_,
    double H_ )
```

Define las dimensiones de la caja.

#### Parameters

|                       |                   |
|-----------------------|-------------------|
| $W_{\leftarrow}$<br>_ | Ancho de la caja. |
| $H_{\leftarrow}$<br>_ | Alto de la caja.  |

Here is the caller graph for this function:

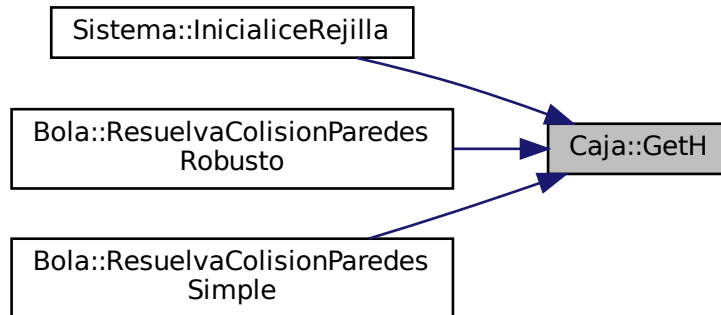


### 3.2.3.2 GetH()

```
double Caja::GetH ( ) const [inline]
```

Retorna el alto de la caja.

Here is the caller graph for this function:

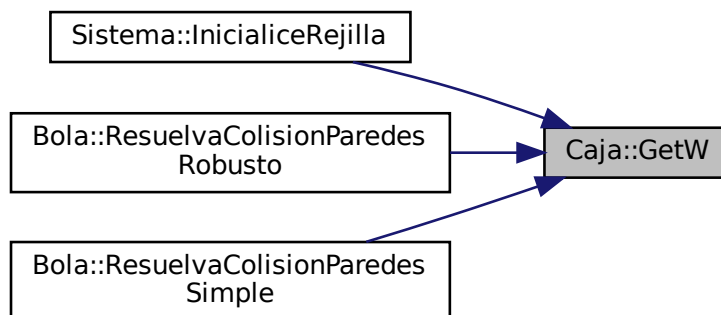


### 3.2.3.3 GetW()

```
double Caja::GetW ( ) const [inline]
```

Retorna el ancho de la caja.

Here is the caller graph for this function:



The documentation for this class was generated from the following files:

- [Caja.h](#)
- [Caja.cpp](#)



## 3.3 Sistema Class Reference

Representa el sistema completo de simulación de un billar de N bolas.

```
#include <Sistema.h>
```

### Public Member Functions

- void [DefinaCaja](#) (double W, double H)  
*Define las dimensiones de la caja contenedora.*
- void [Reserve](#) (int N)  
*Reserva memoria para un número determinado de bolas.*
- void [InicialiceRejilla](#) (double m, double r, double v\_max, bool alterna=false)  
*Inicializa las bolas en una configuración de rejilla.*
- void [SeleccioneIntegrador](#) (const std::string &nombre)  
*Selecciona el integrador a utilizar.*
- void [Paso](#) (double dt)  
*Ejecuta un paso temporal del sistema según el integrador actual.*
- void [Encabezado](#) (std::ofstream &f)  
*Escribe el encabezado de columnas en un archivo de salida.*
- void [Guarda](#) (std::ofstream &f, double t)  
*Guarda el estado actual del sistema en un archivo.*

### 3.3.1 Detailed Description

Representa el sistema completo de simulación de un billar de N bolas.

Contiene la caja, las bolas y el método de integración seleccionado. Se encarga de actualizar el sistema en cada paso de tiempo y guardar los resultados.

### 3.3.2 Member Function Documentation

#### 3.3.2.1 DefinaCaja()

```
void Sistema::DefinaCaja (
    double W,
    double H )
```

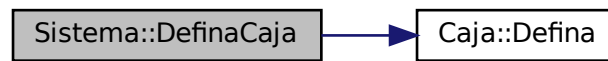
Define las dimensiones de la caja contenedora.

Define las dimensiones de la caja de simulación.

#### Parameters

|          |                   |
|----------|-------------------|
| <i>W</i> | Ancho de la caja. |
| <i>H</i> | Alto de la caja.  |

Here is the call graph for this function:



### 3.3.2.2 Encabezado()

