Proyecto de Graduacion:

“Modelamiento y programación de un juego de LEGOS en un entorno de Realidad Virtual.”

Integrantes:

- Freddy Alejandro Arboleda Moncayo
- Ricardo Patricio Laica Cornejo
- María Magdalena Loor Romero

Justificación y alcance del proyecto

- Consiste en un prototipo funcional semi – inmersivo del juego de bloques de LEGO, en donde se aplicaran los conceptos fundamentales de la Realidad Virtual.

Objetivo general:

- Crear un ambiente 3D conformado por piezas de LEGOS, que permita al usuario interactuar en un entorno semi-inmersivo.

Objetivos Específicos:

- Aplicar los conceptos fundamentales como Inmersión, Presencia e Interacción.
- Crear una aplicación amigable.
- Implementar un procedimiento que nos permita manipular los trackers con alto grado de precisión.

Metodología aplicada:

- La metodología en que nos basamos para desarrollar la aplicación es el modelo iterativo.
- La interacción se realiza a través de dispositivos de entrada y salida no convencionales.
- Las pruebas del prototipo estuvieron enfocadas en medir el grado de precisión de los trackers, cuando el usuario interactuaba con los objetos del entorno virtual.

Algunos conceptos importantes:

- **PRESENCIA**

  Es un concepto subjetivo y radica en la sensación de estar en un ambiente diferente al que realmente se está.

- **INMERSIÓN**

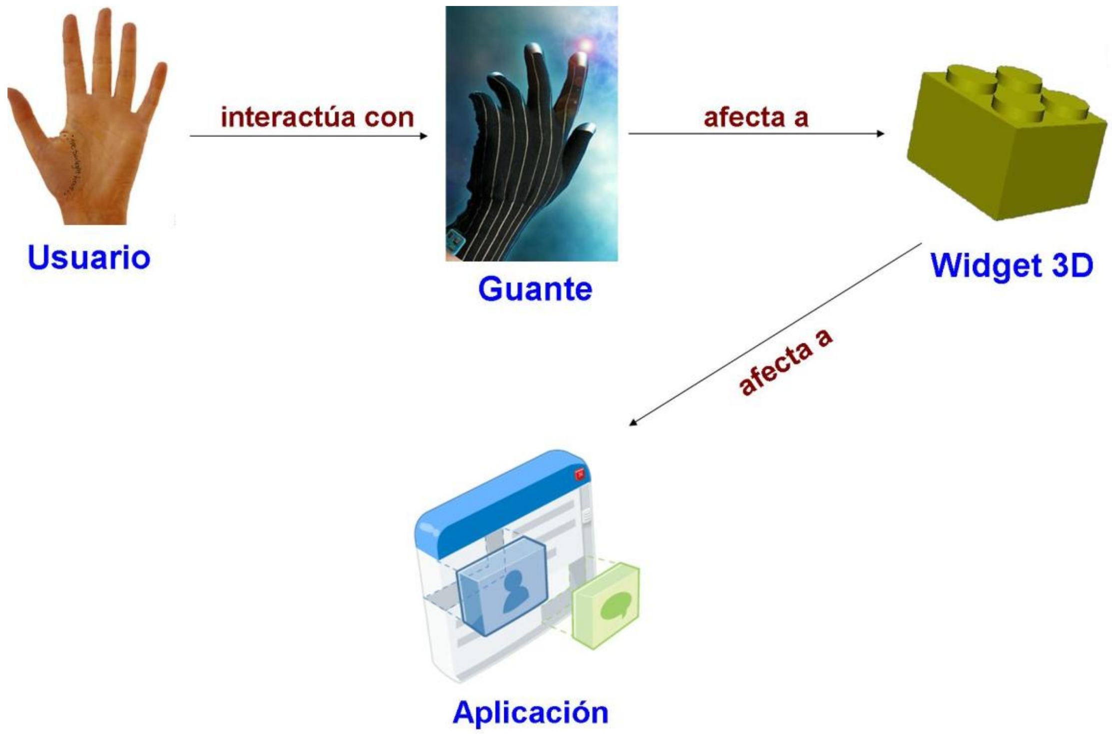
  Se da cuando el usuario bloquea toda distracción del mundo real y sólo percibe el entorno virtual.

- **INTERACCIÓN**

  Es la forma como el usuario se comunica con la aplicación.

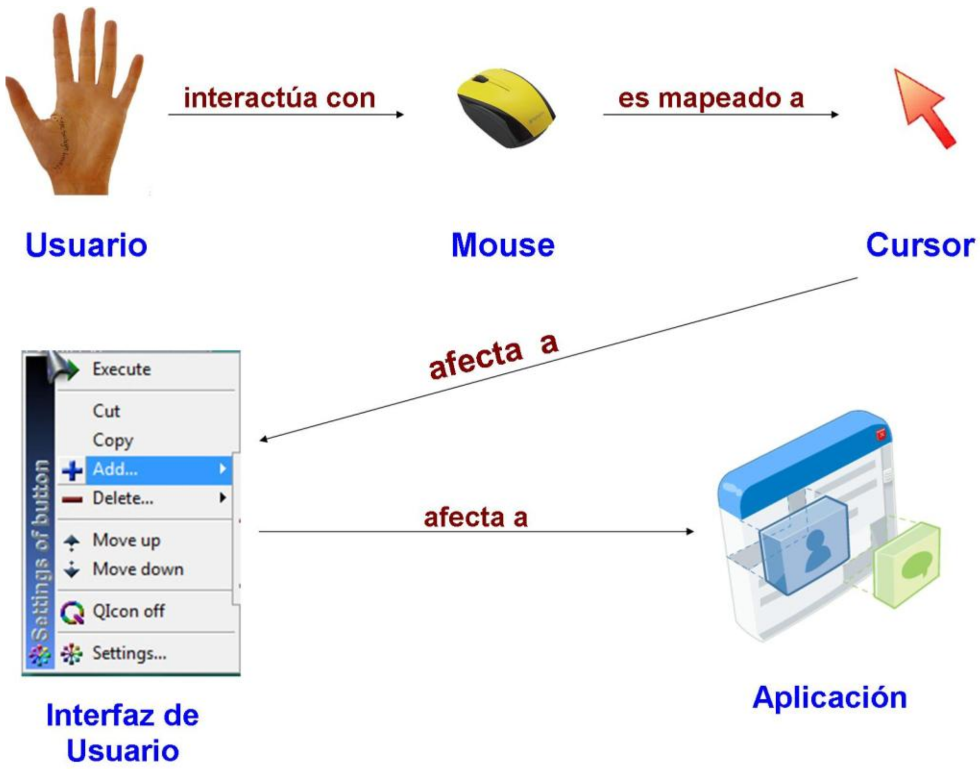
Tipos de interacción:

