Robots Móviles

Navegación semántica

Gráficos de elaboración propia.

Jonathan Crespo Herrero
Ramón I. Barber Castaño

ÍNDICE

Navegación en robots móviles

Sistema de Navegación Semántica

Modelado del entorno

Ejemplos de navegación semántica

Localización y exploración

Ventajas de la navegación semántica

NAVEGACIÓN EN ROBOTS MÓVILES

- Navegador geométrico.

  Sistema de coordenadas. Odometría.

- Navegador topológico.

  Rutas esquemáticas.

- Navegador semántico.

  Mecanismos cognitivos empleando información semántica del entorno.

NAVEGACIÓN SEMÁNTICA

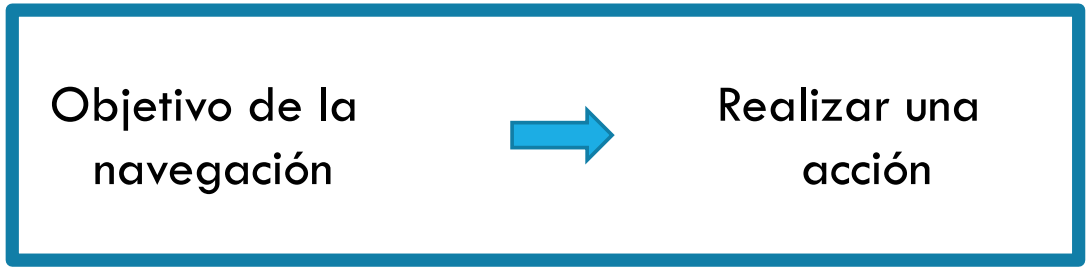
¿Qué es la navegación semántica?

Es una forma de planificar y organizar la trayectoria de un robot que tiene en cuenta conceptos cognitivos del entorno.

El desplazamiento tiene un objetivo, se aprovecha la semántica del entorno para llegar al destino

INFORMACIÓN A GESTIONAR

Propuesta: la navegación tiene un objetivo, los humanos tienden a agrupar los objetos según su **utilidad** en zonas próximas. La navegación semántica tiene que tener esto en cuenta.



DEDUCCIONES DE UN NAVEGADOR SEMÁNTICO

- Hay lugares etiquetados de forma que se identifican con acciones que se puede realizar en ellos
- Hay lugares etiquetados de forma que se puede estimar los objetos que contienen.
- Hay lugares etiquetados de forma que se diferencian de otros lugares y sirven como referencia.
- Hay lugares que aportan algún significado subjetivo sobre el estado de ánimo.

NAVEGACIÓN SEMÁNTICA. COMPONENTES.

Navegación de bajo nivel

NAVEGACIÓN SEMÁNTICA. COMPONENTES.

Navegación de alto nivel

- **Abstracción** espacial.
- Reconocimiento de lugares.
- **Clasificación** de lugares.

Navegación de bajo nivel

NAVEGACIÓN SEMÁNTICA. COMPONENTES.

Navegación de alto nivel

- **Abstracción** espacial.
- Reconocimiento de lugares.
- **Clasificación** de lugares.

Interfaz que comunica el alto con el bajo nivel

Navegación de bajo nivel

NAVEGACIÓN SEMÁNTICA

Beneficios que aporta a la navegación de robots.

- **Autonomía.**

  El robot **deduce información** aunque no la haya percibido directamente, detecta incoherencias y las resuelve sin intervención humana

- **Robustez**

  Buen comportamiento ante imprevistos, cambios o fallos. Rápida relocalización.

- **Eficiencia**

  Planificación basada en conceptos, se descarta lo irrelevante.

COMPARATIVA MÉTODOS NAVEGACIÓN

	Exigencias sensoriales	Flujo de datos	Capacidad de decisión	Abstracción
Semántica	↑	↓	↑	↑
Topológica				
Geométrica				

ÍNDICE

Navegación en robots móviles

Sistema de Navegación Semántica

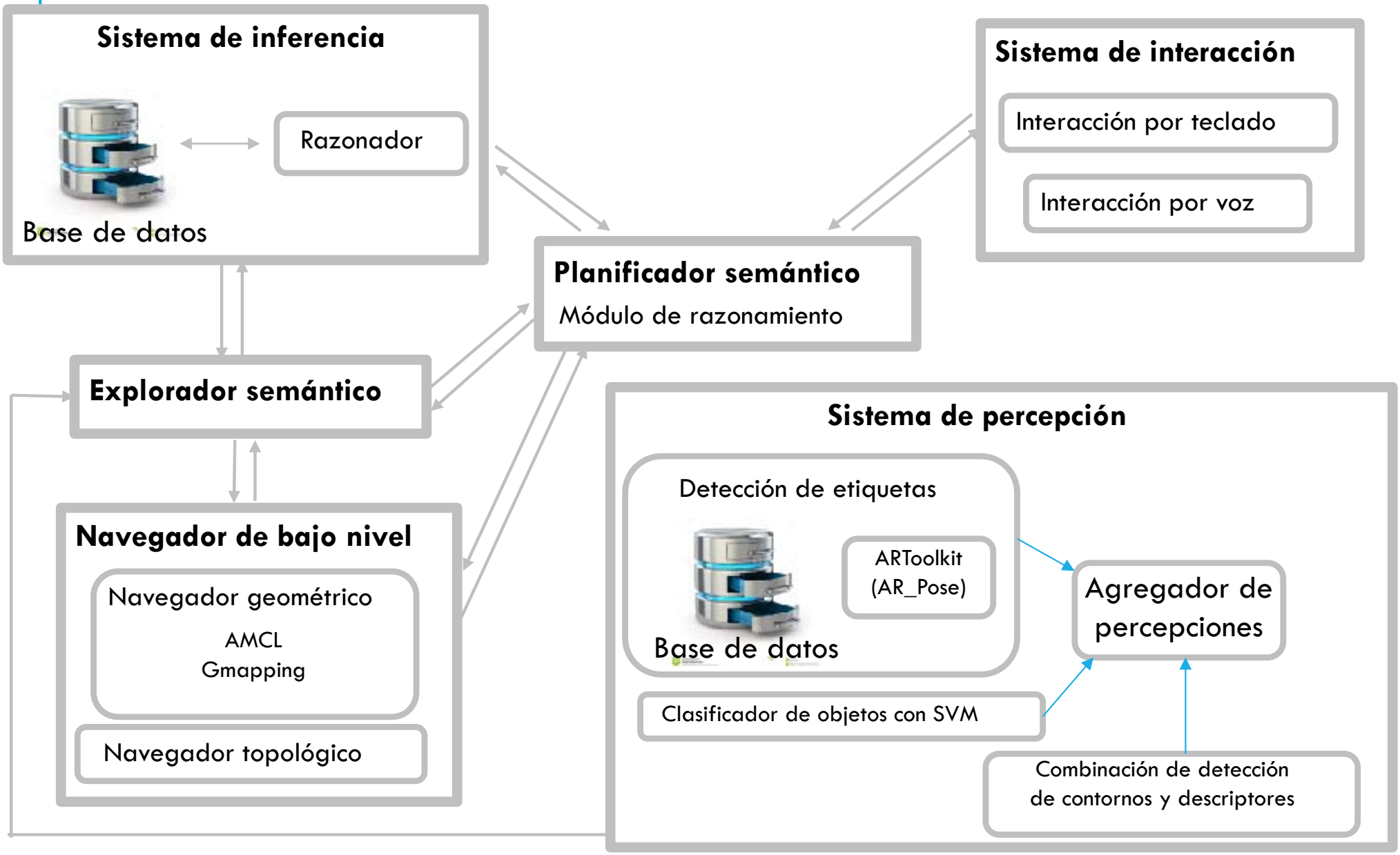
Modelado del entorno

Ejemplos de navegación semántica

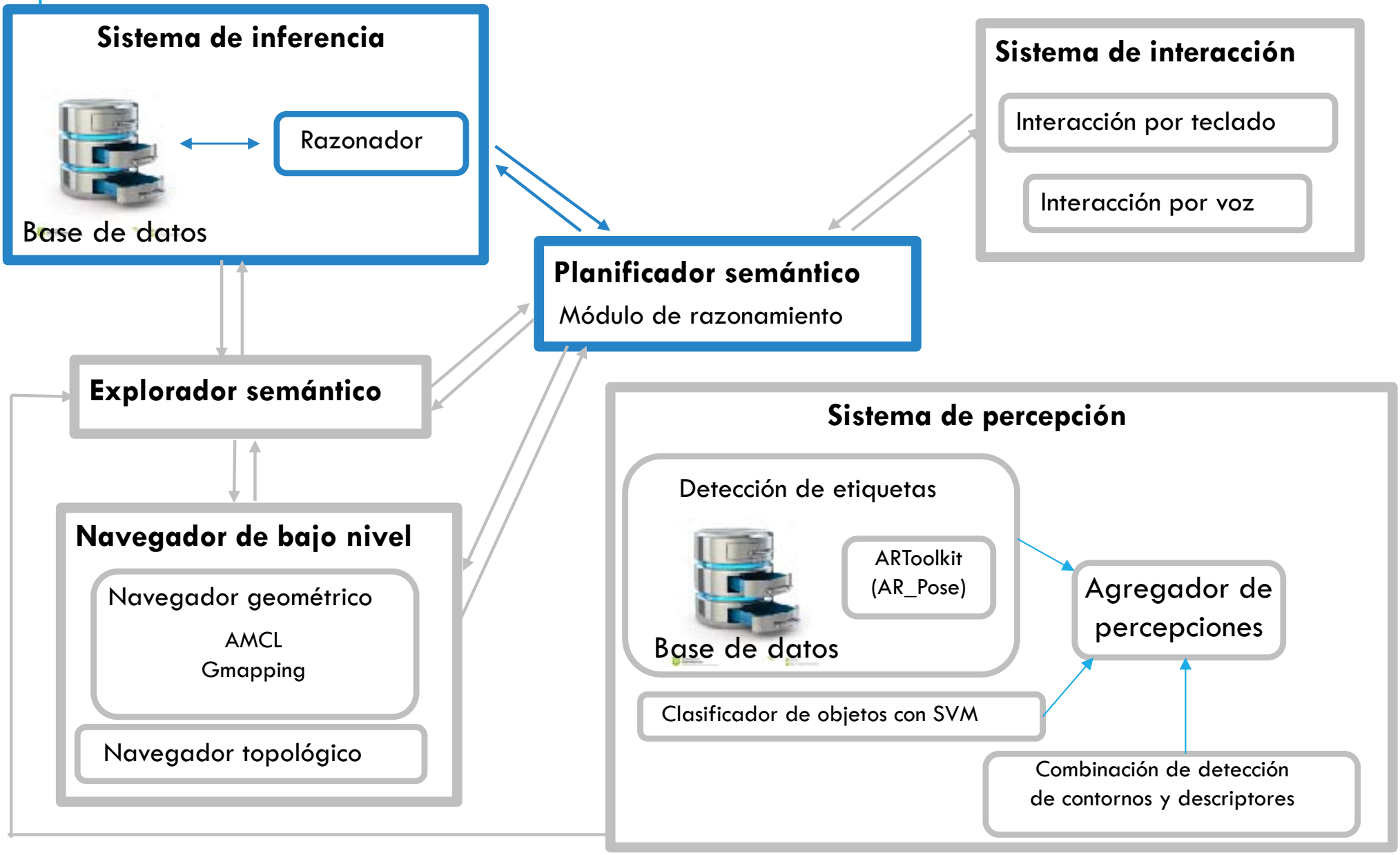
Localización y exploración

Ventajas de la navegación semántica

ARQUITECTURA NAVEGADOR SEMÁNTICO



ARQUITECTURA NAVEGADOR SEMÁNTICO



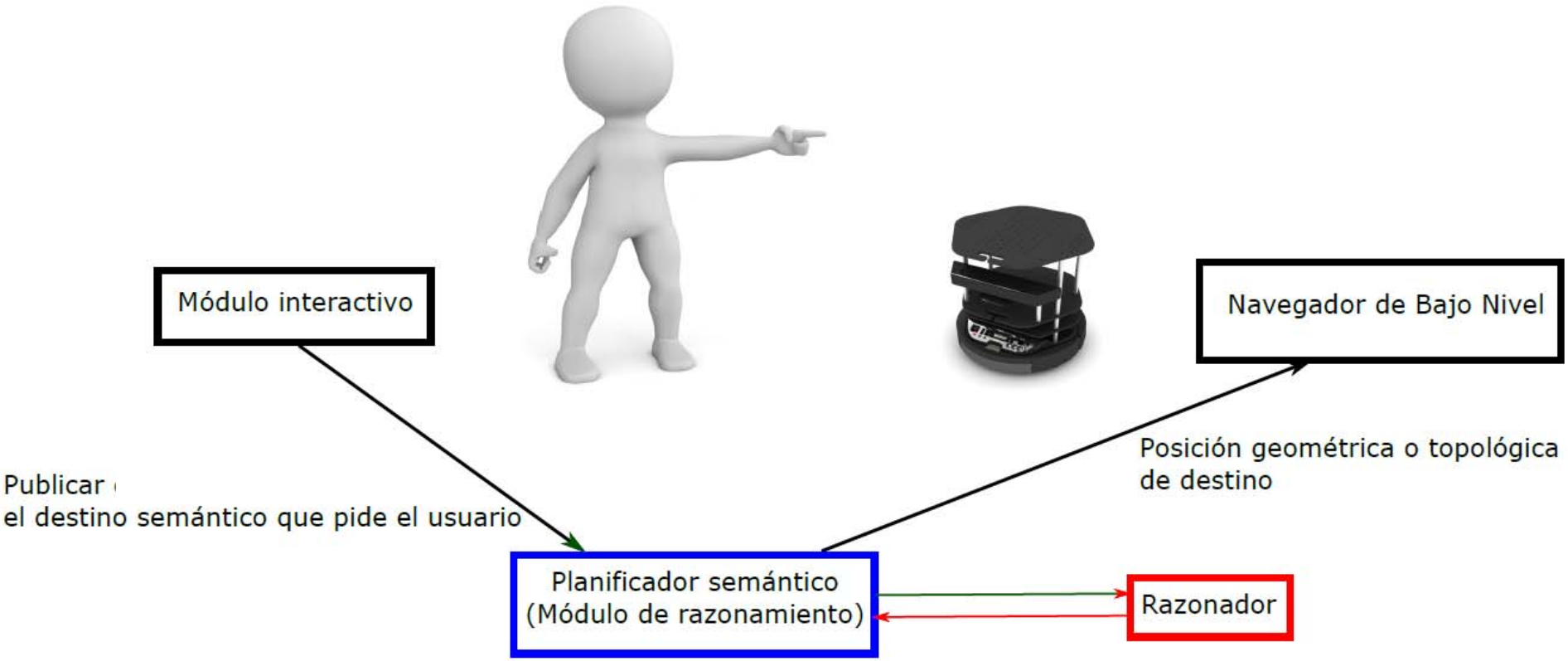
PLANIFICADORES SEMÁNTICOS

- Empleo de **etiquetas** (no son realmente semánticos)

- Empleo de **motores de razonamiento**
  - Basados en lógicas descriptivas.
  - Dos tipos de conocimiento:
    - Terminológico -> (Marcos) T-Box.
    - Asertivo -> (Lógica) A-Box.
  - El mecanismo de razonamiento se basa en la **subsunción**.

Ejemplo: **LOOM** y **NeoClassic.**

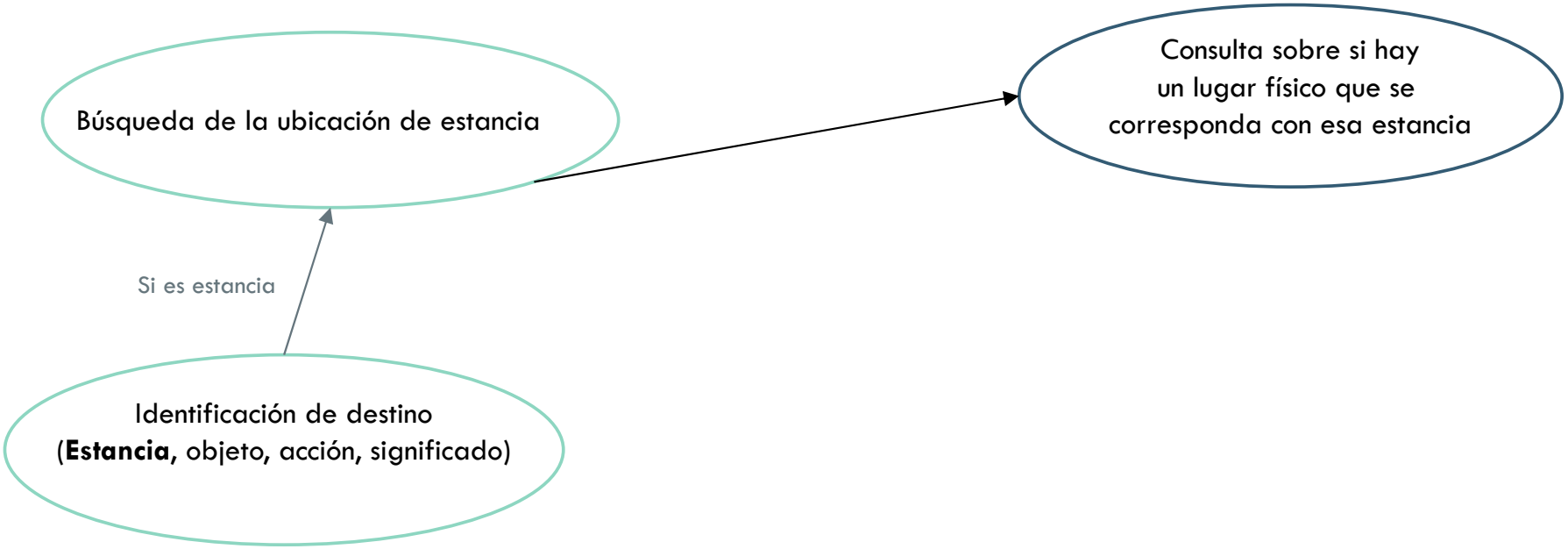
PLANIFICADOR SEMÁNTICO



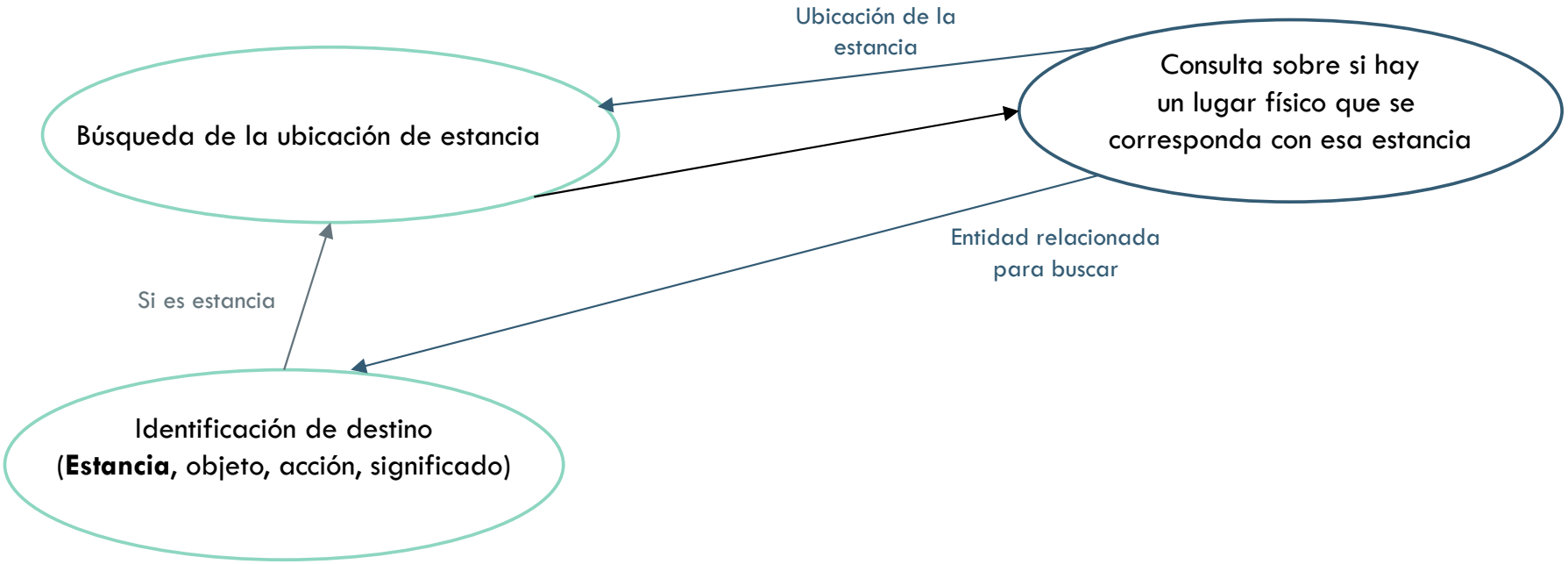
PLANIFICADOR SEMÁNTICO

Identificación de destino
(Estancia, objeto, acción, significado)