```
void Sistema::Encabezado (
    std::ofstream & f )
```

Escribe el encabezado de columnas en un archivo de salida.

#### Parameters

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| <i>f</i> | Flujo de salida (archivo abierto). |
| <i>f</i> | Archivo de salida abierto.         |

### 3.3.2.3 Guarde()

```
void Sistema::Guarde (
    std::ofstream & f,
    double t )
```

Guarda el estado actual del sistema en un archivo.

#### Parameters

|          |                                    |
|----------|------------------------------------|
| <i>f</i> | Flujo de salida (archivo abierto). |
| <i>t</i> | Tiempo actual de la simulación.    |
| <i>f</i> | Archivo de salida abierto.         |
| <i>t</i> | Tiempo actual de la simulación.    |

### 3.3.2.4 InicialiceRejilla()

```
void Sistema::InicialiceRejilla (
    double m,
```

```
double r,  
double vmax,  
bool alterna = false )
```

Inicializa las bolas en una configuración de rejilla.

Inicializa las bolas en una distribución de rejilla.

Las posiciones se distribuyen uniformemente y las velocidades pueden asignarse aleatoriamente hasta un valor máximo dado.

#### Parameters

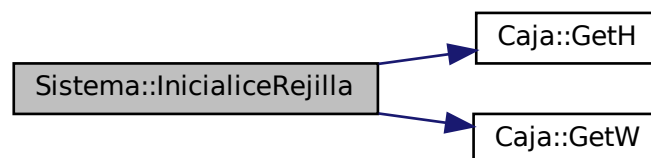
|                |   |
|----------------|---|
| <i>m</i>       | Masa de cada bola.                                      |
| <i>r</i>       | Radio de cada bola.                                     |
| <i>v_max</i>   | Velocidad máxima inicial.                               |
| <i>alterna</i> | Si es verdadero, alterna el sentido de las velocidades. |

Las bolas se ubican uniformemente dentro de la caja y se les asignan velocidades aleatorias hasta un máximo `vmax`.

#### Parameters

|                |  |
|----------------|--|
| <i>m</i>       | Masa de cada bola.                                   |
| <i>r</i>       | Radio de cada bola.                                  |
| <i>vmax</i>    | Velocidad máxima inicial.                            |
| <i>alterna</i> | Si es true, alterna la dirección de las velocidades. |

Here is the call graph for this function:



#### 3.3.2.5 Paso()

```
void Sistema::Paso (  
    double dt )
```

Ejecuta un paso temporal del sistema según el integrador actual.

Realiza un paso temporal del sistema según el integrador actual.

**Parameters**

|           |                 |
|-----------|-----------------|
| <i>dt</i> | Paso de tiempo. |
|-----------|-----------------|

**3.3.2.6 Reserve()**

```
void Sistema::Reserve (
    int N )
```

Reserva memoria para un número determinado de bolas.

Reserva memoria para N bolas en la simulación.

**Parameters**

|          |                             |
|----------|-----------------------------|
| <i>N</i> | Número de bolas a reservar. |
| <i>N</i> | Número de bolas.            |

**3.3.2.7 SeleccioneIntegrador()**

```
void Sistema::SeleccioneIntegrador (
    const std::string & nombre )
```

Selecciona el integrador a utilizar.

Selecciona el método de integración temporal.

**Parameters**

|               |   |
|---------------|---|
| <i>nombre</i> | Nombre del integrador ("Euler" o "Verlet"). |
| <i>nombre</i> | Nombre del integrador ("euler" o "verlet"). |

**Exceptions**

|                              |                            |
|------------------------------|----------------------------|
| <i>std::invalid_argument</i> | Si el nombre no es válido. |
|------------------------------|----------------------------|

The documentation for this class was generated from the following files:

- [Sistema.h](#)
- [Sistema.cpp](#)

## Chapter 4

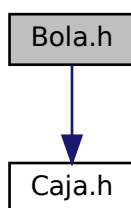
# File Documentation

### 4.1 Bola.h File Reference

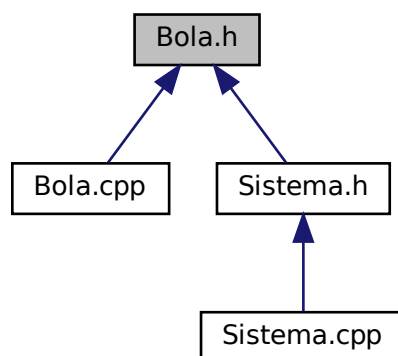
Define la clase [Bola](#) que representa una partícula (bola) en el sistema de billar.