- Implícita o directa



TIPOS DE INTERACCIÓN:

- Explícita o clásica



Algunos conceptos importantes:

SISTEMAS INMERSIVOS	SISTEMAS NO INMERSIVOS	SISTEMAS SEMI - INMERSIVOS
Inmersión total	No existe inmersividad	Inmersión parcial
Existe la sensación de presencia	Característica de presencia nula.	Carecen de la sensación de presencia.
Interacción implícita o directa	Interacción clásica	Interacción directa y clásica
Dispositivos con alto costo	Dispositivos comunes	Se pueden utilizar ambos
Herramientas complicadas	Herramientas más accesibles	Se pueden utilizar ambas
Libertad de movimientos	Movimientos restringidos por cables	Puede existir restricciones de movimientos
CAVE, cascos de inmersión (HMD)	VRML	Proyecto LEGO

Análisis de la Aplicación: Requisitos

Requisitos funcionales

- Guantes
- Gafas estereoscópicas
- Trackers

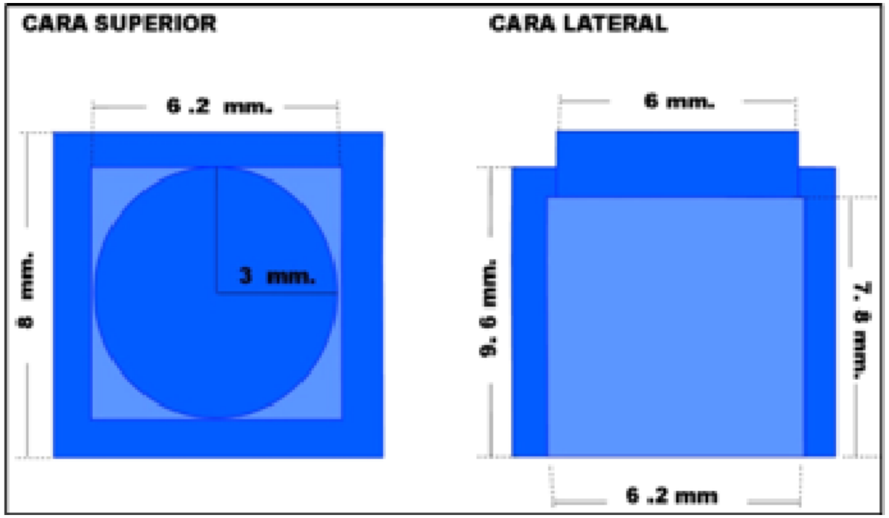
Requisitos no funcionales

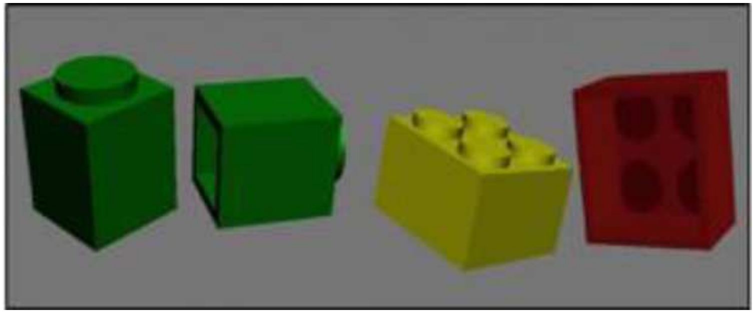
- Llamativa
- Intuitiva
- Fácil uso

Análisis de la Aplicación: Diseño de la aplicación e interacción

- **Diseño de los objetos 3D**

Modelados en 3D Studio Max v9





Bloques de LEGO

Dimensiones guía para la creación de un bloque.