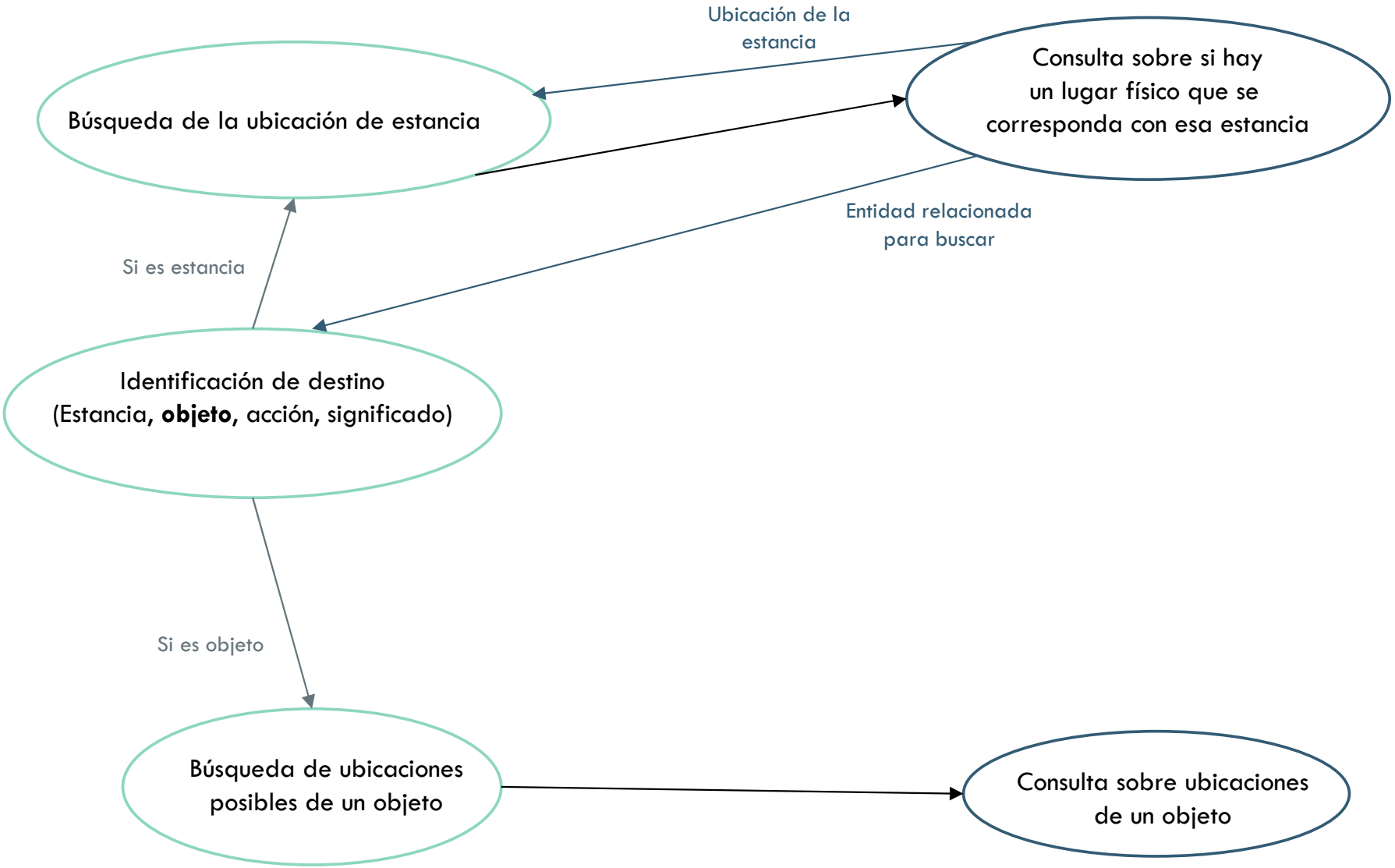
PLANIFICADOR SEMÁNTICO



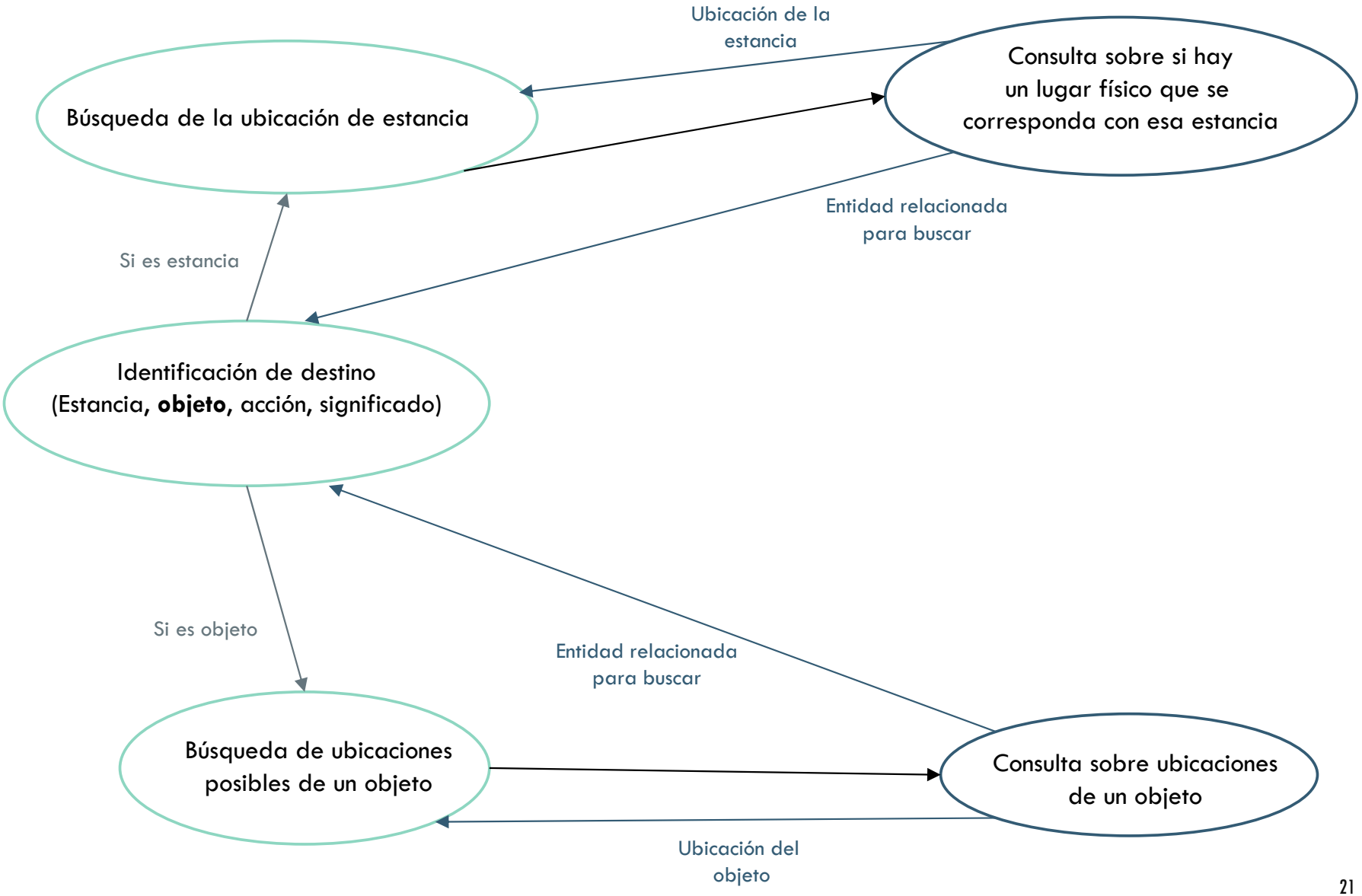
PLANIFICADOR SEMÁNTICO



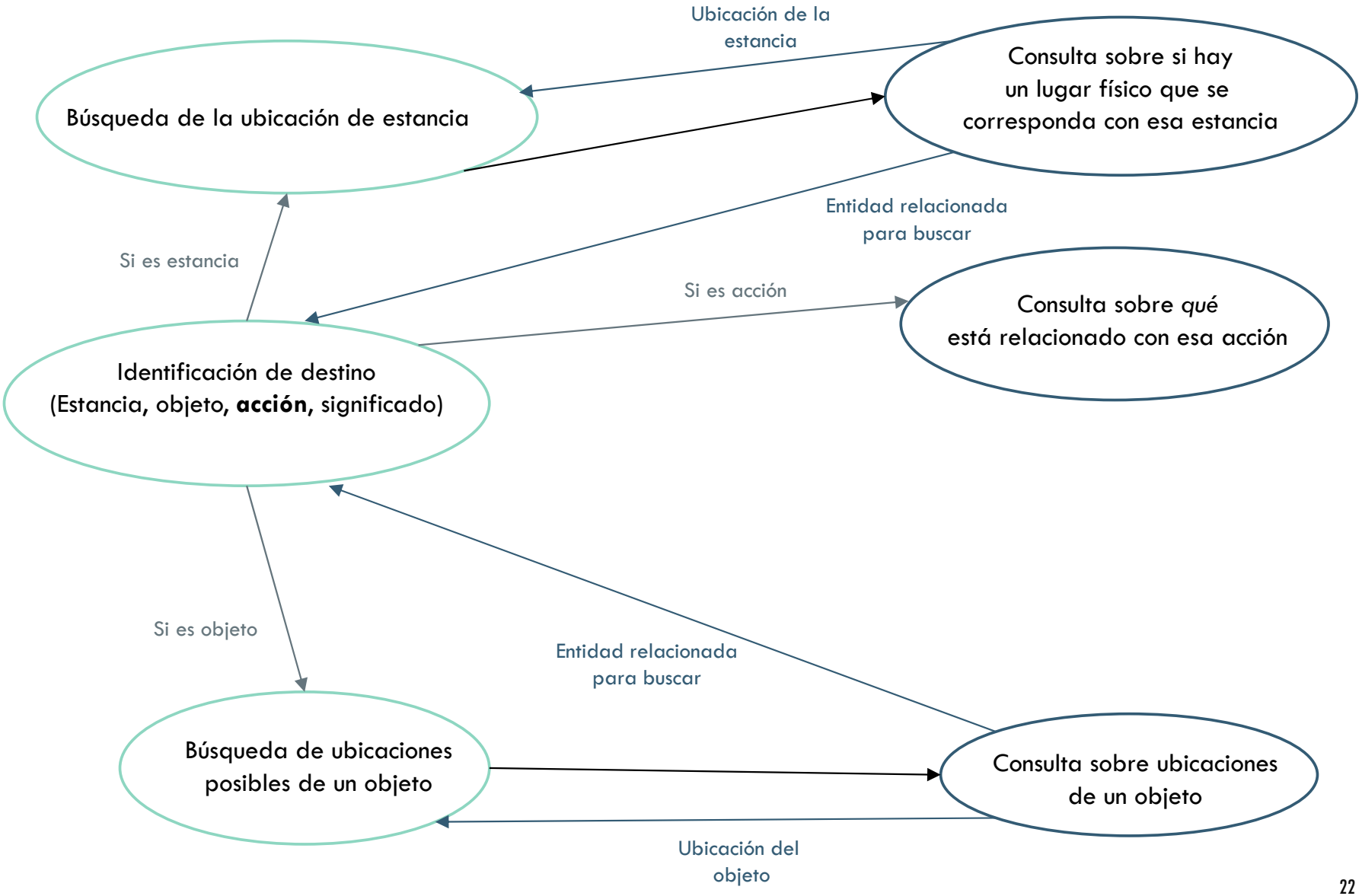
PLANIFICADOR SEMÁNTICO



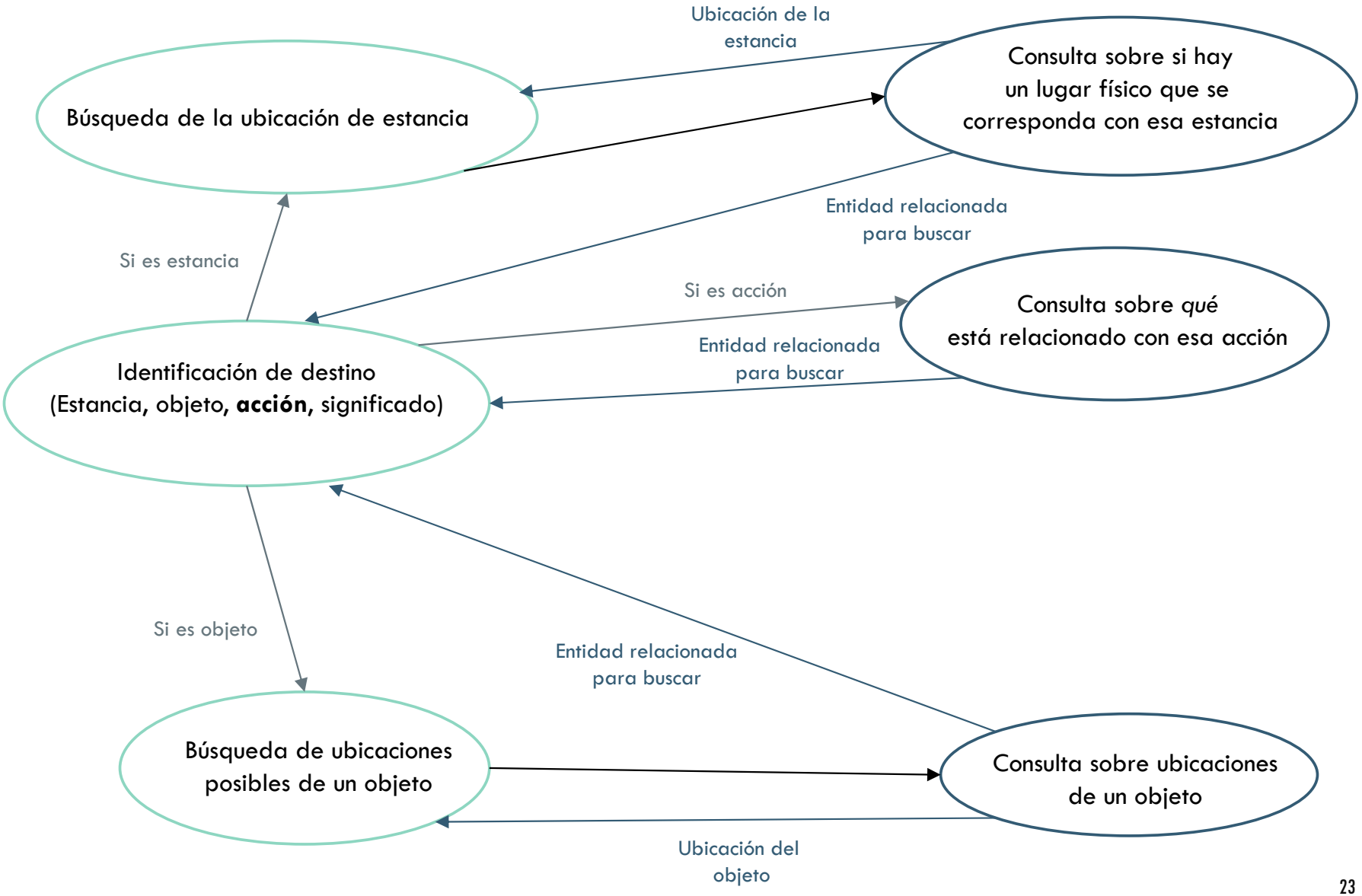
PLANIFICADOR SEMÁNTICO



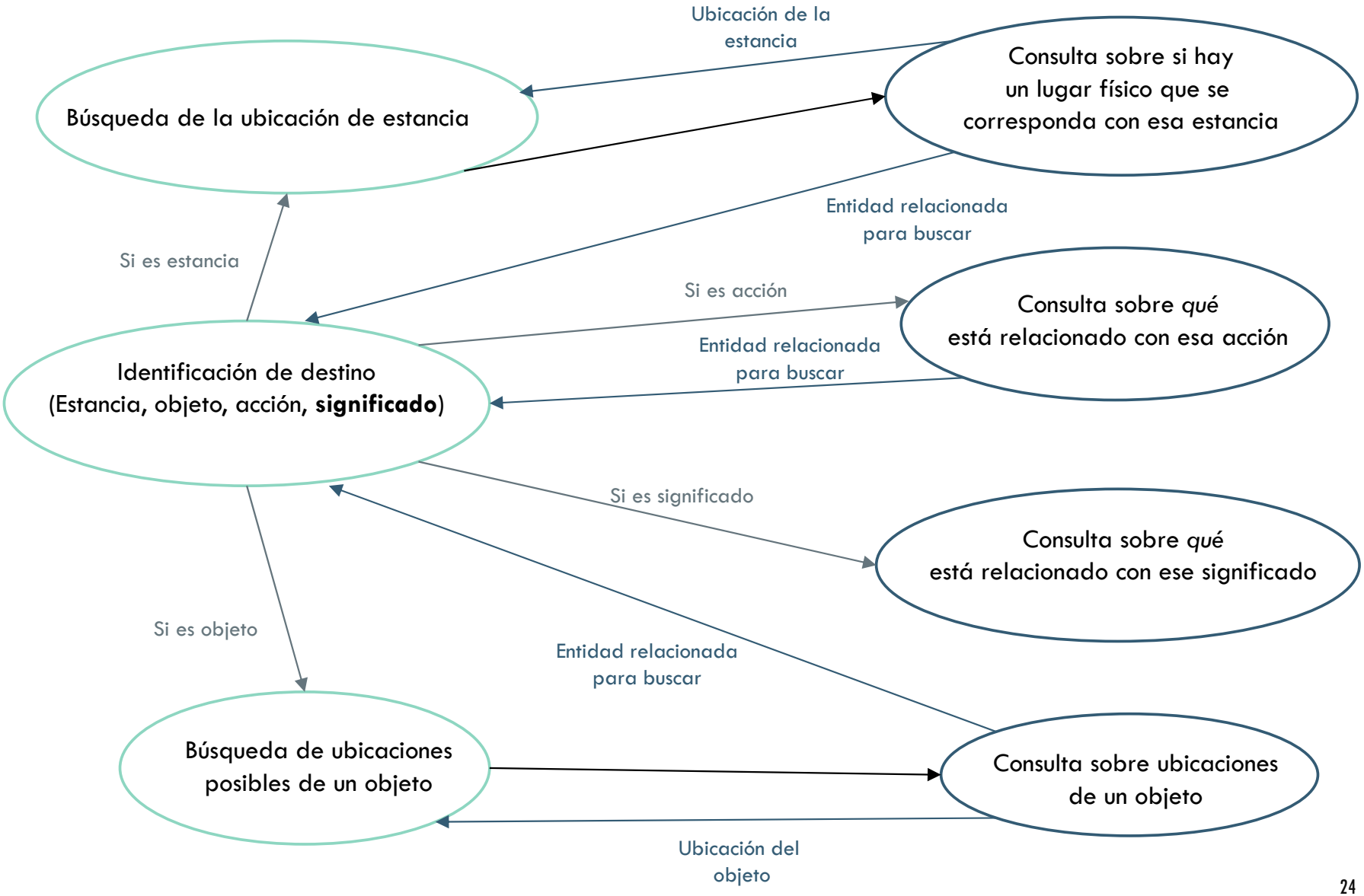
PLANIFICADOR SEMÁNTICO



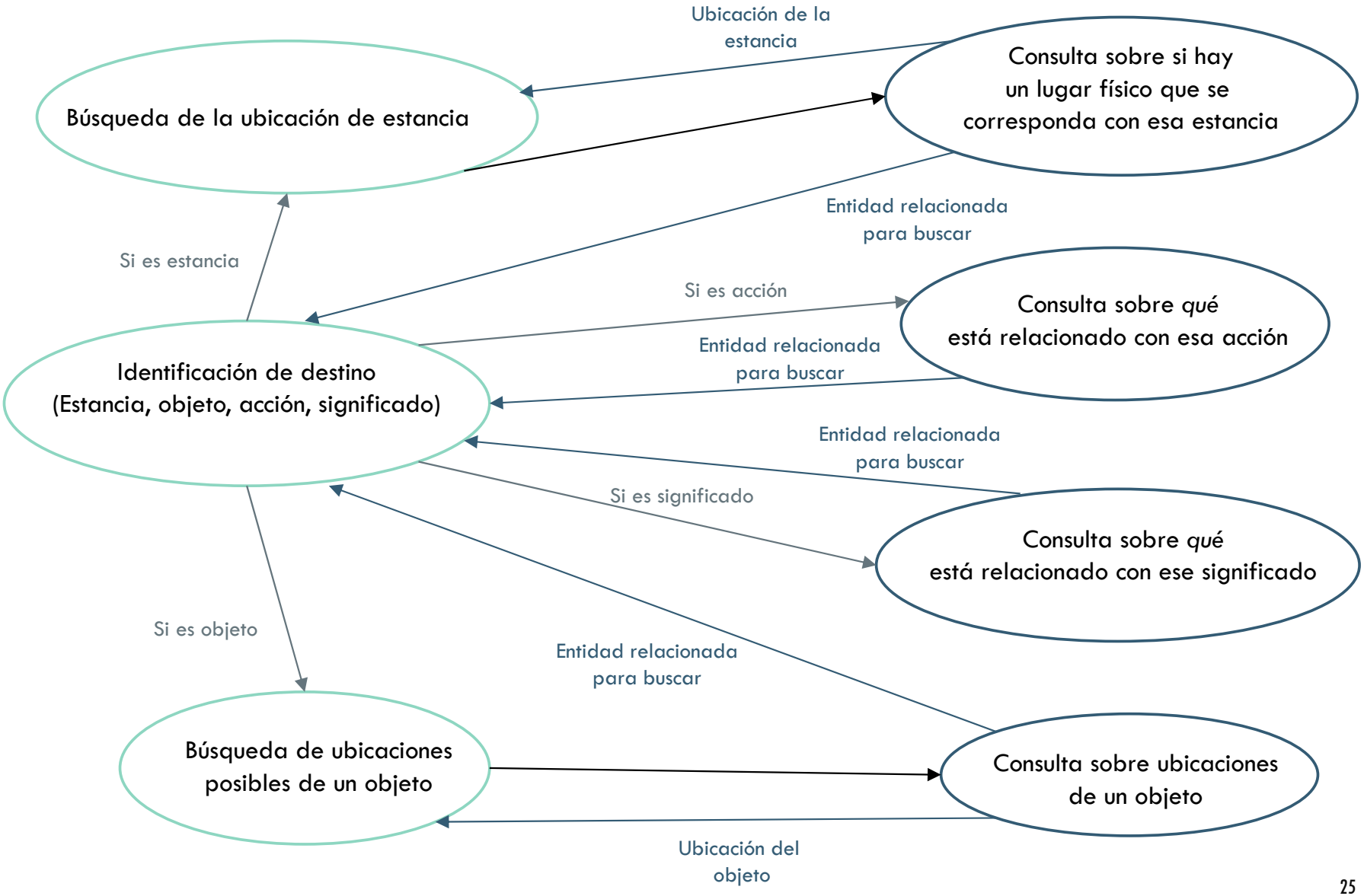
PLANIFICADOR SEMÁNTICO



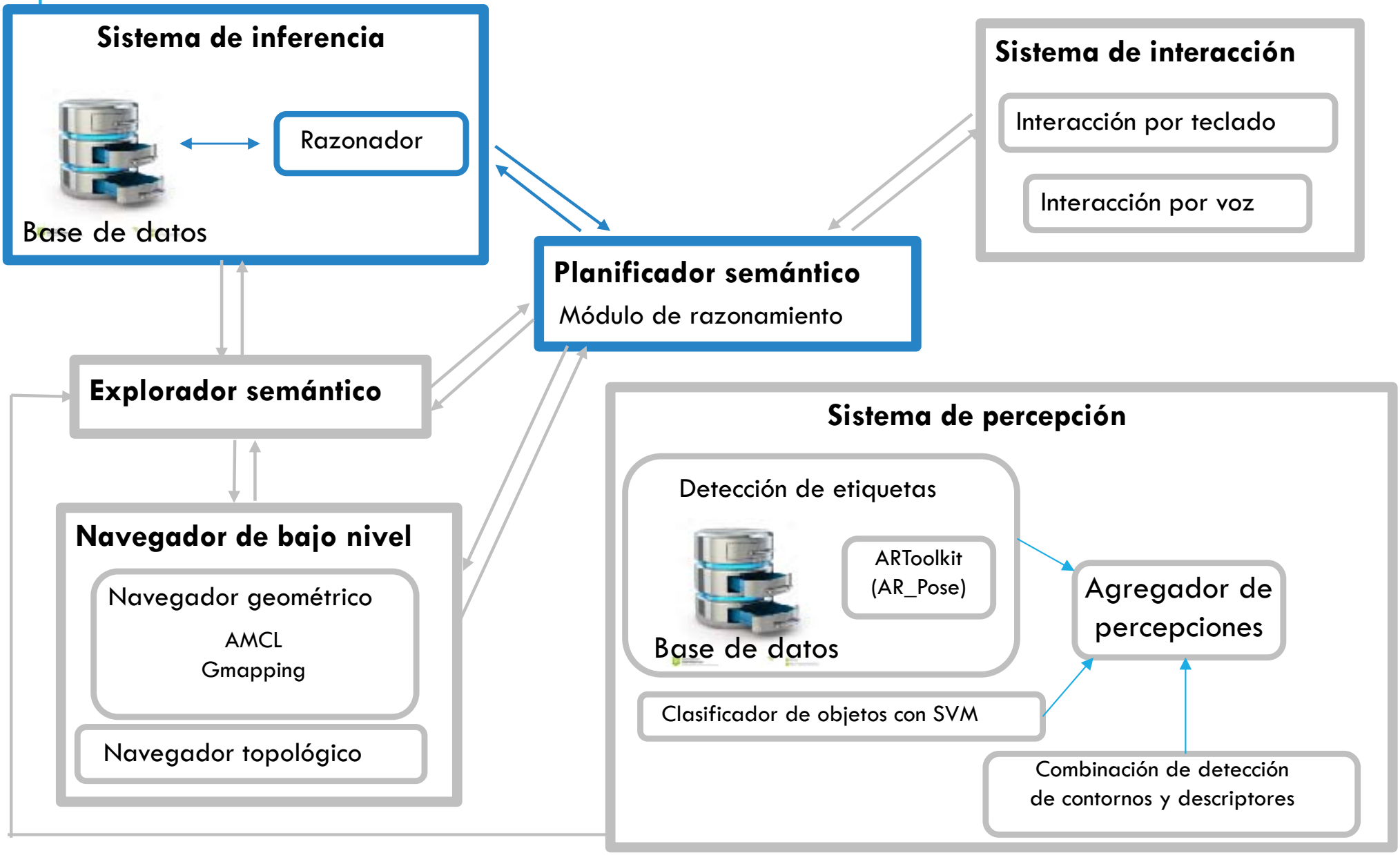
PLANIFICADOR SEMÁNTICO



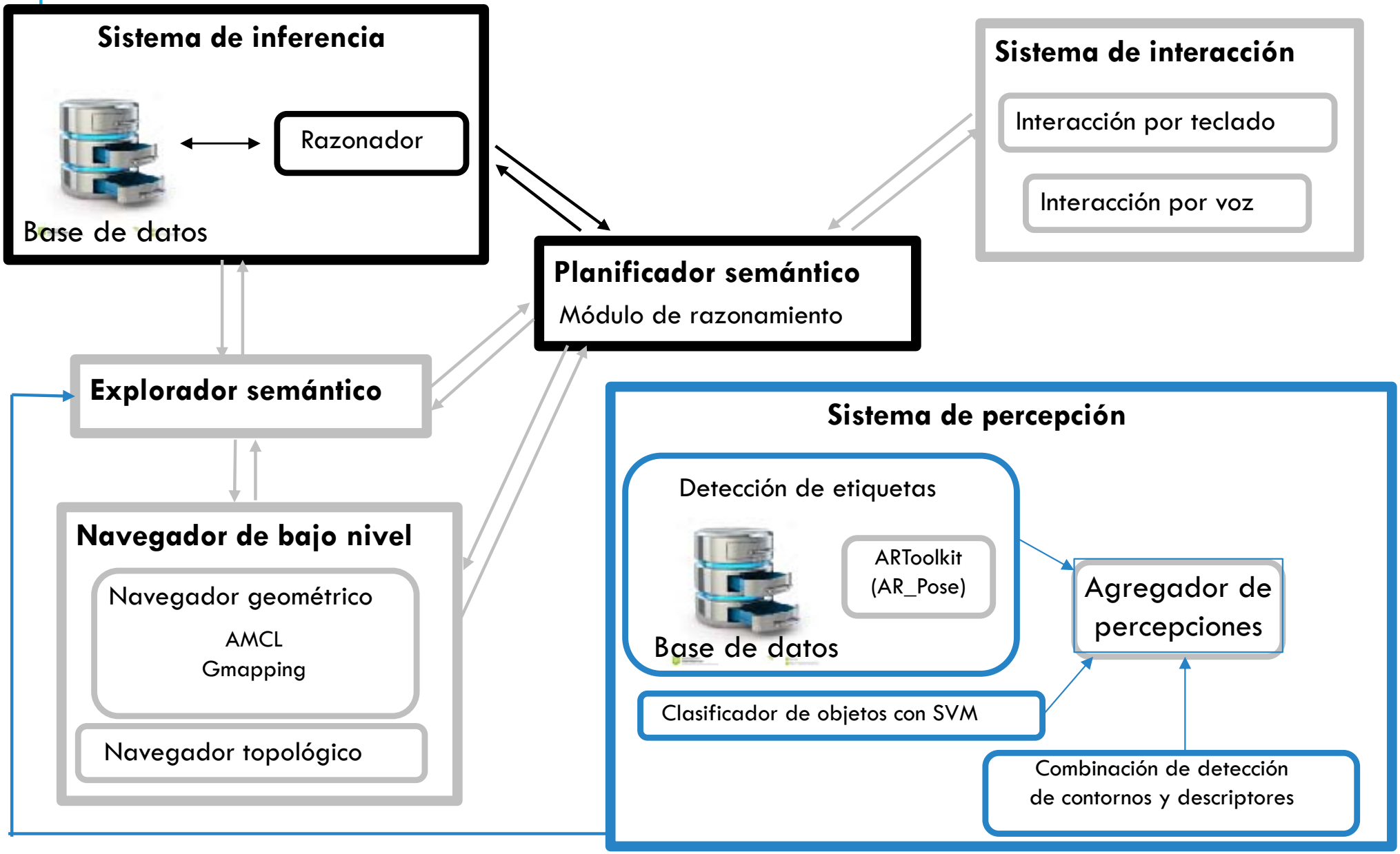
PLANIFICADOR SEMÁNTICO



ARQUITECTURA NAVEGADOR SEMÁNTICO



ARQUITECTURA NAVEGADOR SEMÁNTICO



ADQUISICIÓN DE LA INFORMACIÓN

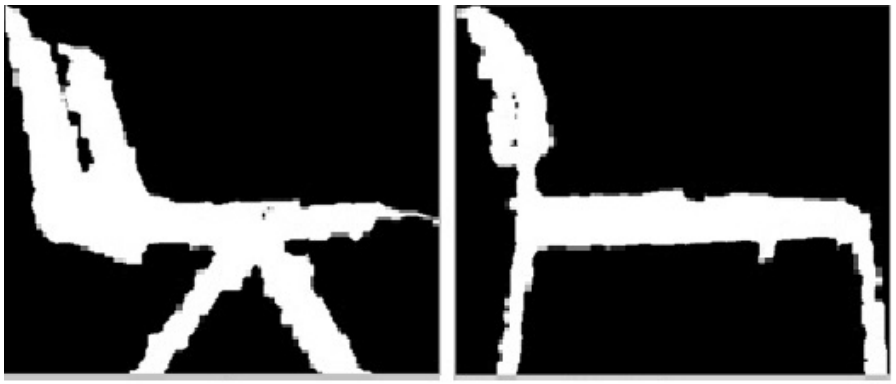
Reconocimiento de objetos: visión, descriptores, contornos, Roboearth…

SISTEMAS DE PERCEPCIÓN DE OBJETOS

- RoboEarth: Componente software de detección de objetos.
- Detección de objetos con **análisis de contornos** y descriptores.