```
#include "Caja.h"
```

Include dependency graph for Bola.h:



This graph shows which files directly or indirectly include this file:



## Classes

- class [Bola](#)

*Representa una bola en una simulación de billar 2D.*

### 4.1.1 Detailed Description

Define la clase [Bola](#) que representa una partícula (bola) en el sistema de billar.

Esta clase contiene la posición, velocidad, masa y radio de una bola, así como los métodos necesarios para moverla y resolver colisiones con otras bolas o con las paredes.

## 4.2 Bola.h

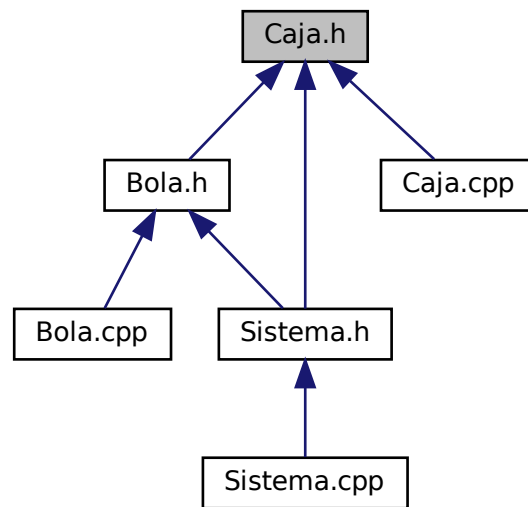
[Go to the documentation of this file.](#)

```
1
9 #ifndef BOLA_H
10 #define BOLA_H
11
12 #include "Caja.h"
13
21 class Bola {
22 private:
23     double x, y;
24     double vx, vy;
25     double m;
26     double r;
27
28 public:
29     Bola();
30
31     void Inicie(double x0, double y0, double vx0, double vy0, double m0, double r0);
32
33     void Muevase(double dt);
34
35     void ResuelvaColisionParedesSimple(const Caja& C);
36
37     void ResuelvaColisionParedesRobusto(const Caja& C);
38
39     void ChoqueElastico(Bola& otra);
40
41     // ===== Getters =====
42     double Getx()const { return x; }
43     double Gety()const { return y; }
44     double Getvx()const { return vx; }
45     double Getvy()const { return vy; }
46     double Getm()const { return m; }
47     double Getr()const { return r; }
48 };
49
50 #endif
```

## 4.3 Caja.h File Reference

Define la clase [Caja](#) que representa el contenedor rectangular del sistema de billar.

This graph shows which files directly or indirectly include this file:



## Classes

- class [Caja](#)

*Representa el recinto rectangular donde se mueven las bolas.*

### 4.3.1 Detailed Description

Define la clase [Caja](#) que representa el contenedor rectangular del sistema de billar.

La clase [Caja](#) define las dimensiones del área de simulación (ancho y alto), dentro de la cual se mueven las bolas y con cuyas paredes pueden colisionar.

## 4.4 Caja.h

[Go to the documentation of this file.](#)