Análisis de la Aplicación: Dispositivos de entrada y salida

Gafas estereosc{opicas

Guante de datos 5DT

Tracker electromagnético Polhemus

Análisis de la Aplicación: Arquitectura de la aplicación

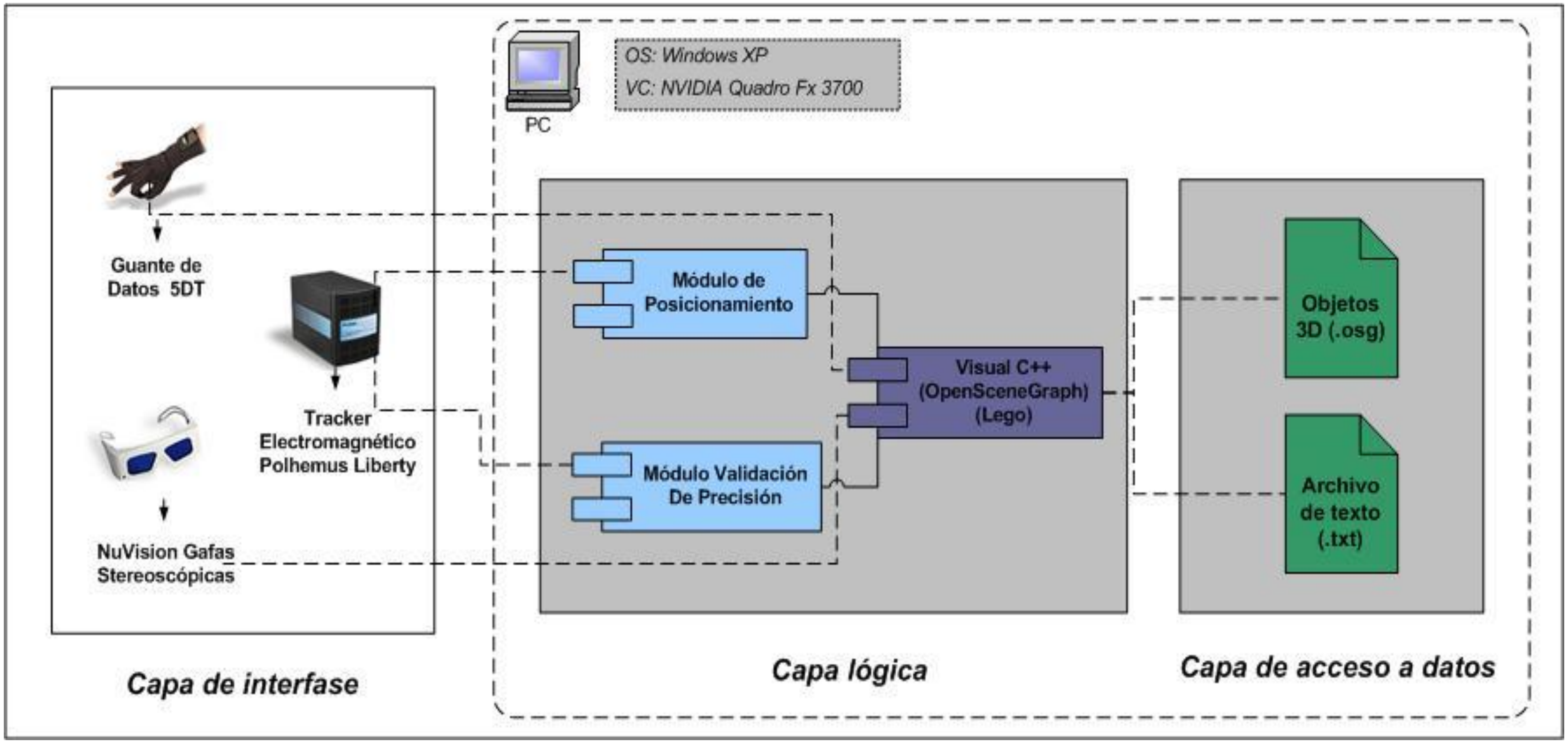


Diagrama general del Sistema – Arquitectura

Análisis de la Aplicación: Módulo de Posicionamiento

Recibir las coordenadas libre de errores del módulo de validación

Aplicar la heurística de posicionamiento

Graficar el Lego en la posición libre que se obtiene al aplicar la heurística de posicionamiento

Análisis de la Aplicación: Módulo de Validación de Precisión

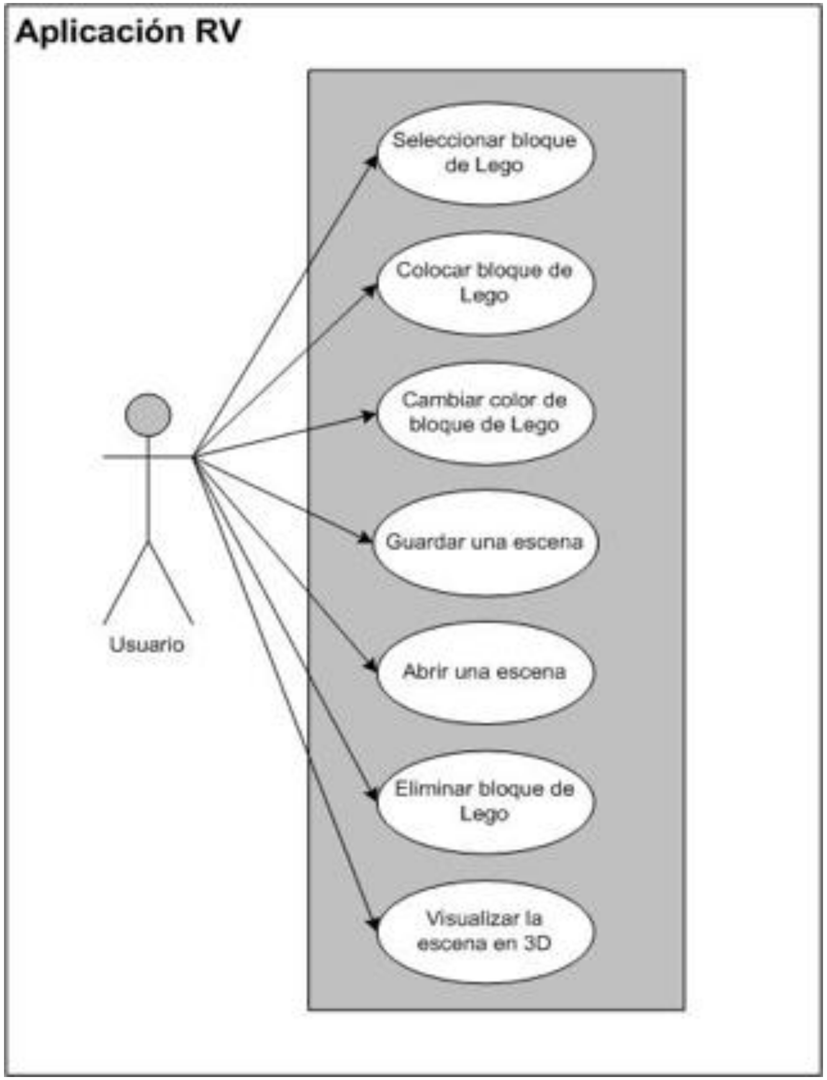
Tomar los valores (x , y, z) capturados por el tracker

Aplicar la corrección a los valores obtenidos por el tracker.