Detección genérica

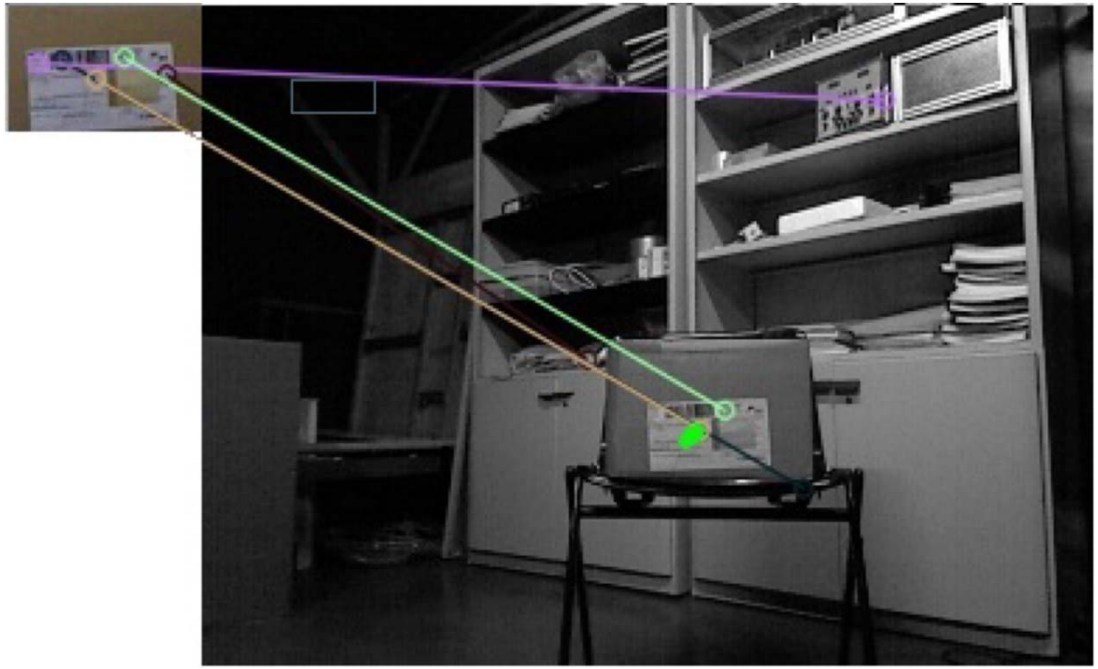
OpenCV → Correlación de imágenes



C. Astua, R. Barber, J. Crespo y A. Jardón. *Object detection techniques applied on mobile robot semantic navigation.* **Sensors**, 14(4):6734 – 6757, 2014.

SISTEMAS DE PERCEPCIÓN DE OBJETOS

- RoboEarth: Componente software de detección de objetos.
- Detección de objetos con análisis de contornos y **descriptores**.



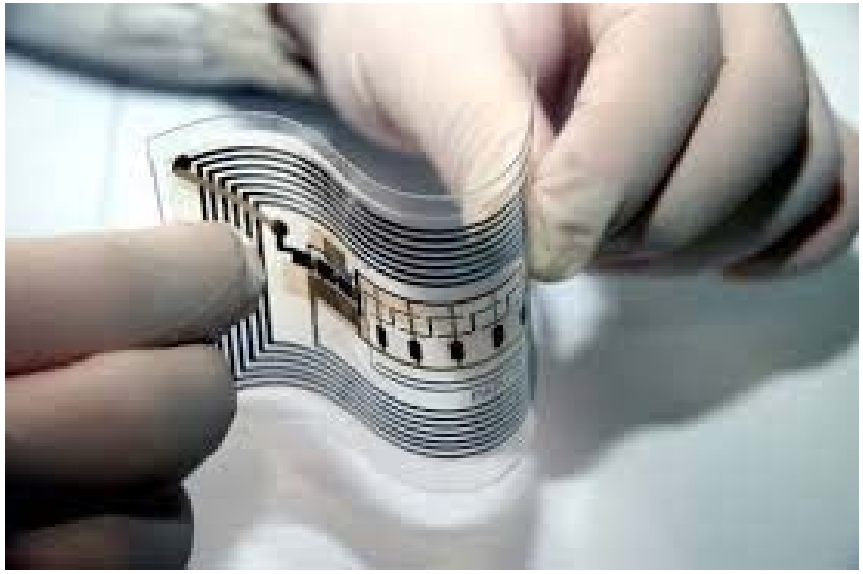
Detección de objeto específico

SURF (Speeded Up Robust Features)

C. Astua, R. Barber, J. Crespo y A. Jardón. *Object detection techniques applied on mobile robot semantic navigation.* **Sensors**, 14(4):6734 – 6757, 2014.

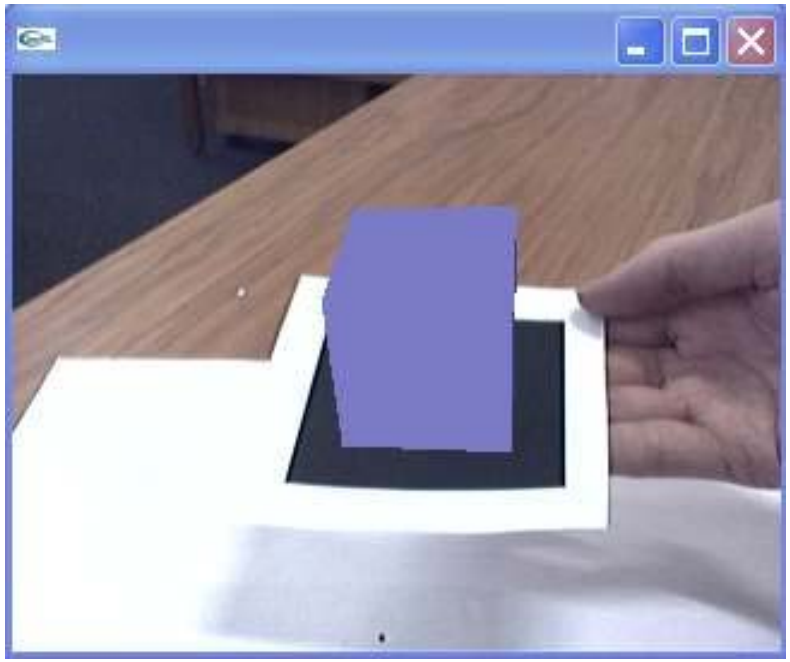
ADQUISICIÓN DE LA INFORMACIÓN

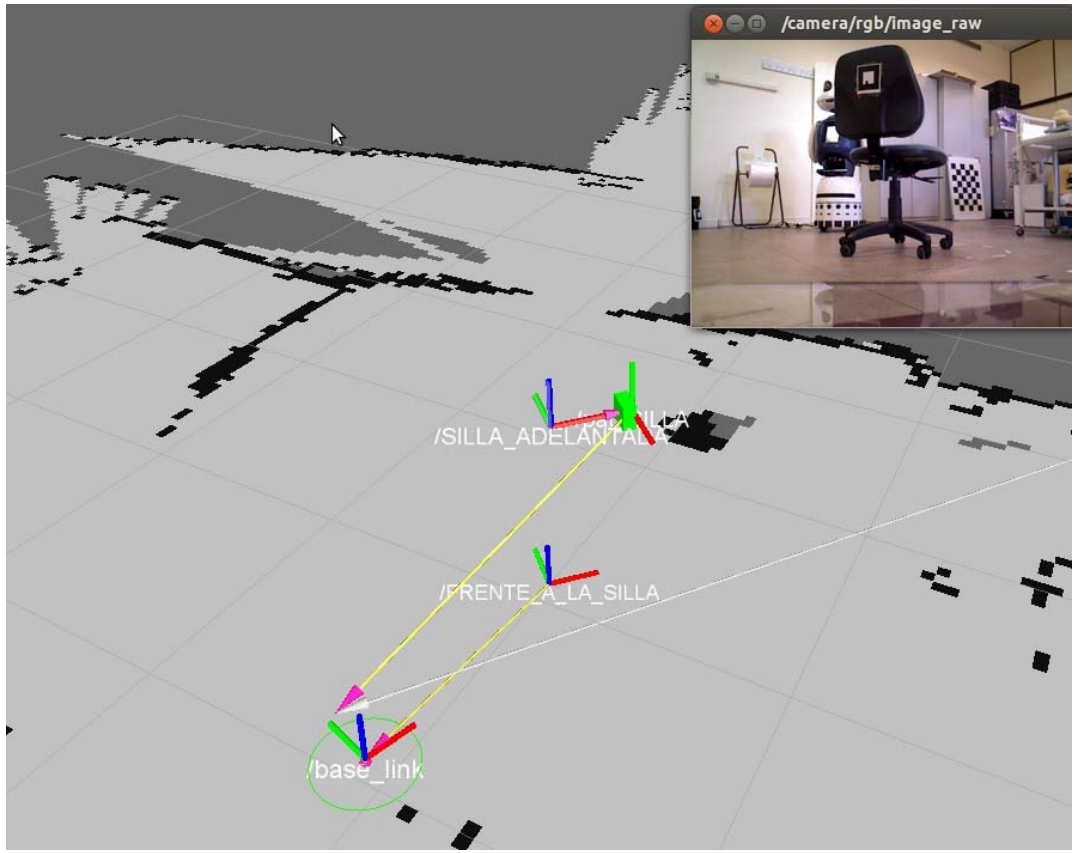
- **Marcas**: En el suelo, en paredes, en los objetos (artoolkit). Etiquetas RFID.