```

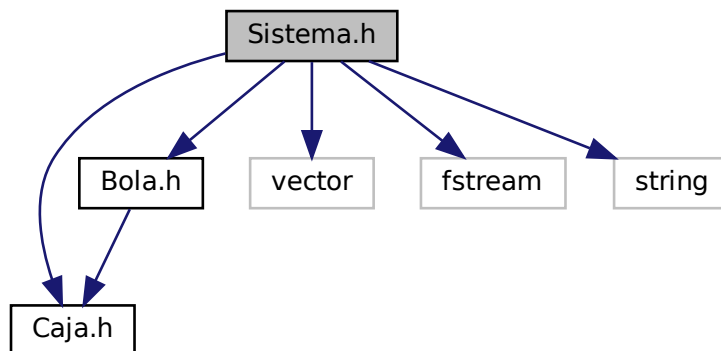
1
9 #ifndef CAJA_H
10 #define CAJA_H
11
19 class Caja {
20 private:
21     double W;
22     double H;
23
24 public:
26     Caja();
27
33     void Defina(double W_, double H_);
34
36     double GetW()const { return W; }
37
39     double GetH()const { return H; }
40 };
41
42 #endif
  
```

## 4.5 Sistema.h File Reference

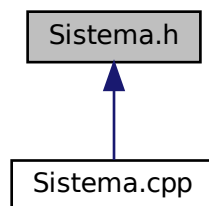
Define la clase [Sistema](#), que representa el conjunto de bolas y la caja donde se realiza la simulación.

```
#include "Caja.h"  
#include "Bola.h"  
#include <vector>  
#include <fstream>  
#include <string>
```

Include dependency graph for Sistema.h:



This graph shows which files directly or indirectly include this file:



### Classes

- class [Sistema](#)  
*Representa el sistema completo de simulación de un billar de N bolas.*

### Enumerations

- enum class [Integrador](#) { [Euler](#) , [Verlet](#) }  
*Enumeración para seleccionar el método de integración temporal.*



### 4.5.1 Detailed Description

Define la clase [Sistema](#), que representa el conjunto de bolas y la caja donde se realiza la simulación.

La clase [Sistema](#) coordina la evolución temporal de todas las bolas, maneja la detección y resolución de colisiones, y gestiona la salida de datos.

### 4.5.2 Enumeration Type Documentation

#### 4.5.2.1 Integrador

```
enum class Integrador [strong]
```

Enumeración para seleccionar el método de integración temporal.

Permite elegir entre los esquemas de Euler y Verlet.

Enumerator

|        |  |
|--------|--|
| Euler  | Integración mediante el método de Euler explícito. |
| Verlet | Integración mediante el método de Verlet.          |

## 4.6 Sistema.h

[Go to the documentation of this file.](#)

```
1
9 #ifndef SISTEMA_H
10 #define SISTEMA_H
11
12 #include "Caja.h"
13 #include "Bola.h"
14 #include <vector>
15 #include <fstream>
16 #include <string>
17
24 enum class Integrador {
25     Euler,
26     Verlet
27 };
28
36 class Sistema {
37 private:
38     Caja caja;
39     std::vector<Bola> bolas;
40     Integrador integrador_actual = Integrador::Verlet;
41
46     void PasoEuler(double dt);
47
52     void PasoVerlet(double dt);
53
54 public:
60     void DefinaCaja(double W, double H);
61
66     void Reserve(int N);
67
79     void InicialiceRejilla(double m, double r, double v_max, bool alterna = false);
80
86     void SeleccionaIntegrador(const std::string& nombre);
```

```
87
92     void Paso(double dt);
93
98     void Encabezado(std::ofstream& f);
99
105     void Guarde(std::ofstream& f, double t);
106 };
107
108 #endif
109
```

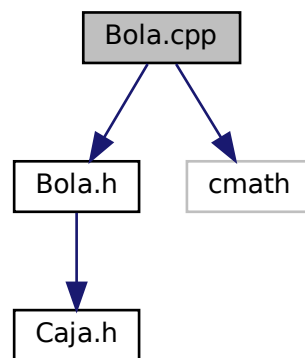
## 4.7 Bola.cpp File Reference

Implementación de los métodos de la clase [Bola](#).

```
#include "Bola.h"
```

```
#include <cmath>
```

Include dependency graph for Bola.cpp:



### 4.7.1 Detailed Description

Implementación de los métodos de la clase [Bola](#).

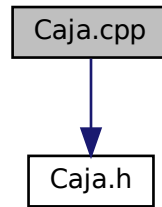
Contiene la lógica para el movimiento de las bolas, las colisiones con las paredes y los choques elásticos entre bolas.

## 4.8 Caja.cpp File Reference

Implementación de la clase [Caja](#).