Aplicar las transformaciones de coordenadas

Vosg = {8*[2*(Yt - 9), 9.2 + [9.2* Xt],-8*[4*Zt]]}

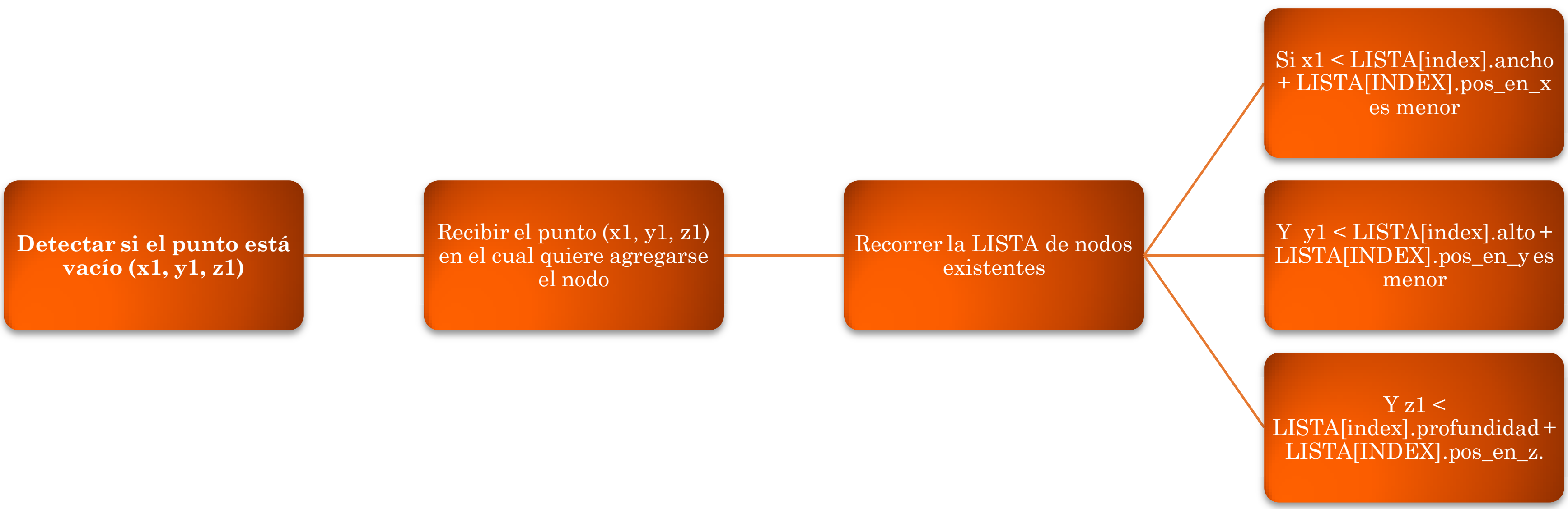
Análisis de la Aplicación: Diagrama de Casos de uso



Análisis de la Aplicación: Diseño de algoritmos

- **Seleccionar Nodo (x1, y1, z1)**
  - Recibir punto (x1, y1, z1)
  - Recorrer lista de Nodos y extraer
  - Retornar el nodo seleccionado
- **Color al Nodo (color i)**
  - Recibir índice de la paleta seleccionada
  - Recorrer la paleta de colores
  - Tomar el atributo color de la paleta seleccionada
  - Retornar el color

Análisis de la Aplicación: Diseño de algoritmos



Análisis de la Aplicación: Interfaz de la aplicación

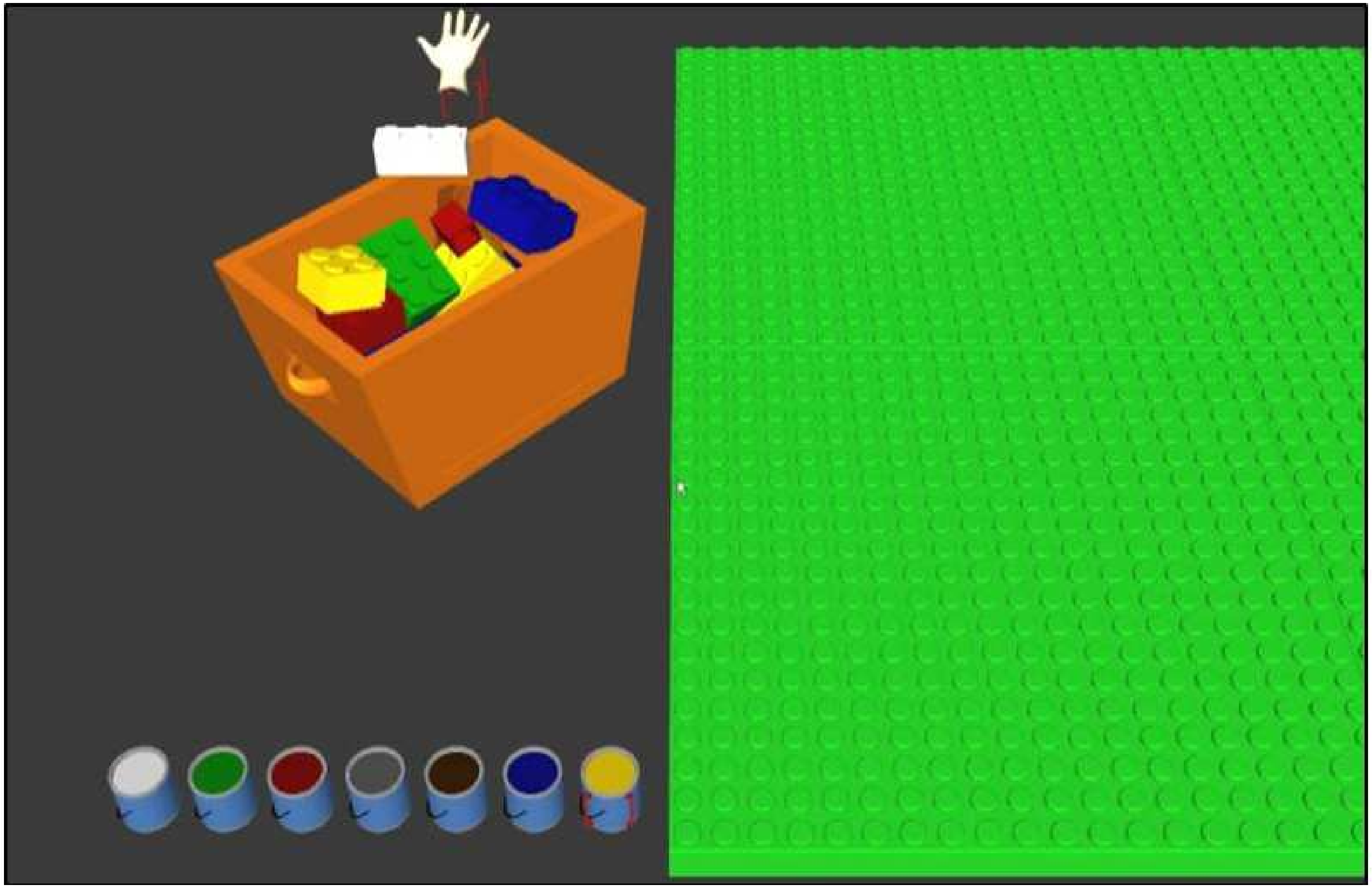


Imagen del contenedor de bloques de Lego

Análisis de la Aplicación: Diseño de pruebas

Naturalidad de gestos realizados con el guante para seleccionar, agarrar y soltar un bloque en el área de trabajo.