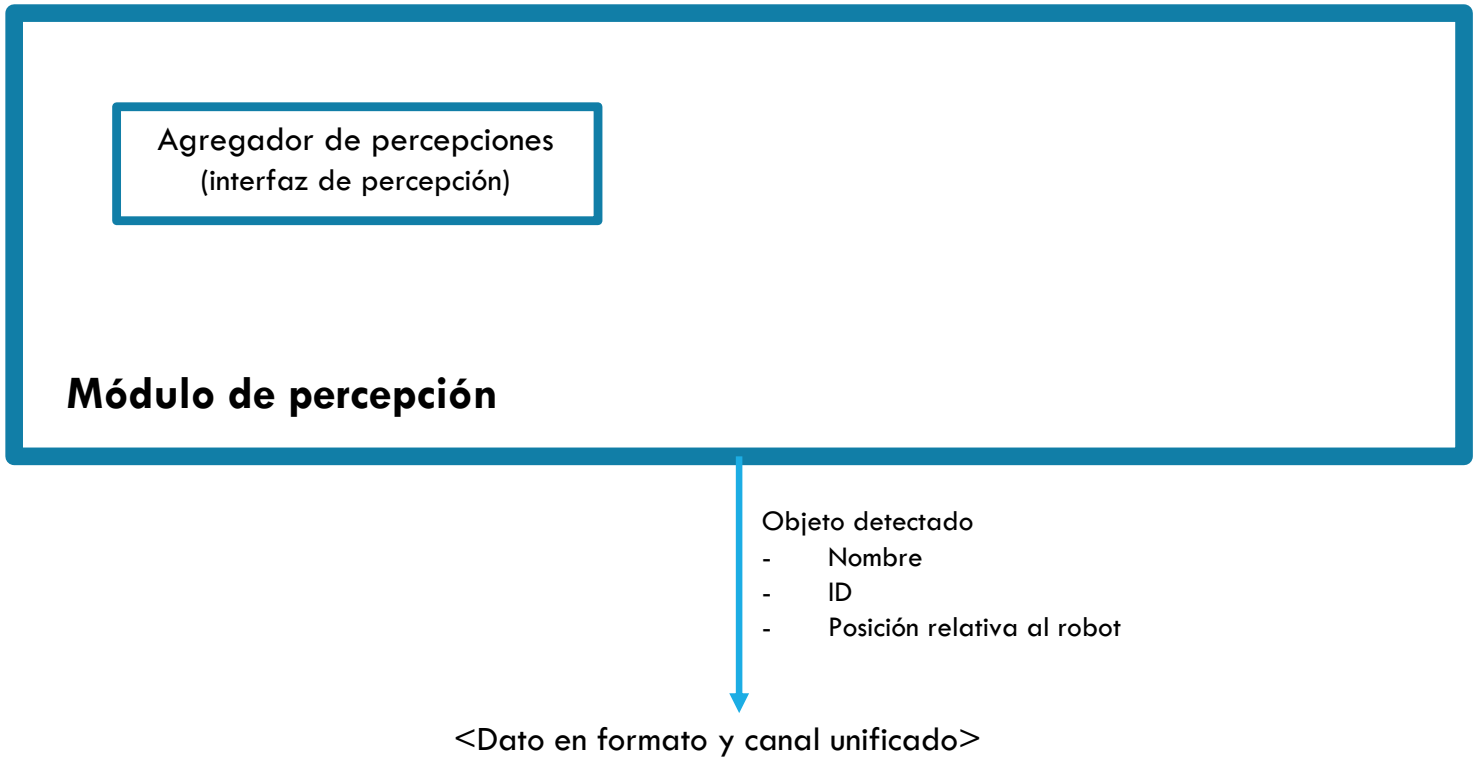
SISTEMAS DE PERCEPCIÓN DE OBJETOS

Detección de etiquetas con **ARToolkit**.

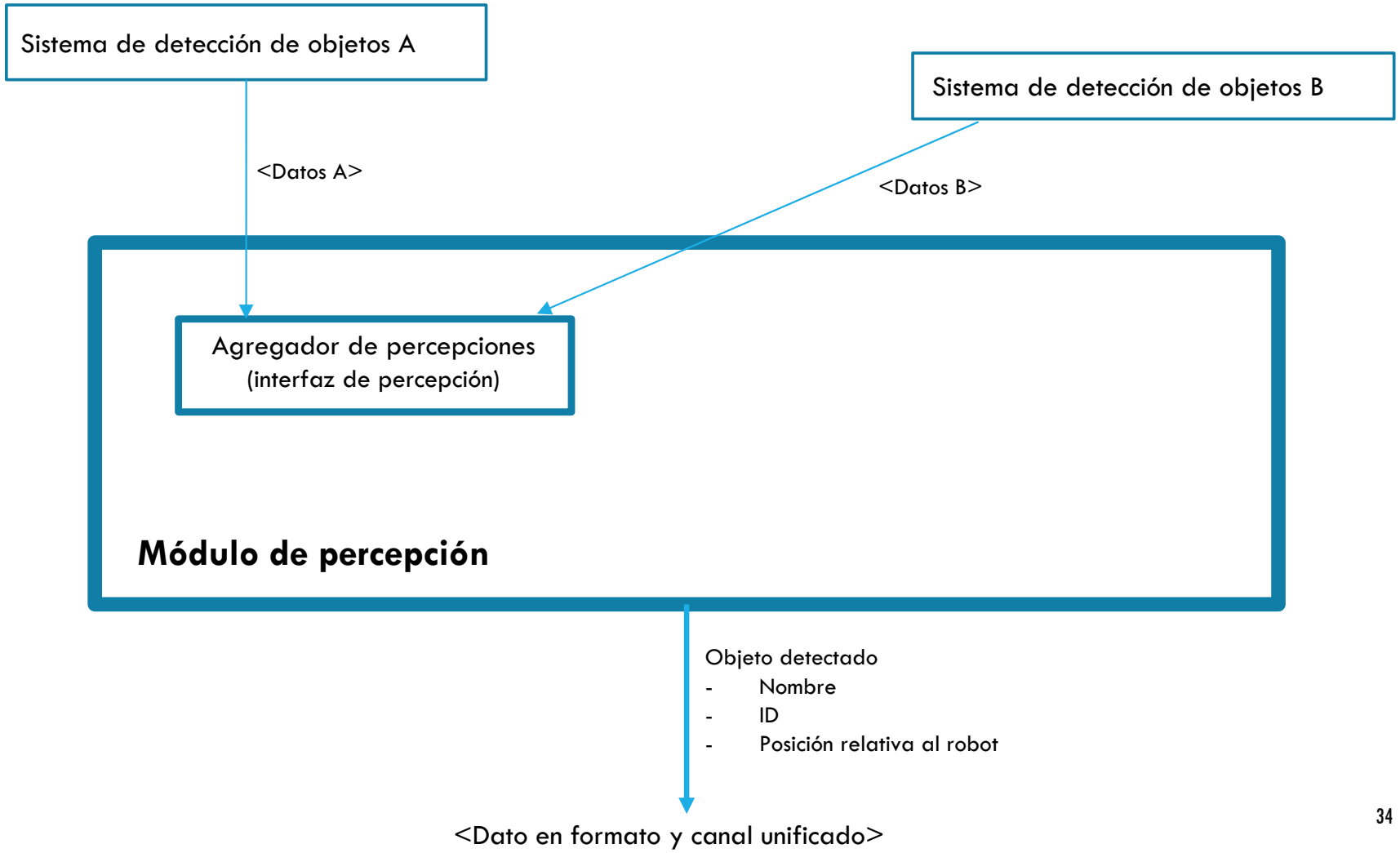




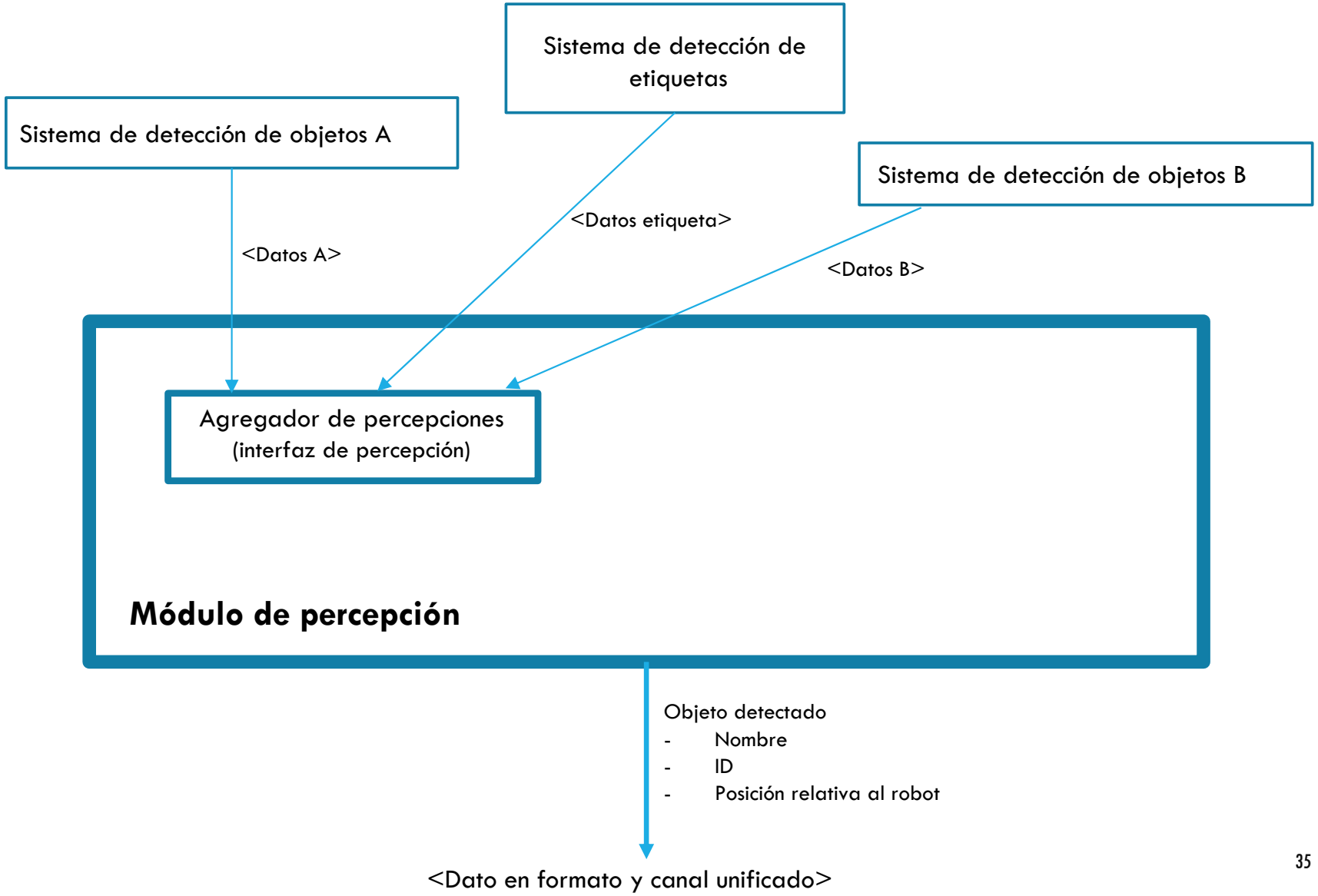
SISTEMA SENSORIAL. AGREGADOR DE IDENTIFICADORES DE OBJETOS.



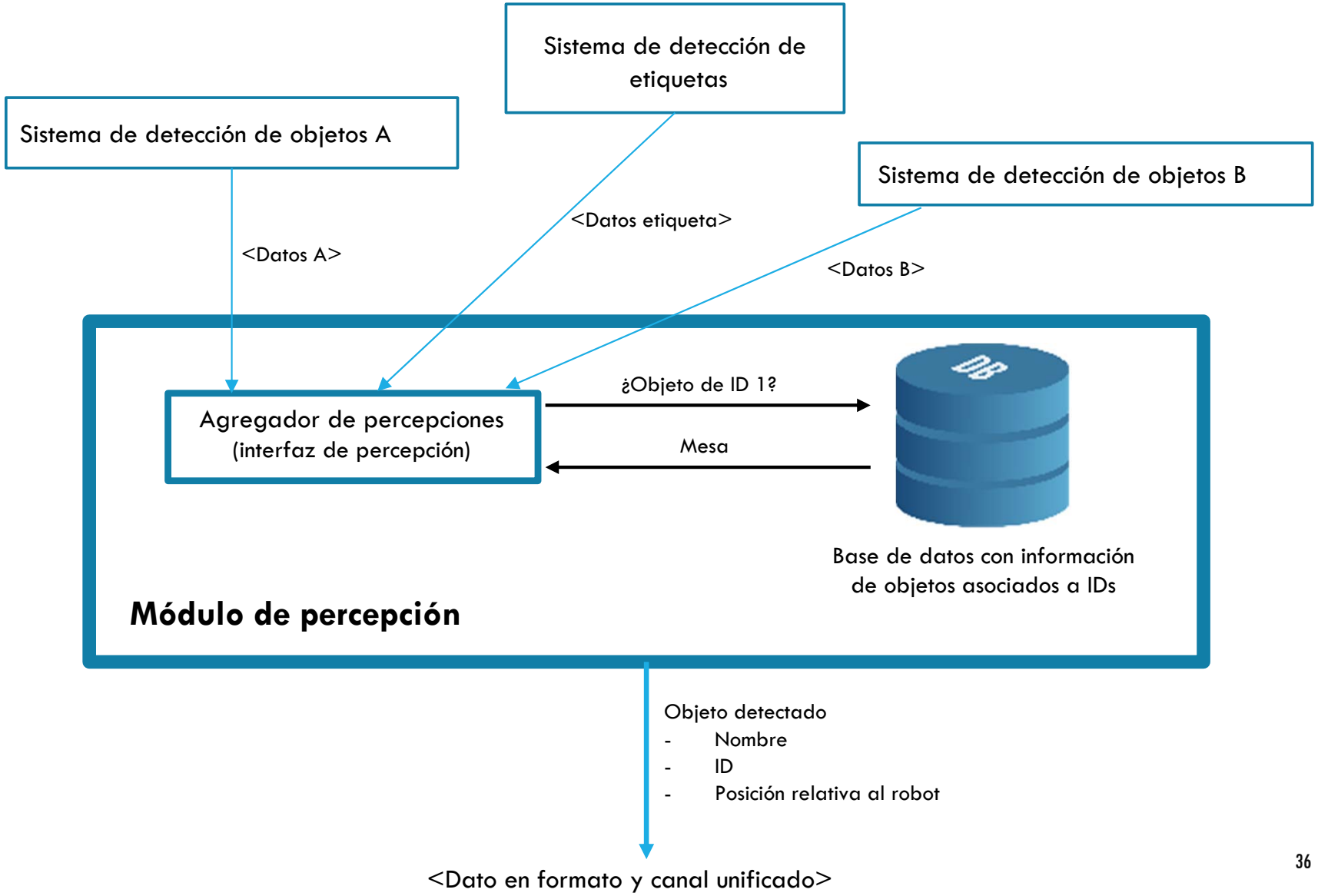
SISTEMA SENSORIAL. AGREGADOR DE IDENTIFICADORES DE OBJETOS.



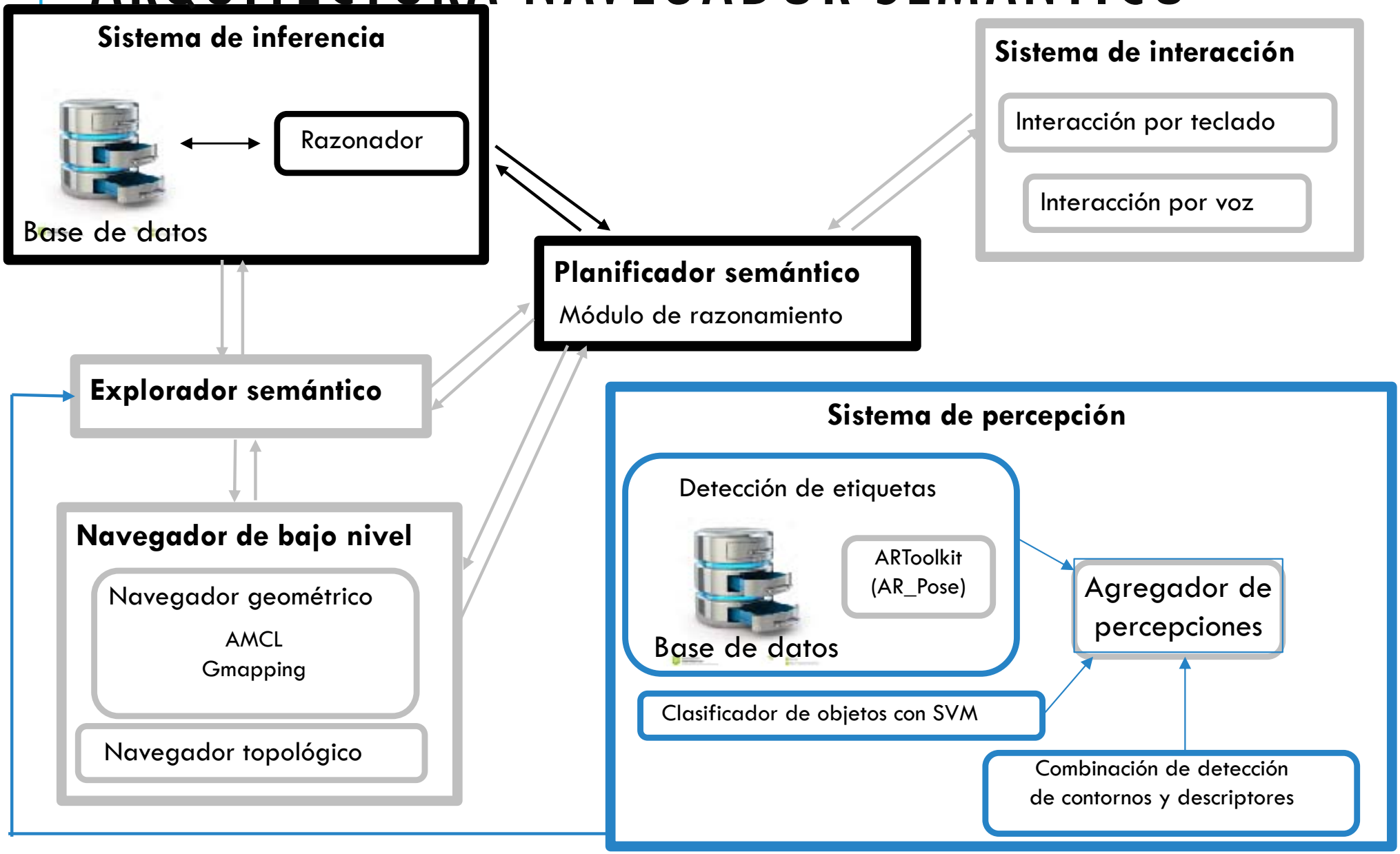
SISTEMA SENSORIAL. AGREGADOR DE IDENTIFICADORES DE OBJETOS.



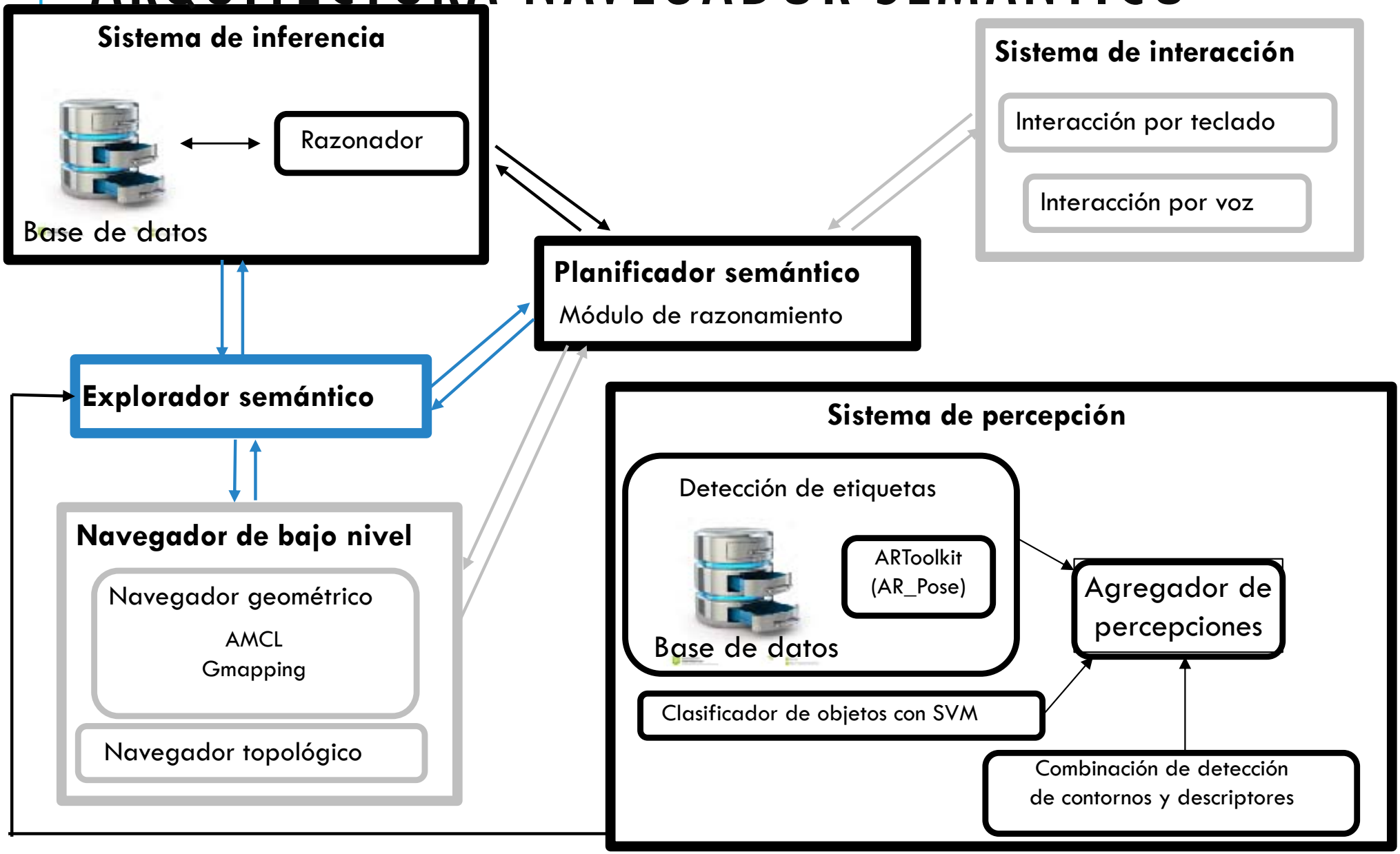
SISTEMA SENSORIAL. AGREGADOR DE IDENTIFICADORES DE OBJETOS.