```
#include "Caja.h"
```

Include dependency graph for Caja.cpp:



### 4.8.1 Detailed Description

Implementación de la clase [Caja](#).

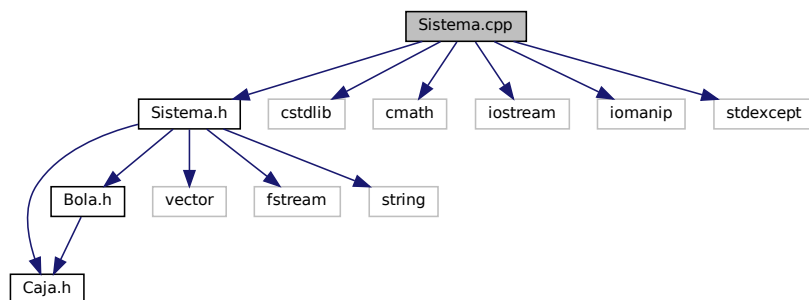
Contiene la definición de los métodos que inicializan y configuran las dimensiones del recinto donde se mueven las bolas.

## 4.9 Sistema.cpp File Reference

Implementación de la clase [Sistema](#), que coordina la simulación del billar.

```
#include "Sistema.h"  
#include <cstdlib>  
#include <cmath>  
#include <iostream>  
#include <iomanip>  
#include <stdexcept>
```

Include dependency graph for Sistema.cpp:



### 4.9.1 Detailed Description

Implementación de la clase [Sistema](#), que coordina la simulación del billar.

Este archivo contiene la lógica para el avance temporal, las colisiones entre bolas, y la escritura de resultados a archivos de salida.

# Index

- Bola, [5](#)
  - Bola, [6](#)
  - ChoqueElastico, [6](#)
  - Getm, [7](#)
  - Getr, [7](#)
  - Getvx, [7](#)
  - Getvy, [7](#)
  - Getx, [7](#)
  - Gety, [7](#)
  - Inicie, [7](#)
  - Muevase, [8](#)
  - ResuelvaColisionParedesRobusto, [8](#)
  - ResuelvaColisionParedesSimple, [9](#)
- Bola.cpp, [22](#)
- Bola.h, [17](#), [18](#)
- Caja, [10](#)
  - Caja, [10](#)
  - Defina, [11](#)
  - GetH, [11](#)
  - GetW, [12](#)
- Caja.cpp, [22](#)
- Caja.h, [18](#), [19](#)
- ChoqueElastico
  - Bola, [6](#)
- Defina
  - Caja, [11](#)
- DefinaCaja
  - Sistema, [13](#)
- Encabezado
  - Sistema, [14](#)
- Euler
  - Sistema.h, [21](#)
- GetH
  - Caja, [11](#)
- Getm
  - Bola, [7](#)
- Getr
  - Bola, [7](#)
- Getvx
  - Bola, [7](#)
- Getvy
  - Bola, [7](#)
- GetW
  - Caja, [12](#)
- Getx
  - Bola, [7](#)
- Gety
  - Bola, [7](#)
- Guarda
  - Sistema, [14](#)
- InicialiceRejilla
  - Sistema, [14](#)
- Inicie
  - Bola, [7](#)
- Integrador
  - Sistema.h, [21](#)
- Muevase
  - Bola, [8](#)
- Paso
  - Sistema, [15](#)
- Reserve
  - Sistema, [16](#)
- ResuelvaColisionParedesRobusto
  - Bola, [8](#)
- ResuelvaColisionParedesSimple
  - Bola, [9](#)
- SeleccionaIntegrador
  - Sistema, [16](#)
- Sistema, [13](#)
  - DefinaCaja, [13](#)
  - Encabezado, [14](#)
  - Guarda, [14](#)
  - InicialiceRejilla, [14](#)
  - Paso, [15](#)
  - Reserve, [16](#)
  - SeleccionaIntegrador, [16](#)
- Sistema.cpp, [23](#)
- Sistema.h, [20](#), [21](#)
  - Euler, [21](#)
  - Integrador, [21](#)
  - Verlet, [21](#)
- Verlet
  - Sistema.h, [21](#)