La ejecución correcta del picking de los objetos.

Precisión en la ubicación de los bloques, comprobar si se pueden colocar en cualquier lugar del área de trabajo y no fuera de ella.

El correcto funcionamiento de los algoritmos encargados de controlar la lógica en la ubicación de los bloques en la escena, evitar que se traslapen, que se coloquen en la misma posición de una pieza anteriormente colocada, etc.

Comprobación de almacenamiento y carga correctamente una escena.

Comprobación que la aplicación no se interrumpa por algún error en el tiempo de ejecución.

Análisis de la Aplicación: Evaluación de resultados

TAREAS	LEGO VERSIÓN 1.0	LEGO VERSIÓN 2.0
PRESICIÓN EN MOVIMIENTO DE LOS TRACKERS	Movimientos imprecisos y poco reales, muy difícil de manejar por parte del usuario.	Movimientos con mayor precisión, el usuario no se tiene que esforzar para que sus movimientos reflejen la posición que desea en el mundo virtual.
RETROALIMENTACIÓN ADECUADA EN SELECCIÓN DE OBJETOS	No se maneja la retroalimentación, el usuario no está seguro si ha seleccionado o no un objeto.	El usuario está seguro de que ha seleccionado un objeto, debido a que se maneja la retroalimentación.
REALISMO DE OBJETOS	Detalles poco reales.	Se mejoró el realismo de los objetos.
CÁMARA DE LA ESCENA ESTABLE	Se muestran cambios bruscos en el movimiento de la cámara de la escena.	Movimientos de cámara más naturales, se manejan con un segundo tracker.
MANEJO DEL PICKING SELECTIVO DE OBJETOS	No se maneja el picking selectivo.	Se maneja el picking selectivo.
ELIMINACIÓN DE BLOQUES	No se puede eliminar un bloque de la escena.	El usuario puede eliminar un bloque de la escena.
RETARDO EN LA SELECCIÓN DE OBJETOS CON EL GUANTE	Se presenta un pequeño desfase en la selección de objetos.	No se presenta retardo al momento de realizar la selección de objetos.
CORRECTO DESEMPEÑO DE ALGORITMOS DE CONTROL DE UBICACIÓN DE BLOQUES	No se verificaba correctamente si una posición estaba o no ocupada, los bloques tendían a montarse sobre otro.	Se verifica correctamente las posiciones ocupadas, los bloque ya no se montan sobre otros. Se puede sacar un bloque intermedio, quedando bloques flotando.
PERMITE ALMACENAR UNA ESCENA	No se puede guardar una escena.	Se puede guardar una escena, pero no se almacenan correctamente las posiciones de los bloques.

Implementación

Software Utilizado

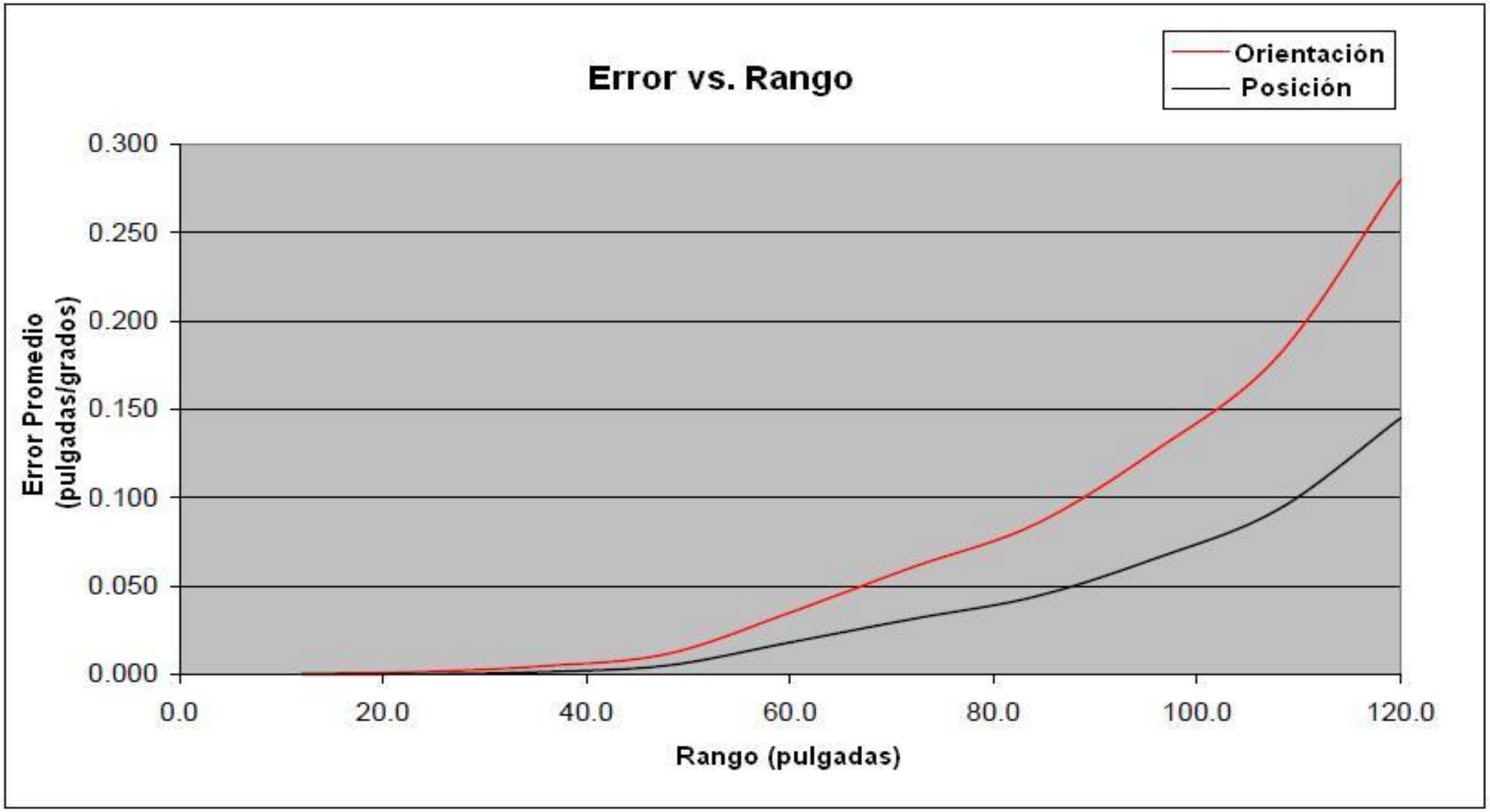
- 3d Studio Max 9
- Visual Studio 2008
- OpenSceneGraph
- Simple DirectMedia Layer (SDL)