ARQUITECTURA NAVEGADOR SEMÁNTICO



ARQUITECTURA NAVEGADOR SEMÁNTICO



EXPLORADOR

- Módulo necesario para crear el modelo del mundo e identificar objetos en él.

- Constantemente **recibe información** del módulo de percepción y envía ordenes al módulo de navegación de bajo nivel.

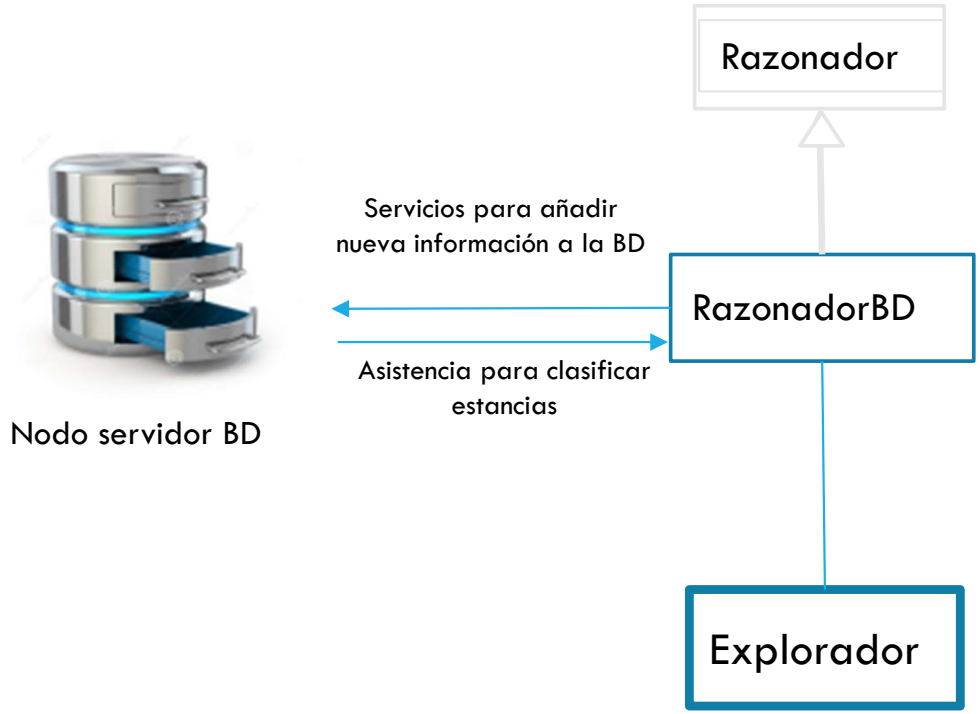
- Detectar, almacenar y ubicar los objetos con información semántica en el **mapa**.

- Tratar de **clasificar** la estancia cuando se recibe información semántica.

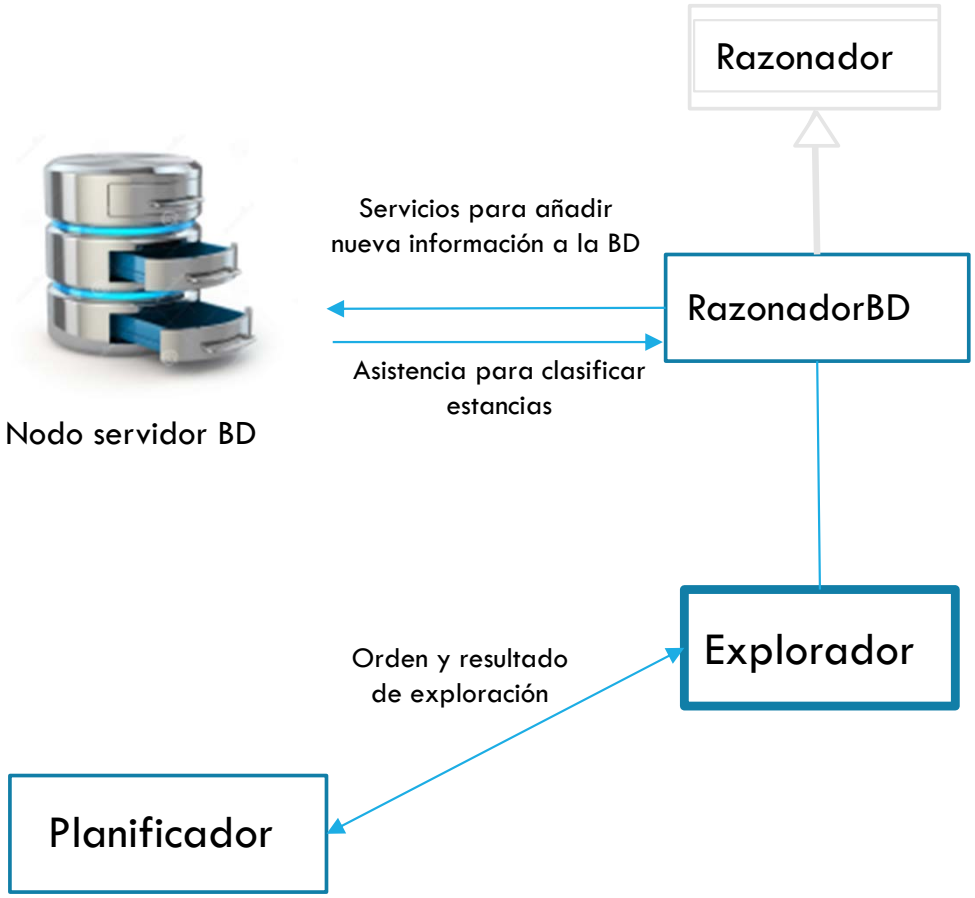
EXPLORADOR

Explorador

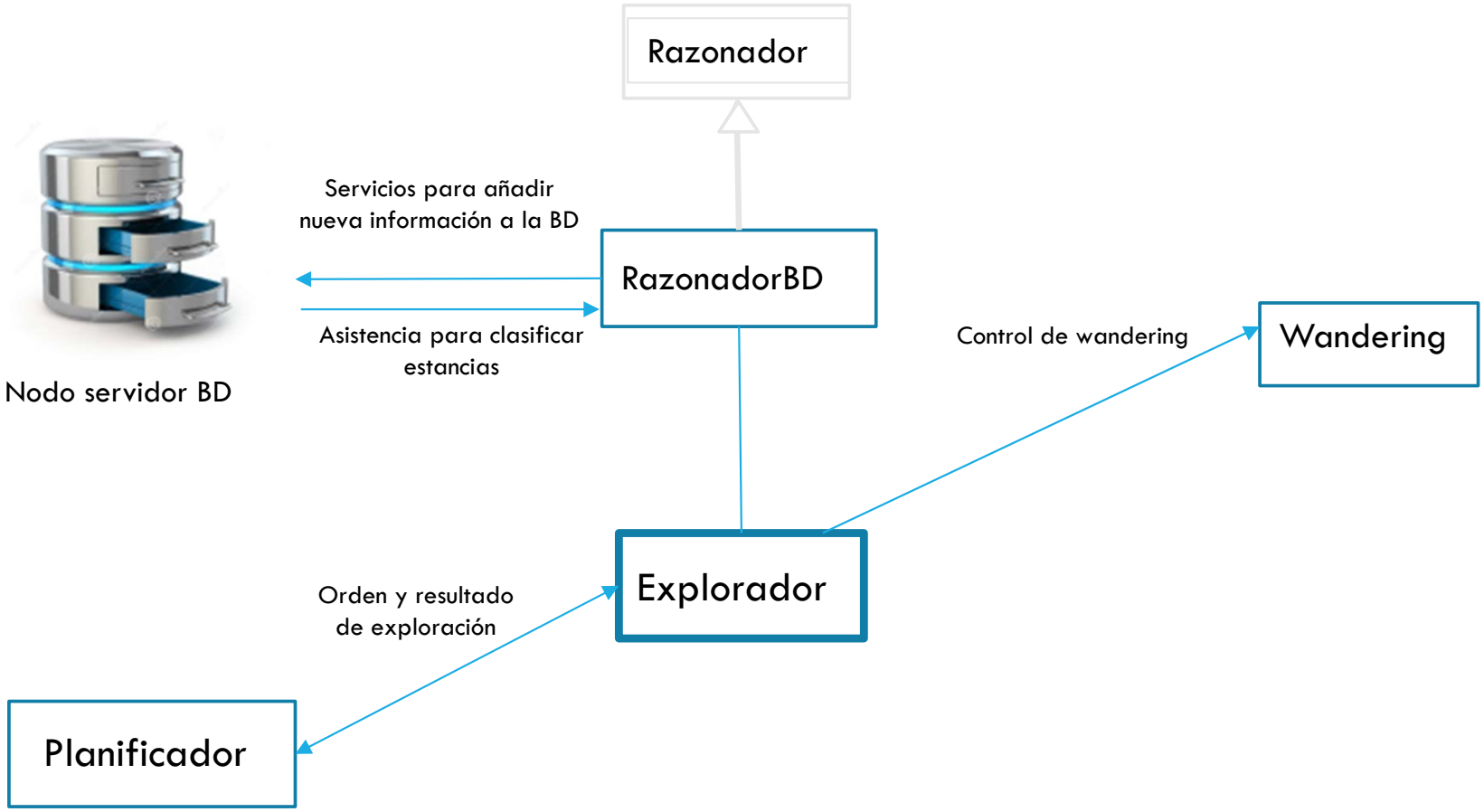
EXPLORADOR


Razonador
Servicios para añadir nueva información a la BD
RazonadorBD
Asistencia para clasificar estancias
Nodo servidor BD
Explorador

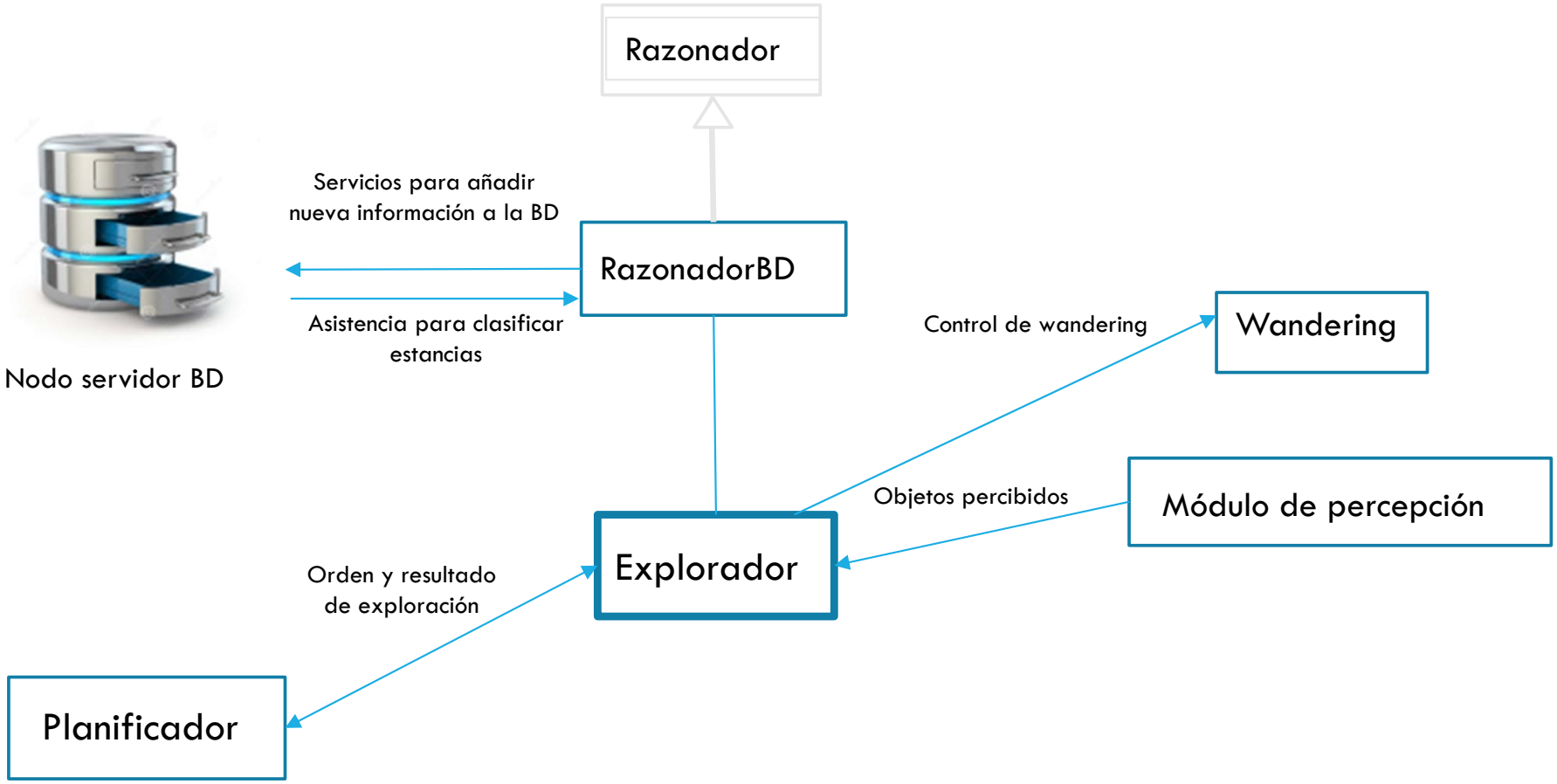
EXPLORADOR


Razonador
Servicios para añadir nueva información a la BD
RazonadorBD
Asistencia para clasificar estancias
Nodo servidor BD
Explorador
Orden y resultado de exploración
Planificador

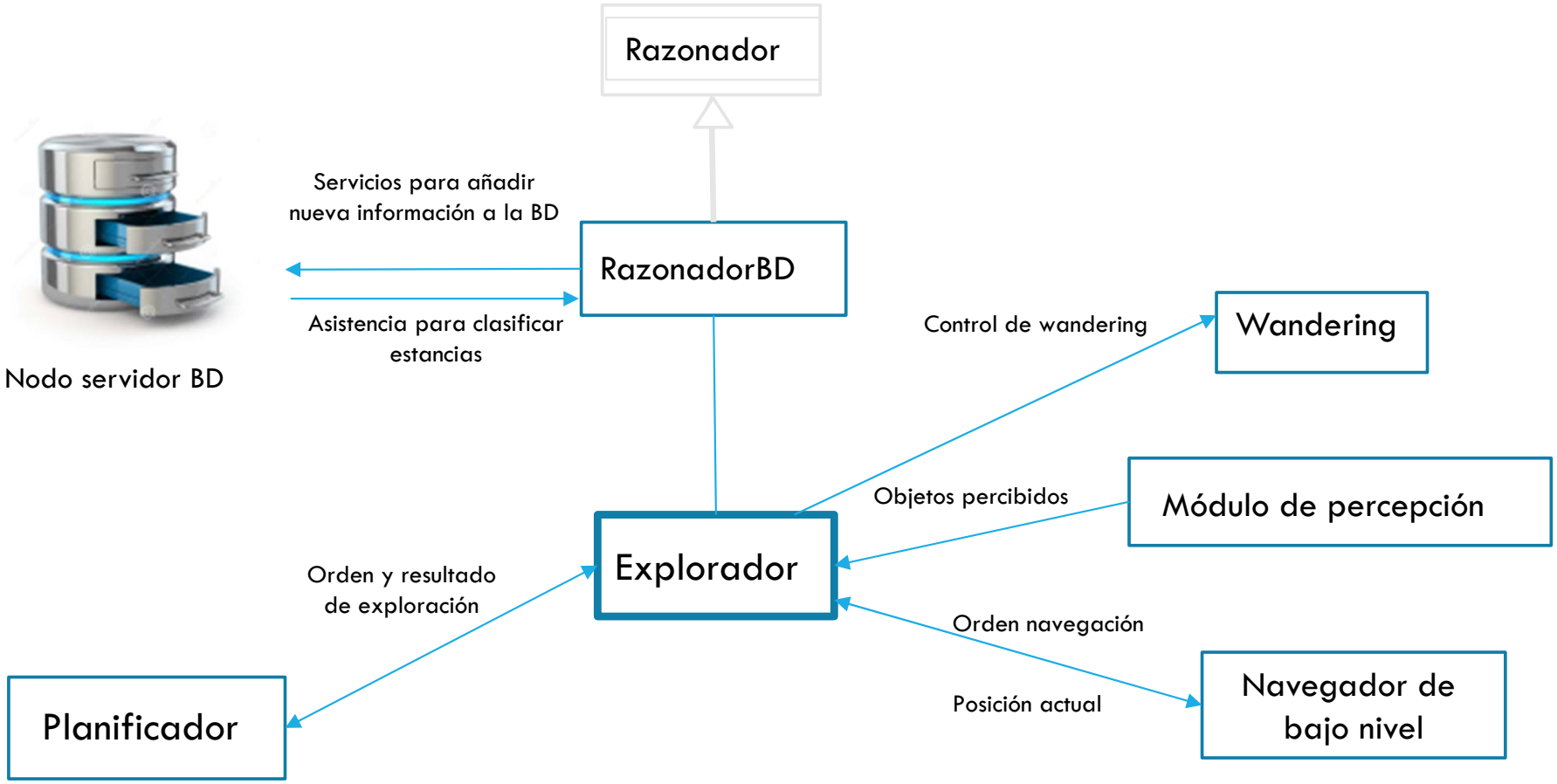
EXPLORADOR


Razonador
Servicios para añadir nueva información a la BD
RazonadorBD
Asistencia para clasificar estancias
Nodo servidor BD
Control de wandering
Wandering
Explorador
Orden y resultado de exploración
Planificador

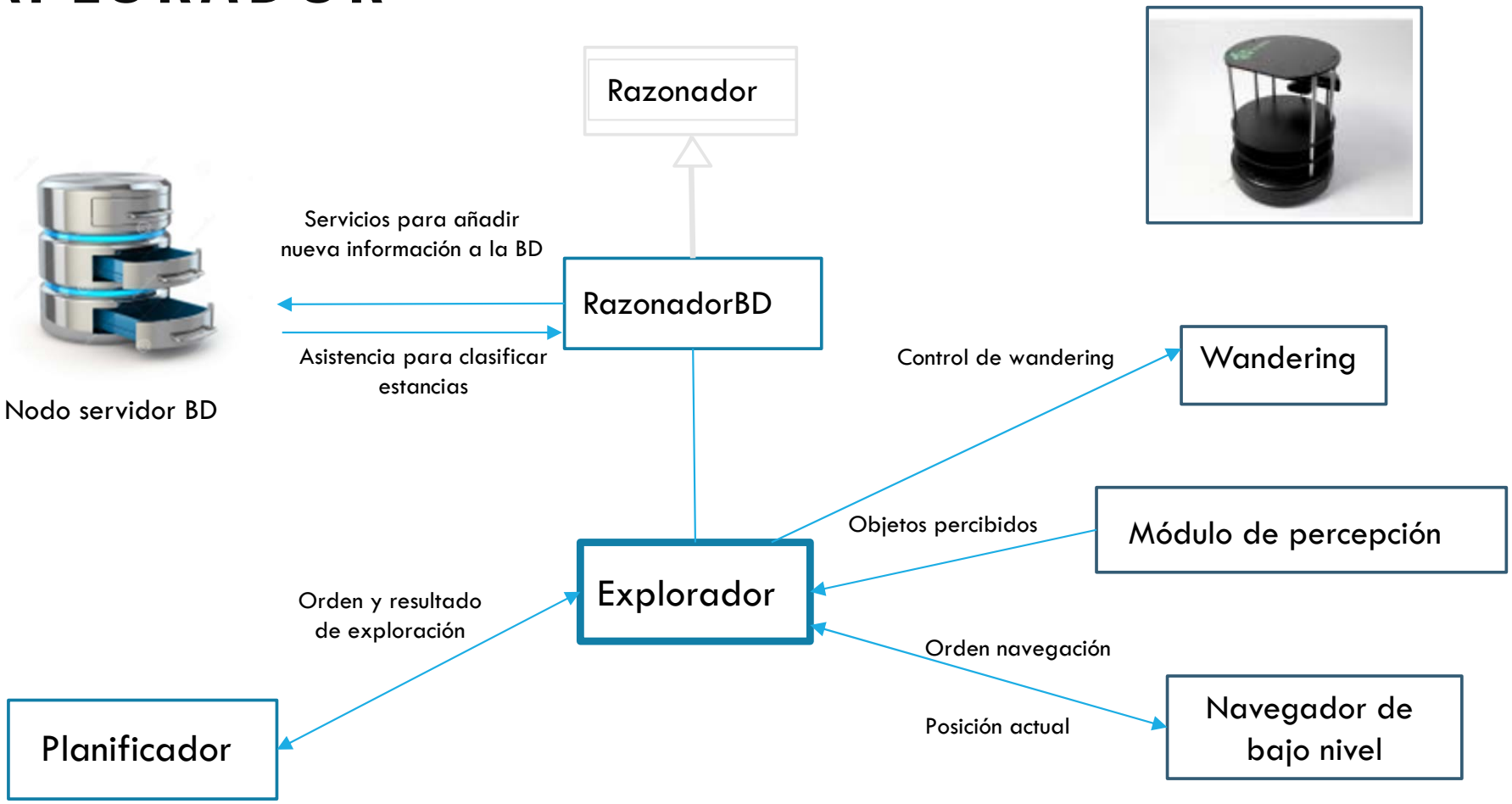
EXPLORADOR


Razonador
Servicios para añadir nueva información a la BD
RazonadorBD
Asistencia para clasificar estancias
Nodo servidor BD
Control de wandering
Wandering
Objetos percibidos
Módulo de percepción
Explorador
Orden y resultado de exploración
Planificador