DISPOSITIVOS DE HARDWARE

- 5DT Data Gloves
- Polhemus Motion Tracking (LIBERTY)
- NuVision wireless stereoscopic glasses
- DepthQ Projector

Análisis y Calibración

- Error en desempeño de los trackers



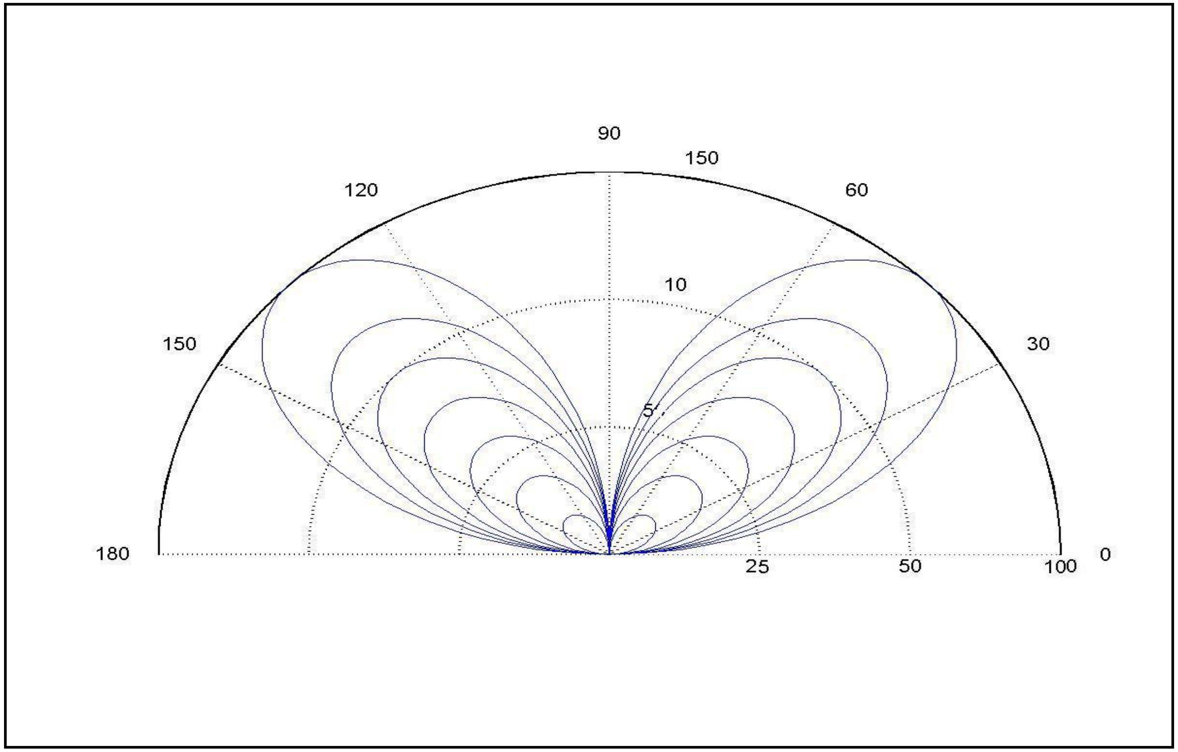
ANÁLISIS Y CALIBRACIÓN

- Valores de error según rango del sensor

RANGO (pulgadas)	ERROR DE DIRECCIÓN (grados)	ERROR DE POSICIÓN (pulgadas)
12.0	0.000415	0.000056
24.0	0.001450	0.000285
36.0	0.004843	0.001484
48.0	0.011768	0.005141
60.0	0.035014	0.018139
72.0	0.060574	0.031380
84.0	0.084804	0.043932
96.0	0.127206	0.065898
108.0	0.180633	0.093575
120.0	0.280113	0.145109

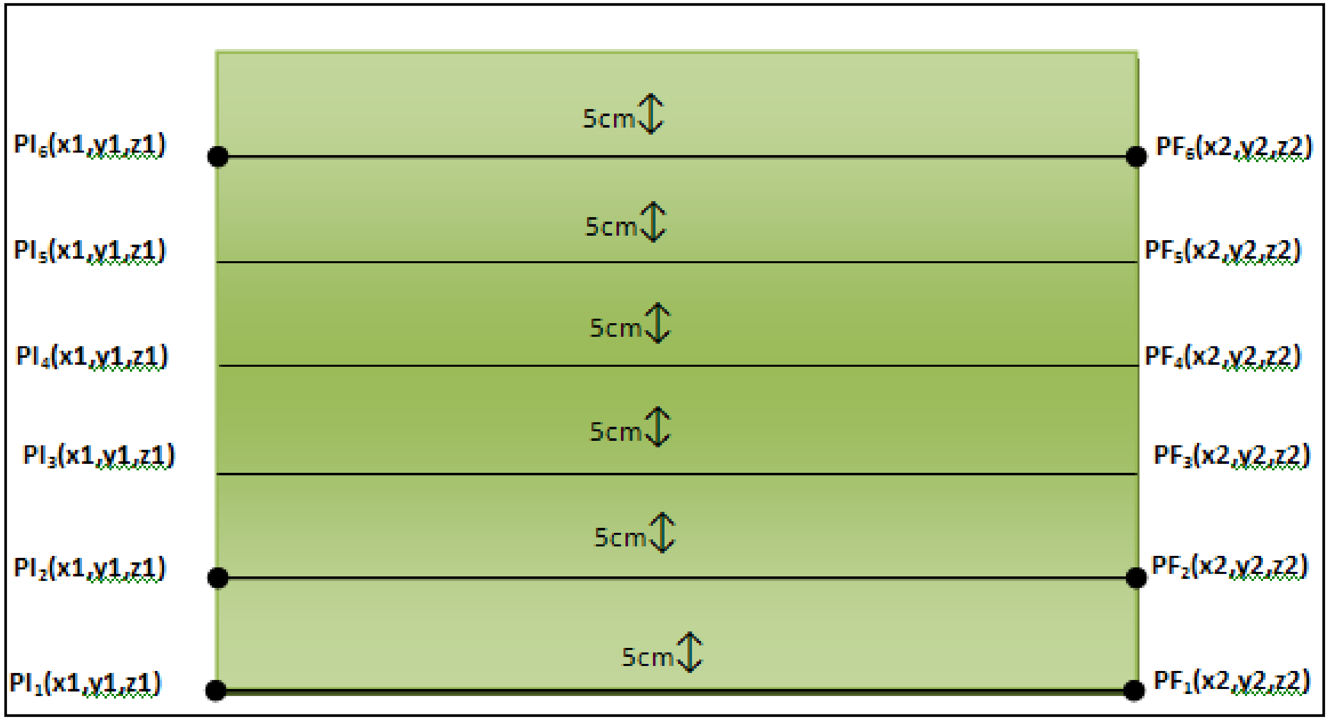
Análisis y Calibración

- Propagación transmisor omnidireccional



Implementación

- Líneas dibujadas en la base con separación de 5 cm



Implementación

- Análisis para crear un factor de corrección

	FACTOR DE CORRECION TRACKERS								
	PUNTO INICIAL			PUNTO FINAL			ERROR		
cm(z)	X	Y	Z	X	Y	Z	x	y	Z
0	2.00	8.90	0	3.79	29.00	1.83	1.79	0	1.83
5	2.00	8.90	2.90	4.36	28.69	3.67	2.36	0	0.77
10	2.00	8.90	4.62	5.09	28.77	5.38	3.09	0	0.76
15	2.00	8.90	6.5	5.66	28.53	6.95	3.66	0	0.45
20	2.00	8.90	8.44	6.13	28.44	8.30	4.13	0	0.14
25	2.00	8.90	9.78	6.47	28.36	9.70	4.47	0	0.08

Implementación

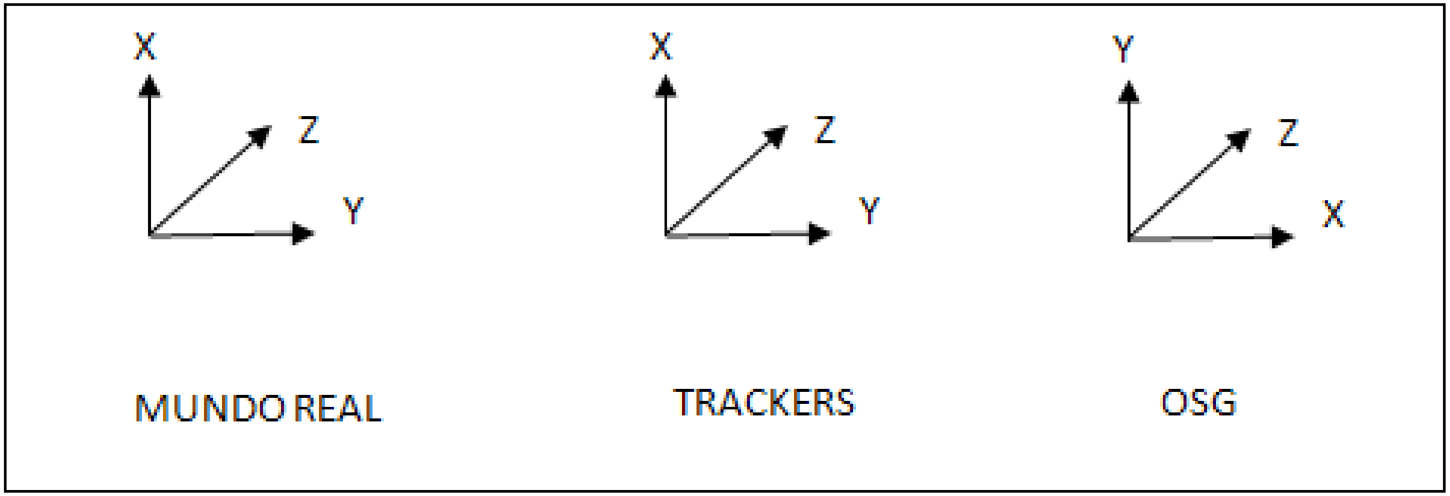
- Expresión matemática del factor de corrección

$$f(y) = \begin{cases} 0\ , & y < 0.3 \\ 0.5\ , & 0.3 \geq y \leq 0.8 \\ 1, & y \geq 0.8 \end{cases}$$

$$f(z) = \begin{cases} 0\ , & z < 0.25 \\ 0.25\ , & 0.25 \geq z \leq 0.4 \\ 0.5, & 0.4 \geq z \leq 0.65 \\ 0.75, & 0.75 \geq z \leq 0.85 \\ 1, & z \geq 0.85 \end{cases}$$