EXPLORADOR

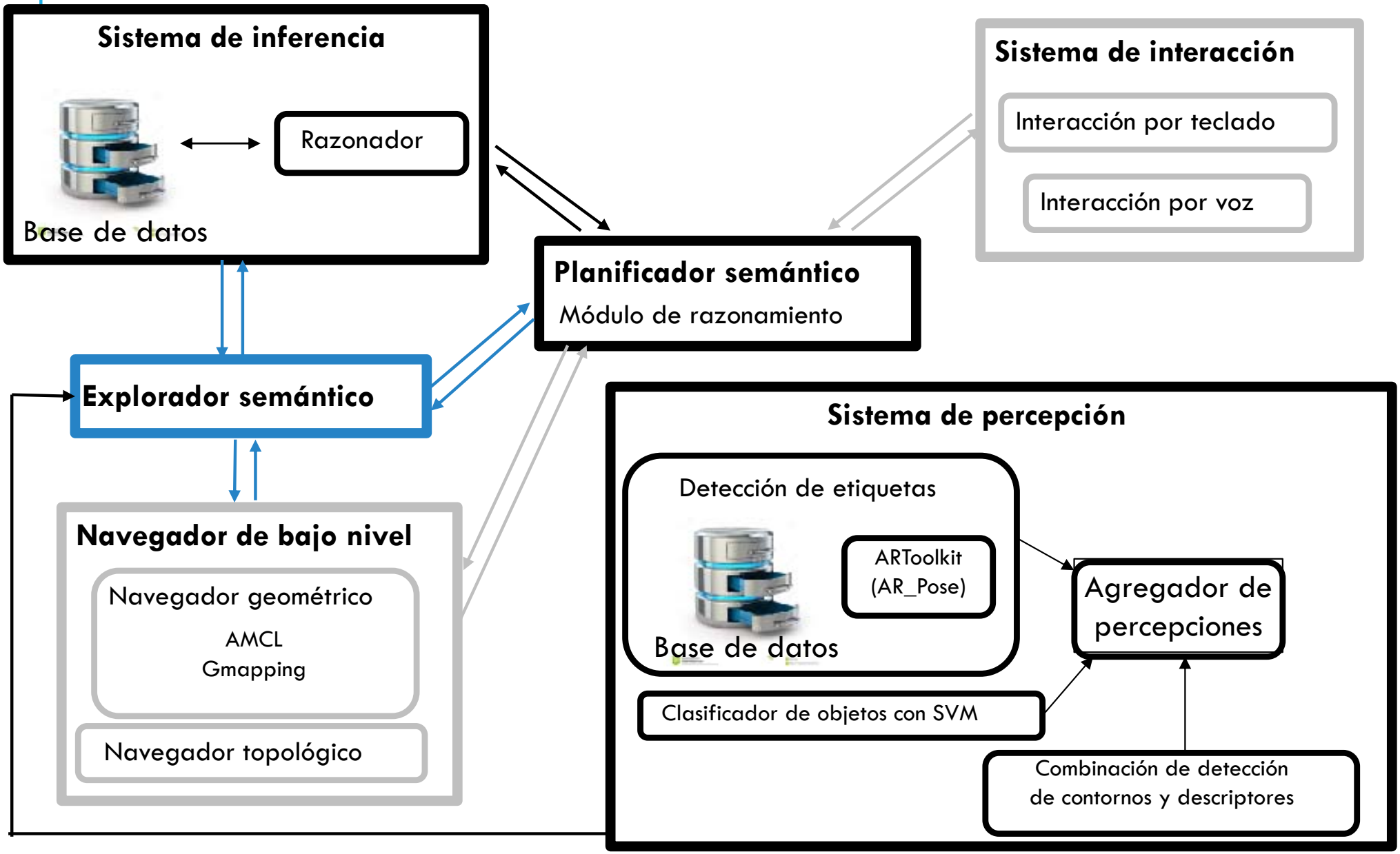

Razonador
Servicios para añadir nueva información a la BD
RazonadorBD
Asistencia para clasificar estancias
Nodo servidor BD
Control de wandering
Wandering
Objetos percibidos
Módulo de percepción
Explorador
Orden y resultado de exploración
Orden navegación
Posición actual
Navegador de bajo nivel
Planificador