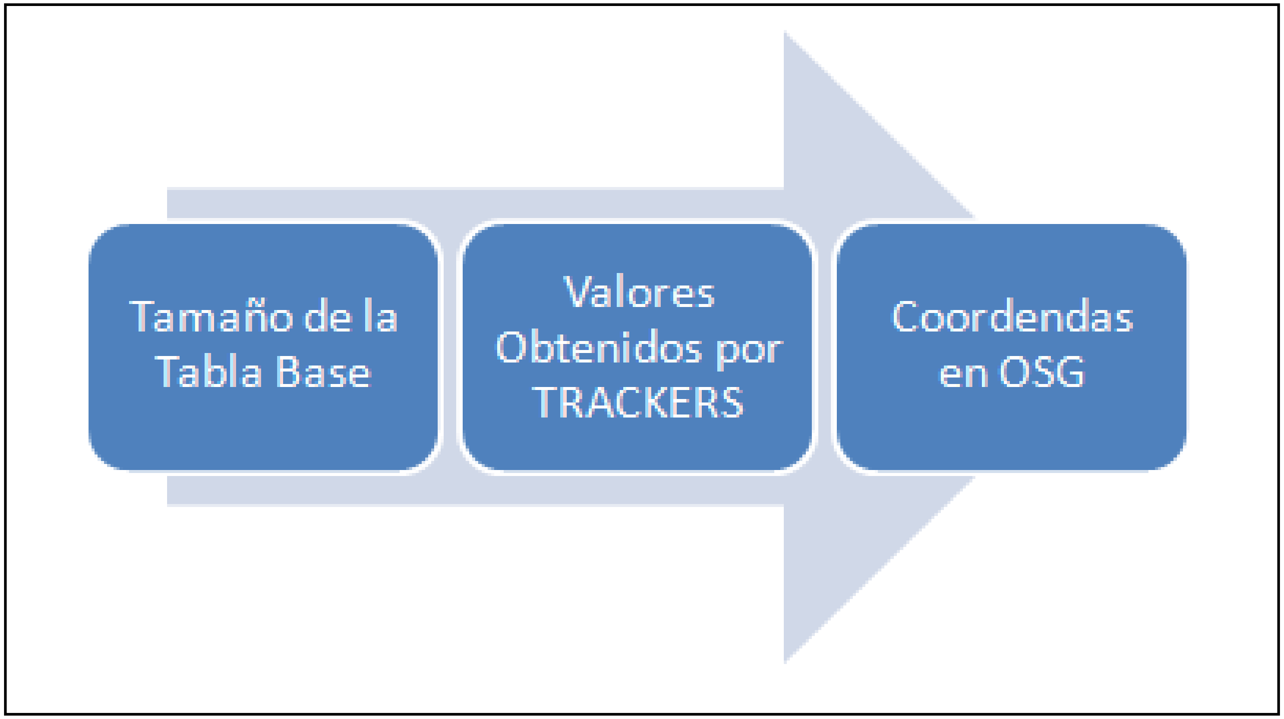
Implementación

- Para este análisis, empezamos por definir 3 espacios de trabajo con sus respectivos ejes de coordenadas



Implementación

- Orden de Transformaciones



Implementación

- Vector de Transformación

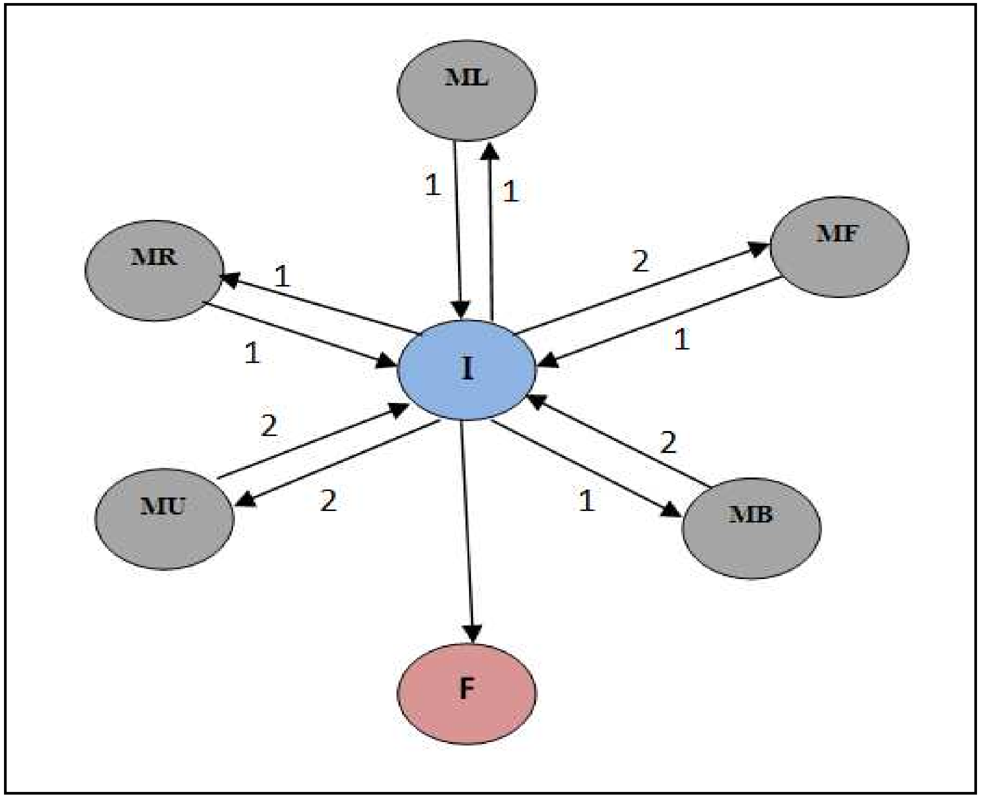
```
Xosg = ANCHO_DEL_BLOQUE_DE_LEGO_EN _OSG *
FACTOR_DE_DESPLAMIENTO_DEL_ANCHO *  (Yt -
ALTURA_MINIMA_SIN_ERRORES)

Yosg = ALTURA_MIN_OSG *
[ALTURA_BLOQUE_DE_LEGO_OSG * Xt]

Zosg = INVERSO_DE( LARGO_BLOQUE_OSG *
FACTOR_DE_DEZPLAMIENTO_DE_LA_PROFUNDIDAD * Zt)
```

- Por lo tanto el vector quedo de la siguiente manera:

```
Vosg = {8*[2*(Yt - 9), 9.2 + [9.2* Xt],-8*[4*Zt]]}
```

Implementación

- **Colisión de Objetos**



Grafo de opciones para evitar colisiones

IMPLEMENTACIÓN

- **Colisión de Objetos**

ML - > Movimiento a la izquierda (Eje -y)
MF -> Movimiento hacia el frente (Eje +z)
MB -> Movimiento hacia atrás (Eje -z)
MR -> Movimiento hacia la derecha (Eje +y)
I -> Punto es libre
F -> Agregar pieza

Conclusiones:

- Se pudo experimentar, analizar y aplicar los conceptos de Inmersión, Presencia e Interacción.
- Se pudo remediar los errores que se obtenían en la captura de los datos de posicionamiento con los trackers.
- Se solucionó la falencia que presentaba el tracker al no introducir valores negativos de "x".

Conclusiones:

- Podemos asegurar mediciones sin interferencia dentro de una zona de 75 cm de ancho, 25 cm de largo y 8 cm de alto.
- Se pudo conseguir que los movimientos fueran fluidos.
- El control y la precisión son de vital importancia, ya que de esto depende el realismo, la comodidad y aceptación del usuario.

RECOMENDACIONES:

- Se recomienda la creación de una CAVE.
- Se deben utilizar editores gráficos que sean más realistas y con alto detalle, pero que no incidan en el desempeño de la aplicación.
- Se debe poner énfasis en áreas críticas, como la calibración y precisión.
- Utilizar dispositivos totalmente inalámbricos.