EXPLORADOR

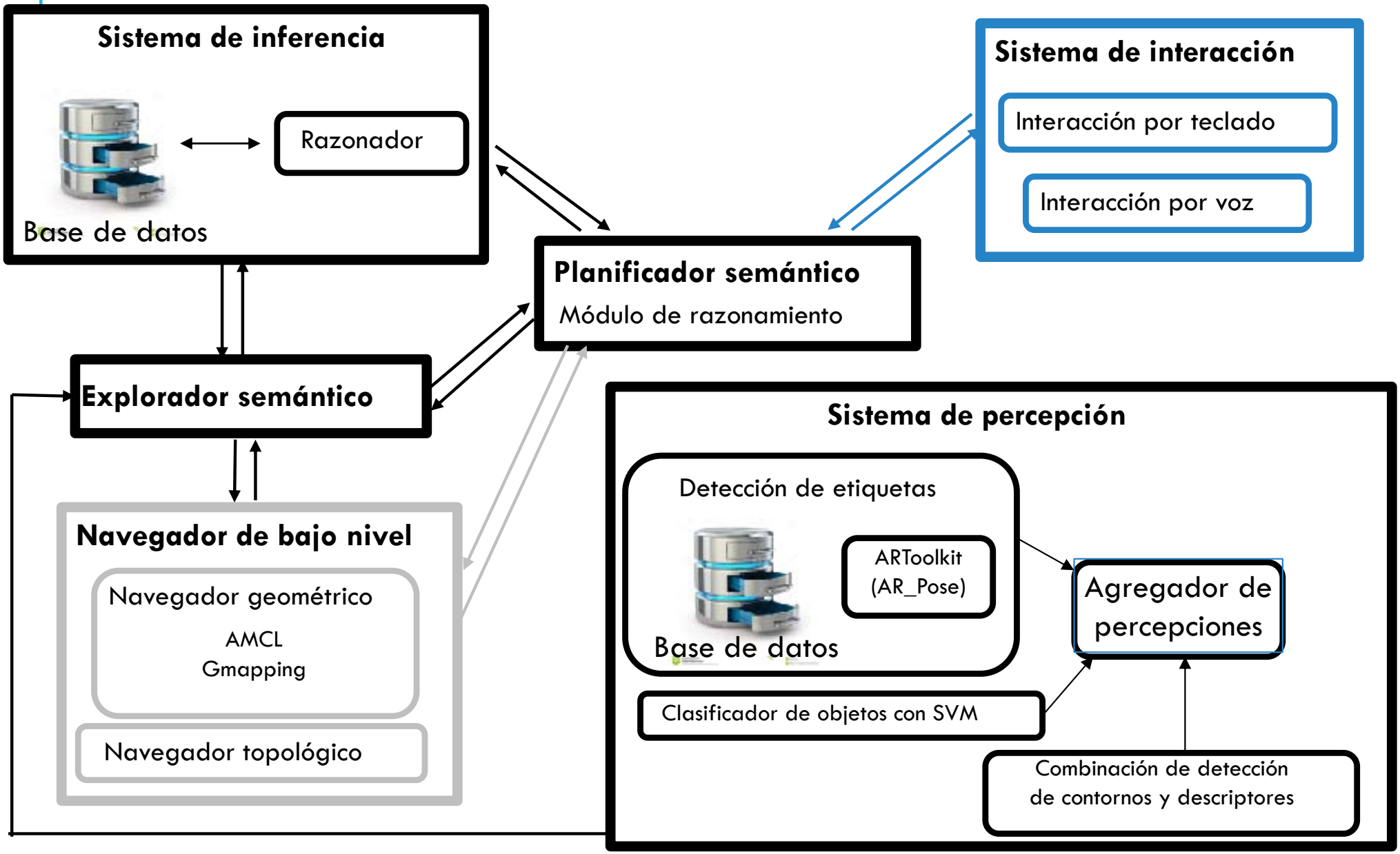


Nodos corriendo en el robot

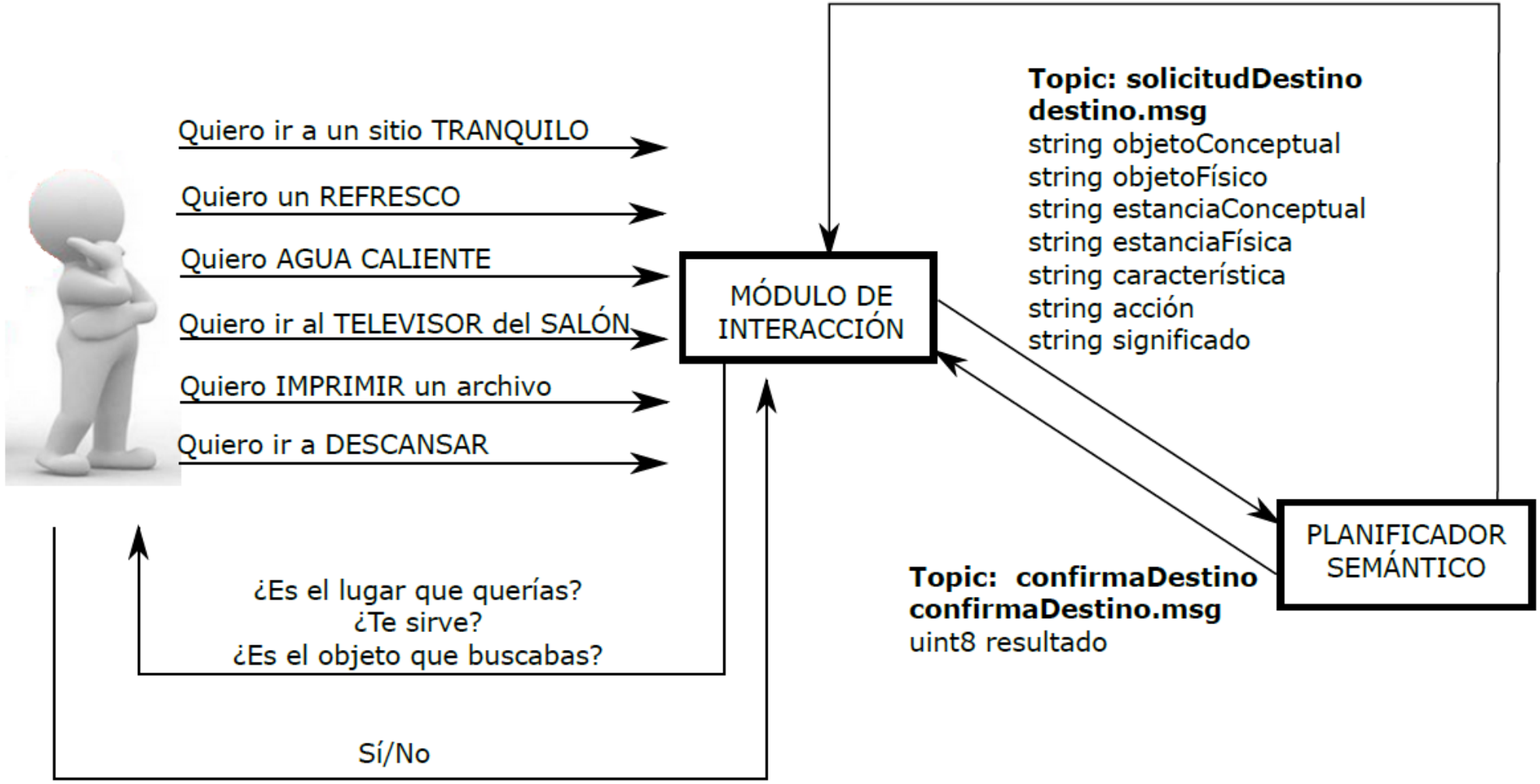
ARQUITECTURA NAVEGADOR SEMÁNTICO



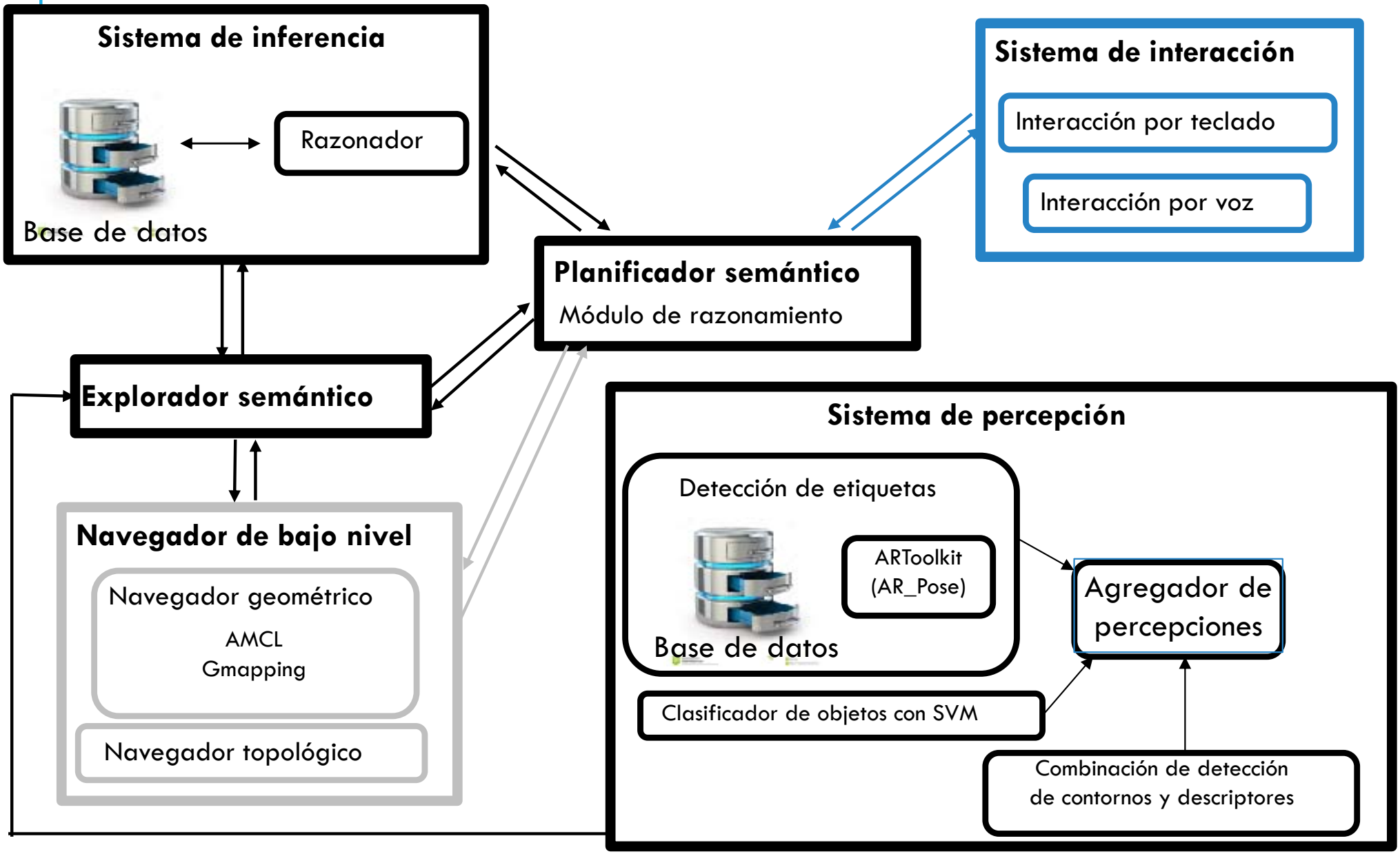
ARQUITECTURA NAVEGADOR SEMÁNTICO



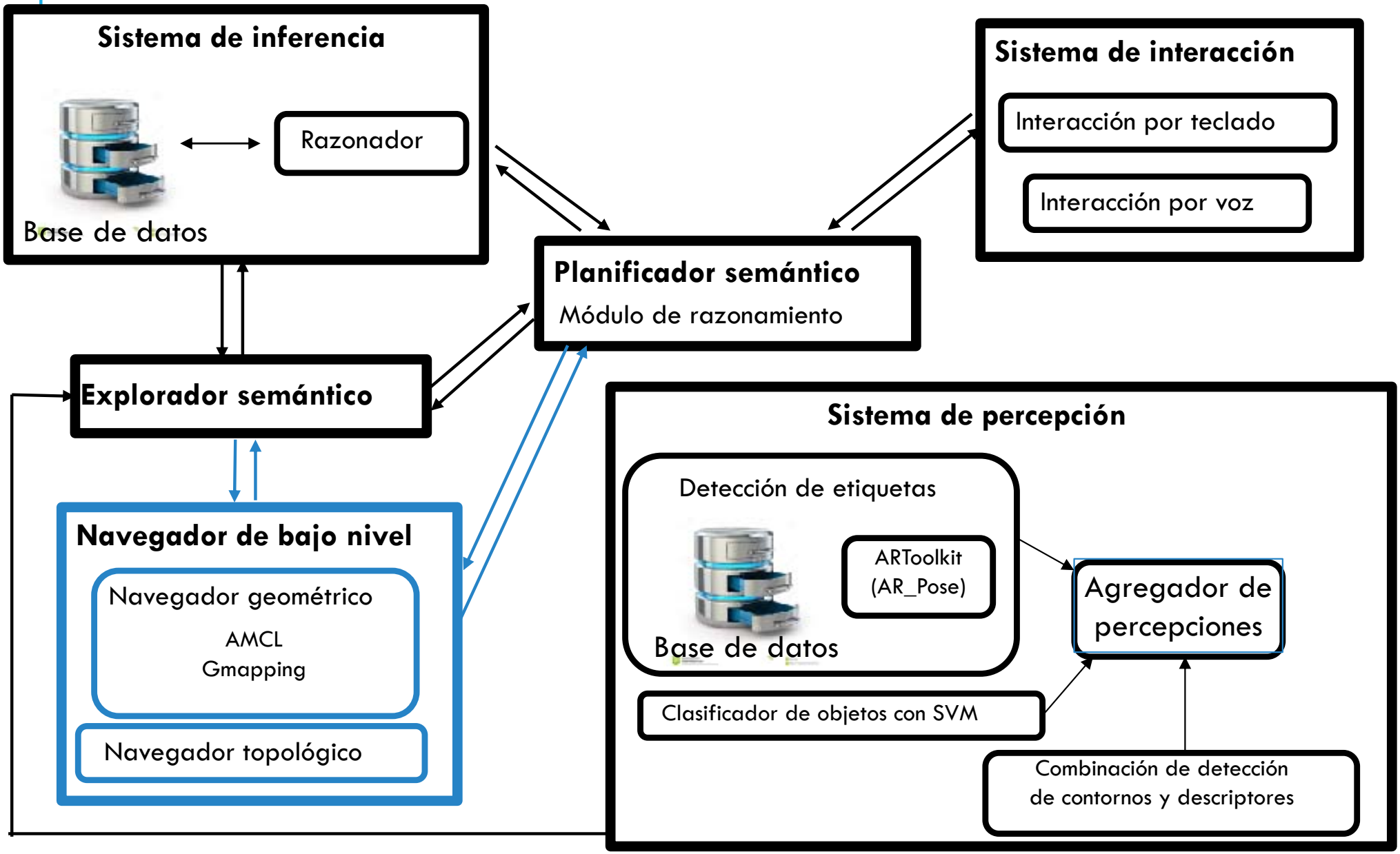
INTERACCIÓN CON USUARIO



ARQUITECTURA NAVEGADOR SEMÁNTICO

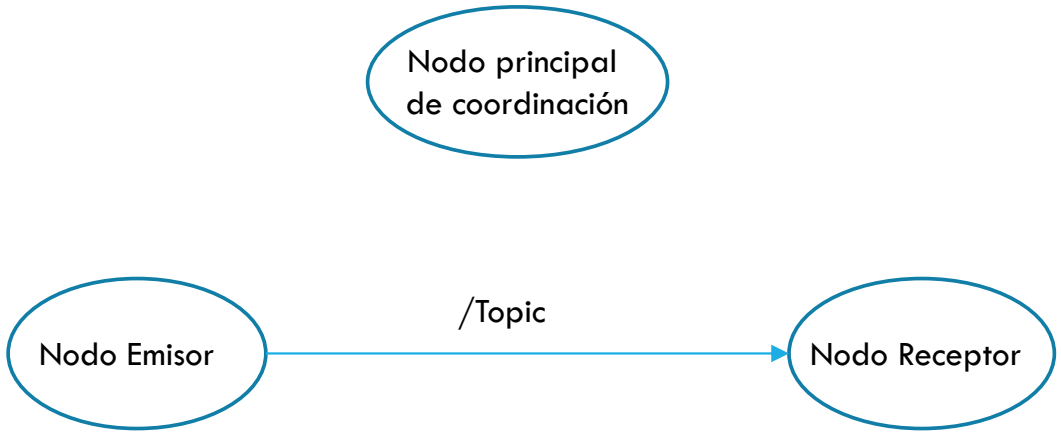


ARQUITECTURA NAVEGADOR SEMÁNTICO



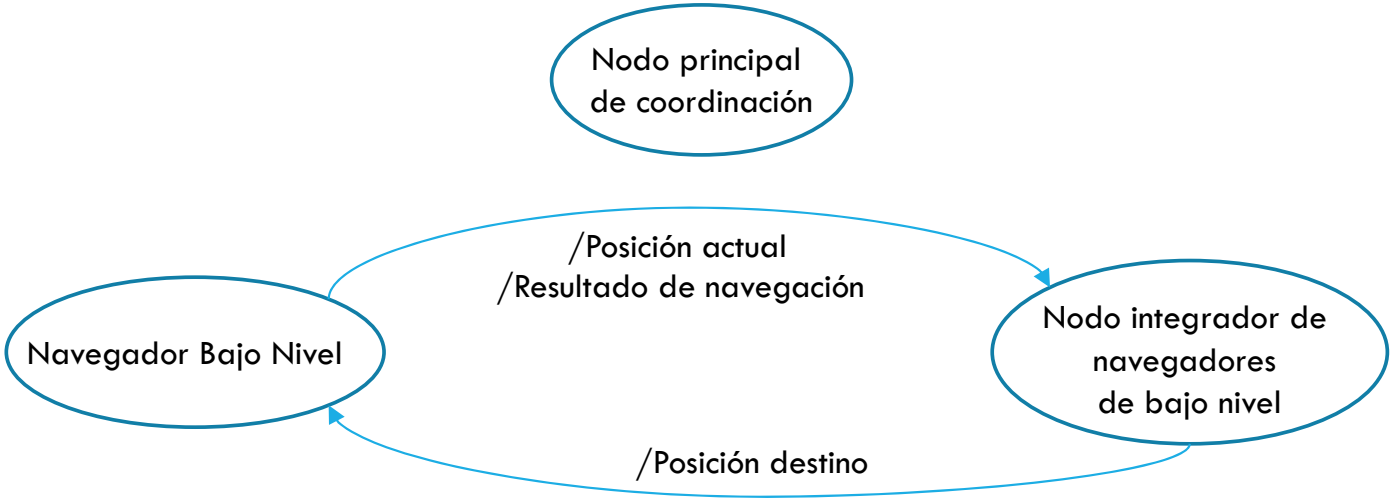
INTEGRACIÓN CON NAVEGADORES DE BAJO NIVEL

El sistema desarrollado en el navegador cuenta con un módulo de acople diseñado para integrar cualquier navegador que funcione en **ROS** (Robot Operating System). Para ello hay que conocer los topics donde publican sus mensajes.

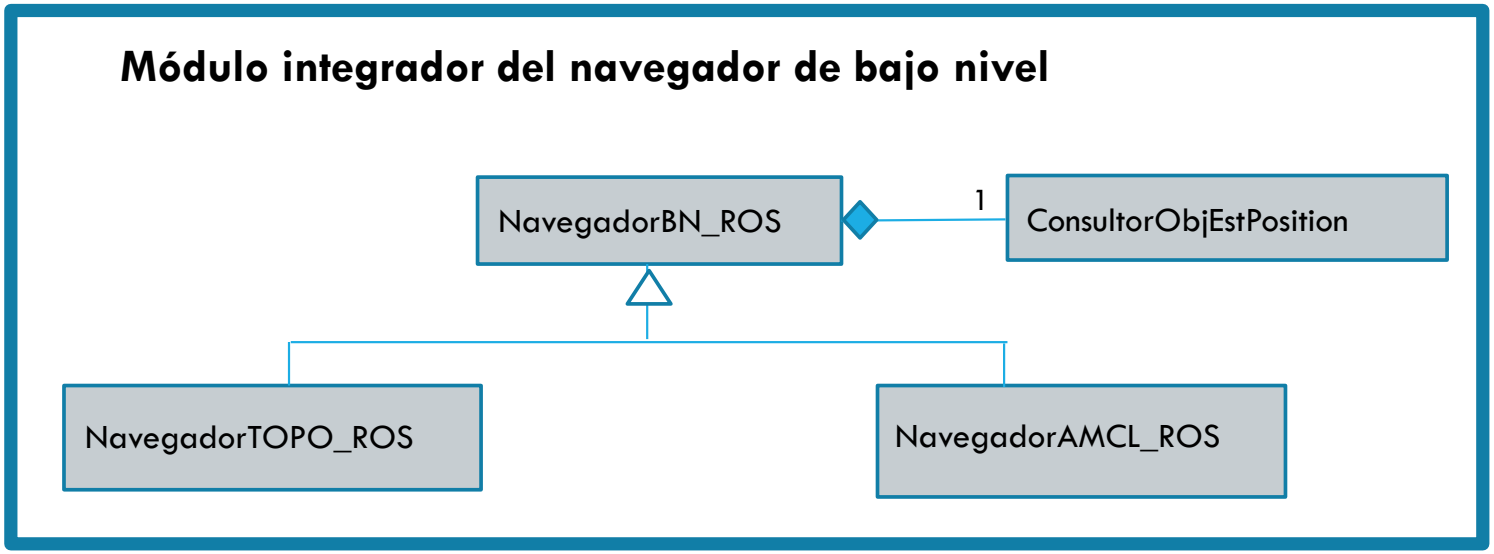


INTEGRACIÓN CON NAVEGADORES DE BAJO NIVEL

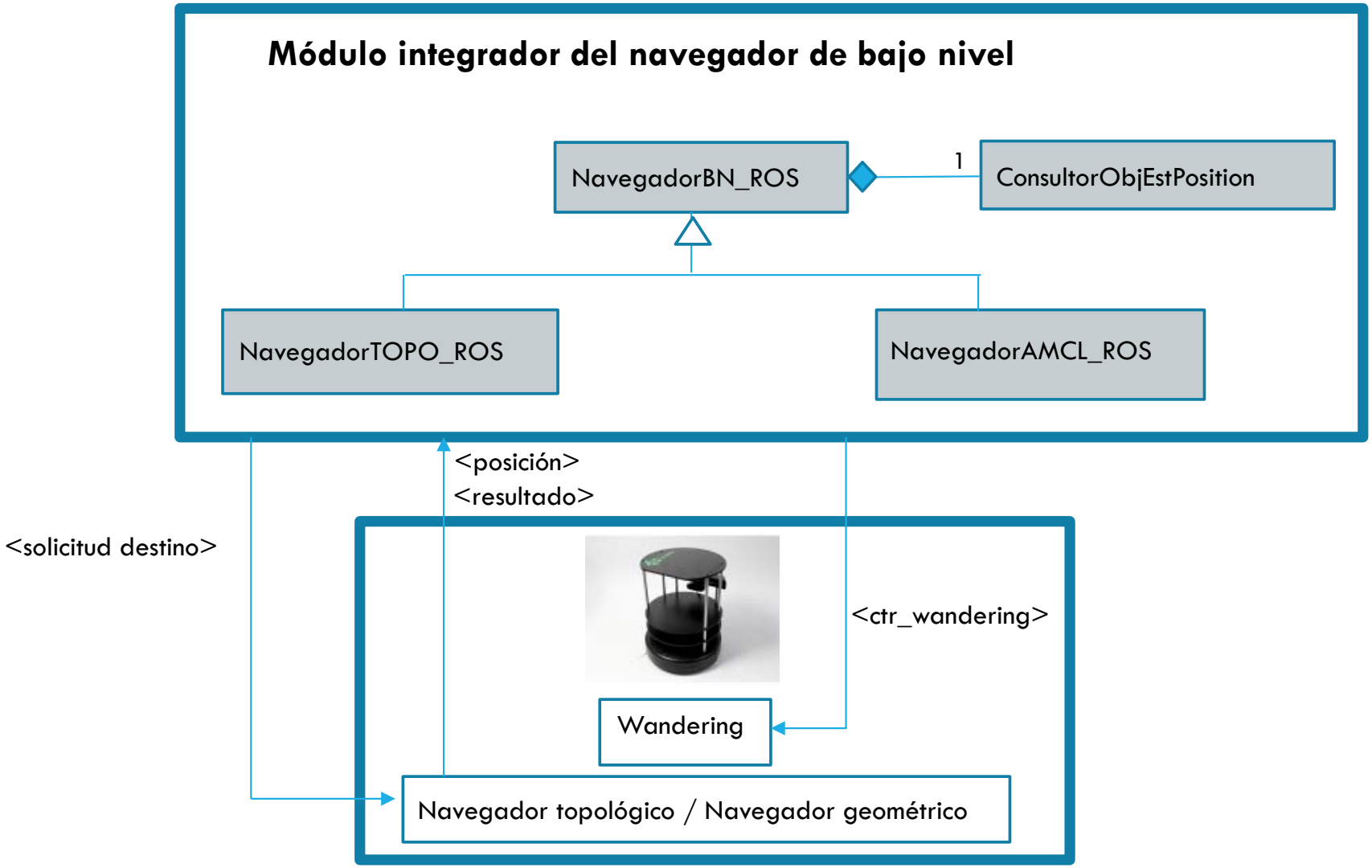
El sistema desarrollado en el navegador cuenta con un módulo de acople diseñado para integrar cualquier navegador que funcione en **ROS** (Robot Operating System). Para ello hay que conocer los topics donde publican sus mensajes.



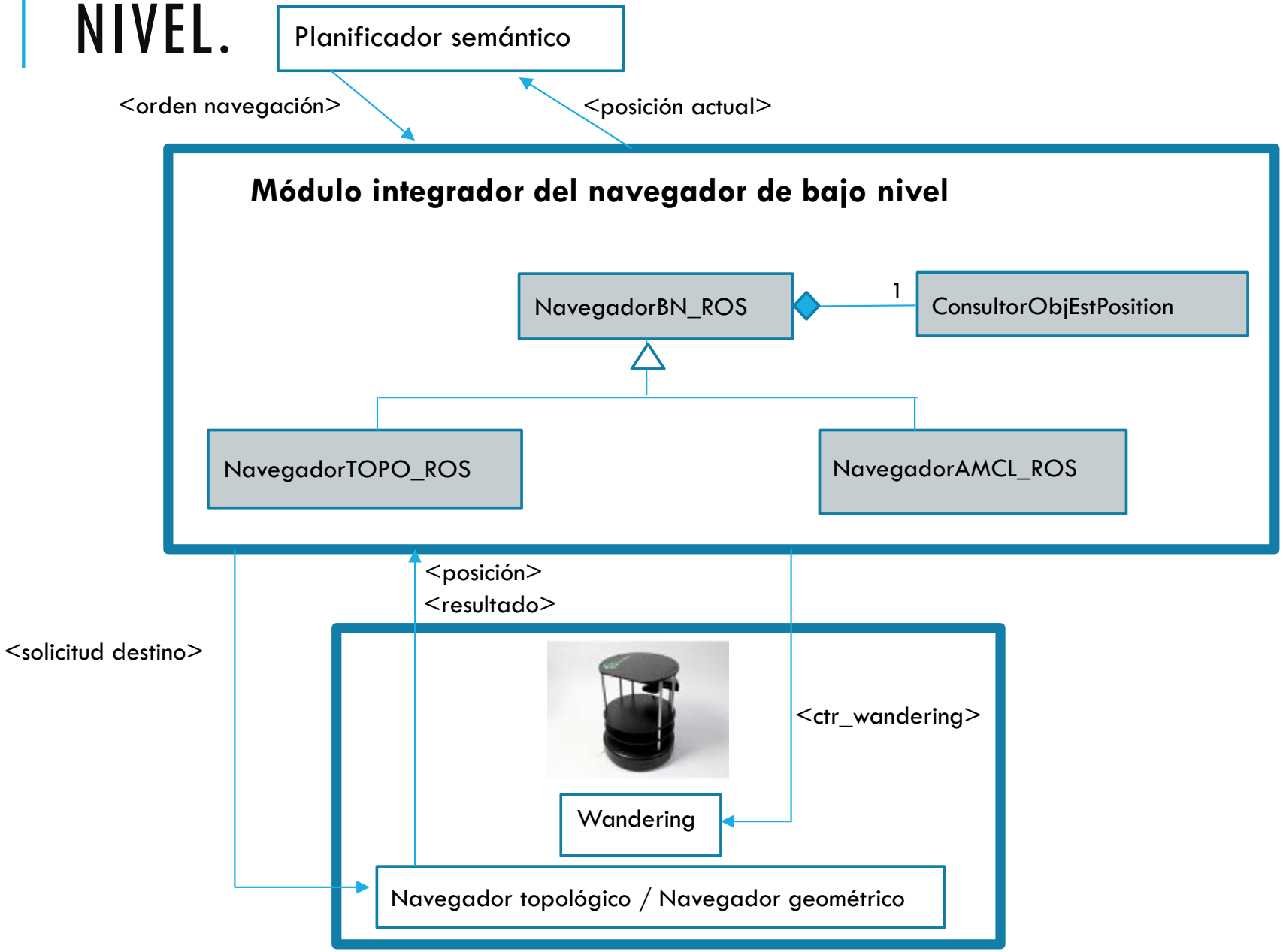
MÓDULO INTEGRADOR CON NAVEGADOR DE BAJO NIVEL.



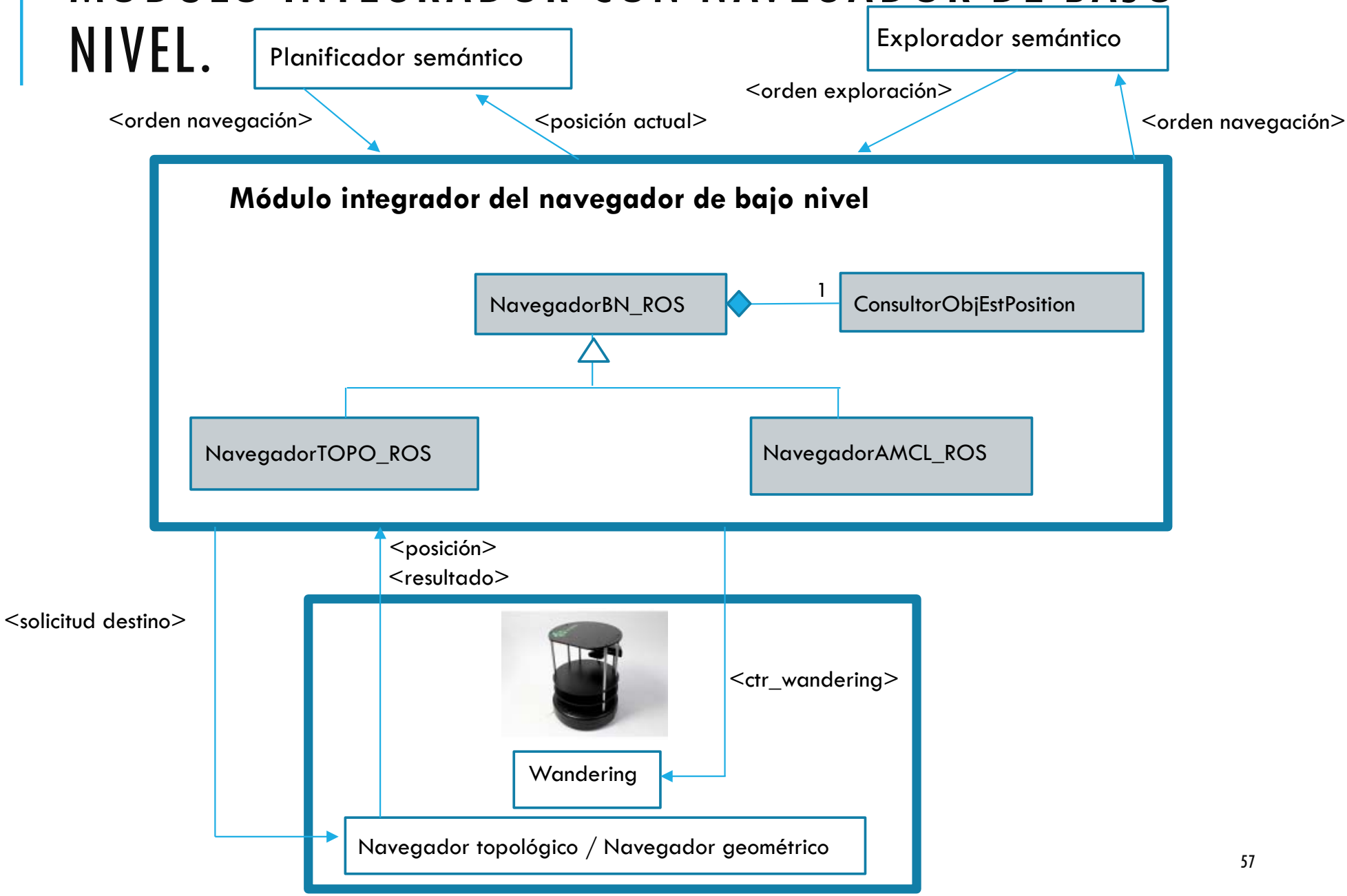
MÓDULO INTEGRADOR CON NAVEGADOR DE BAJO NIVEL.



MÓDULO INTEGRADOR CON NAVEGADOR DE BAJO NIVEL.



MÓDULO INTEGRADOR CON NAVEGADOR DE BAJO NIVEL.



ÍNDICE

Navegación en robots móviles

Sistema de Navegación Semántica

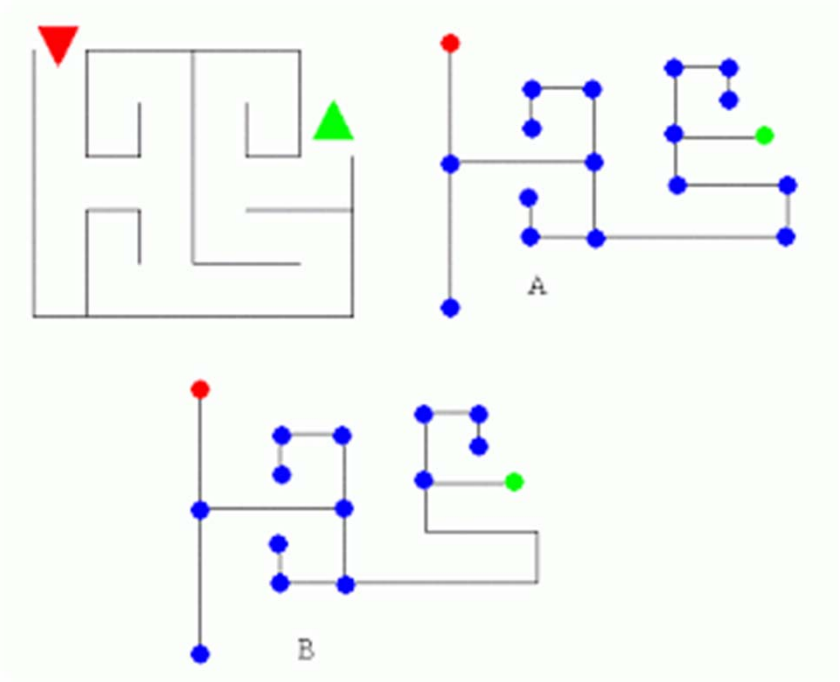
Modelado del entorno

Ejemplos de navegación semántica

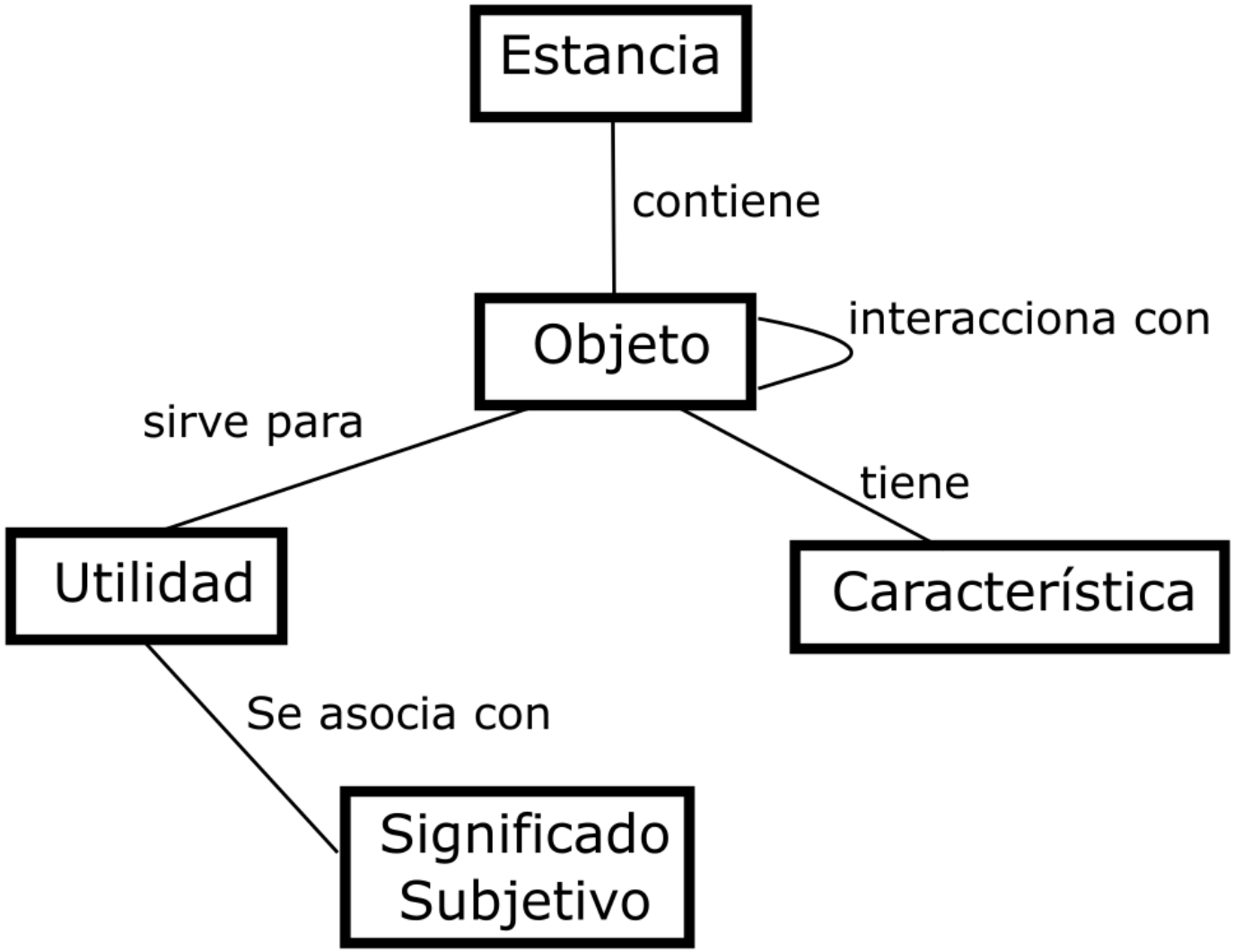
Localización y exploración

Ventajas de la navegación semántica

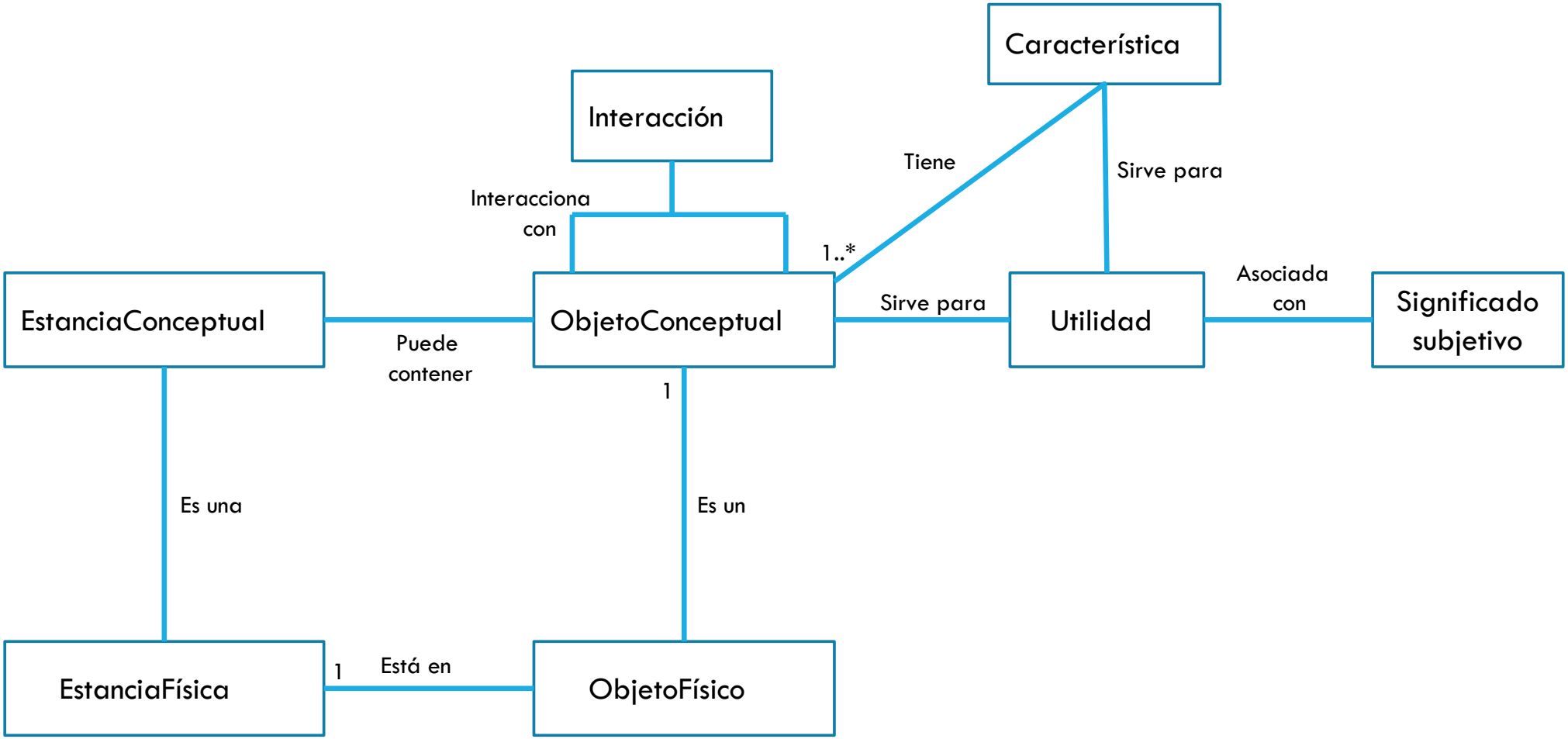
MAPAS GEOMÉTRICOS Y TOPOLÓGICOS



MODELADO SEMÁNTICO

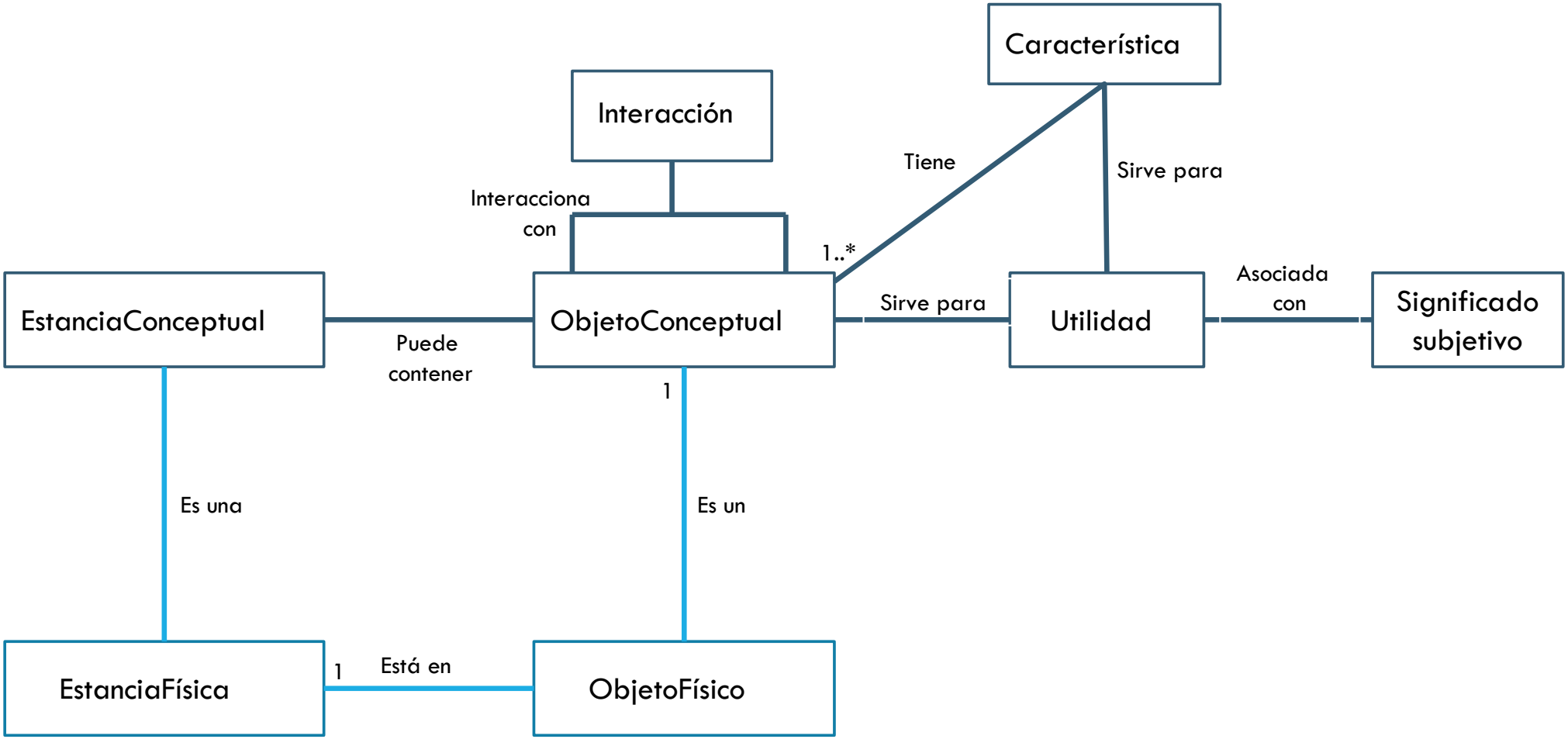


MODELADO – ONTOLOGÍA



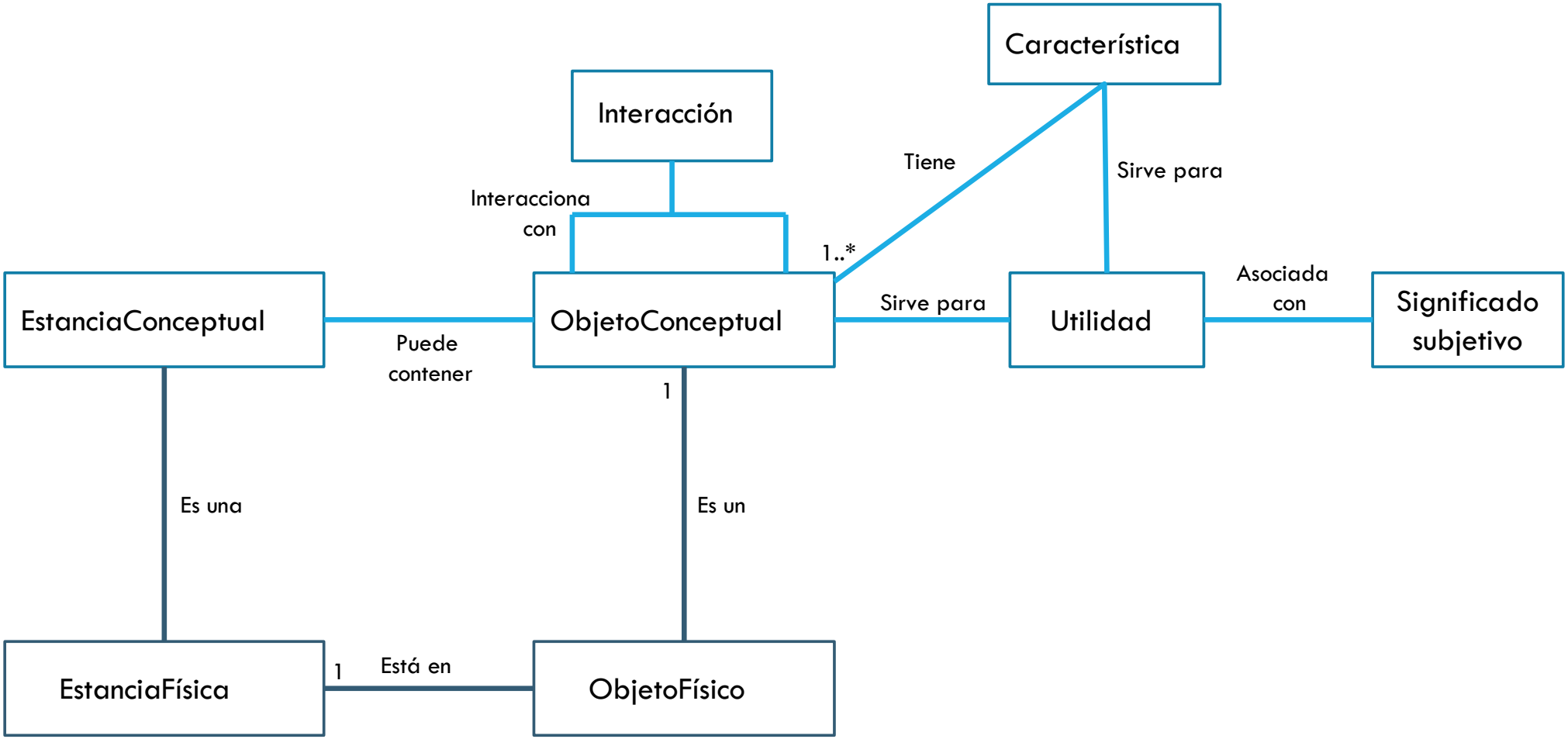
J. Crespo, R. Barber, O. M. Mozos. *An inferring semantic system based on relational models for mobile robotics*. 2015 IEEE International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions, Wednesday, 8 April, 2015, Vila Real, Portugal.

MODELADO – ONTOLOGÍA



J. Crespo, R. Barber, O. M. Mozos. *An inferring semantic system based on relational models for mobile robotics*. 2015 IEEE International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions, Wednesday, 8 April, 2015, Vila Real, Portugal.

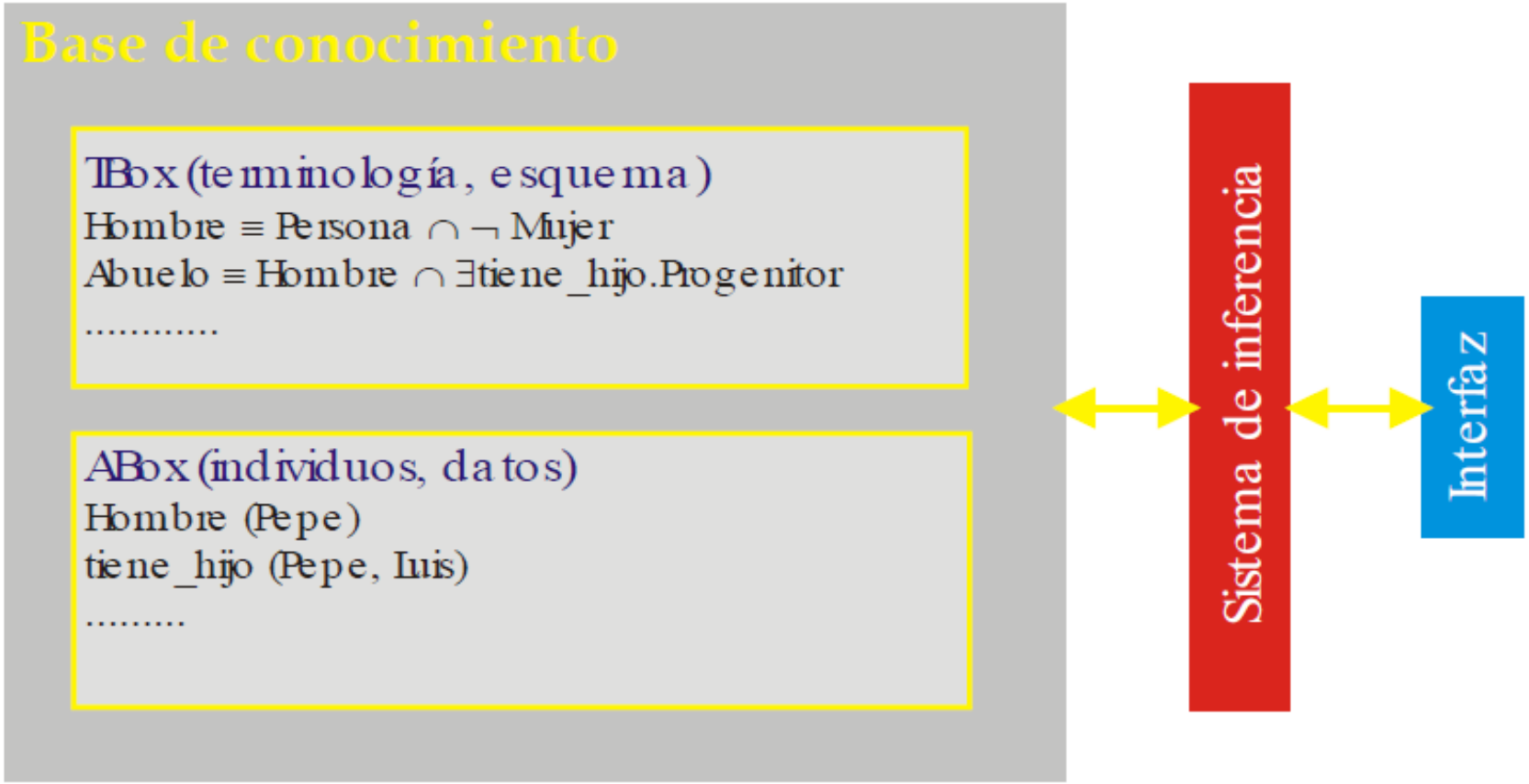
MODELADO – ONTOLOGÍA



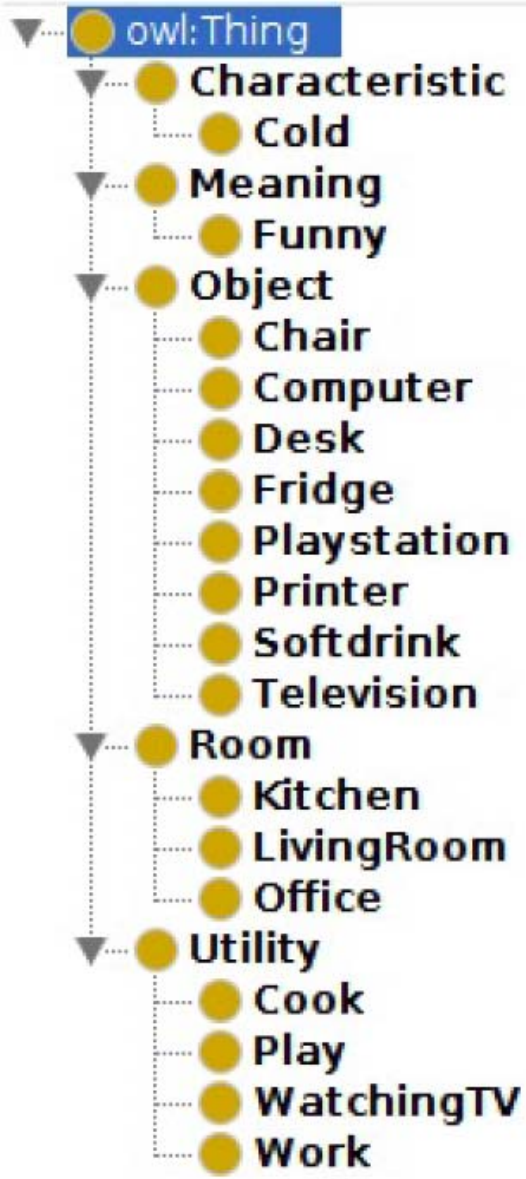
J. Crespo, R. Barber, O. M. Mozos. *An inferring semantic system based on relational models for mobile robotics*. 2015 IEEE International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions, Wednesday, 8 April, 2015, Vila Real, Portugal.

IMPLEMENTACIÓN DE LA ONTOLOGÍA

Se suele recurrir a un motor de razonamiento. El esquema básico de su funcionamiento es el siguiente:

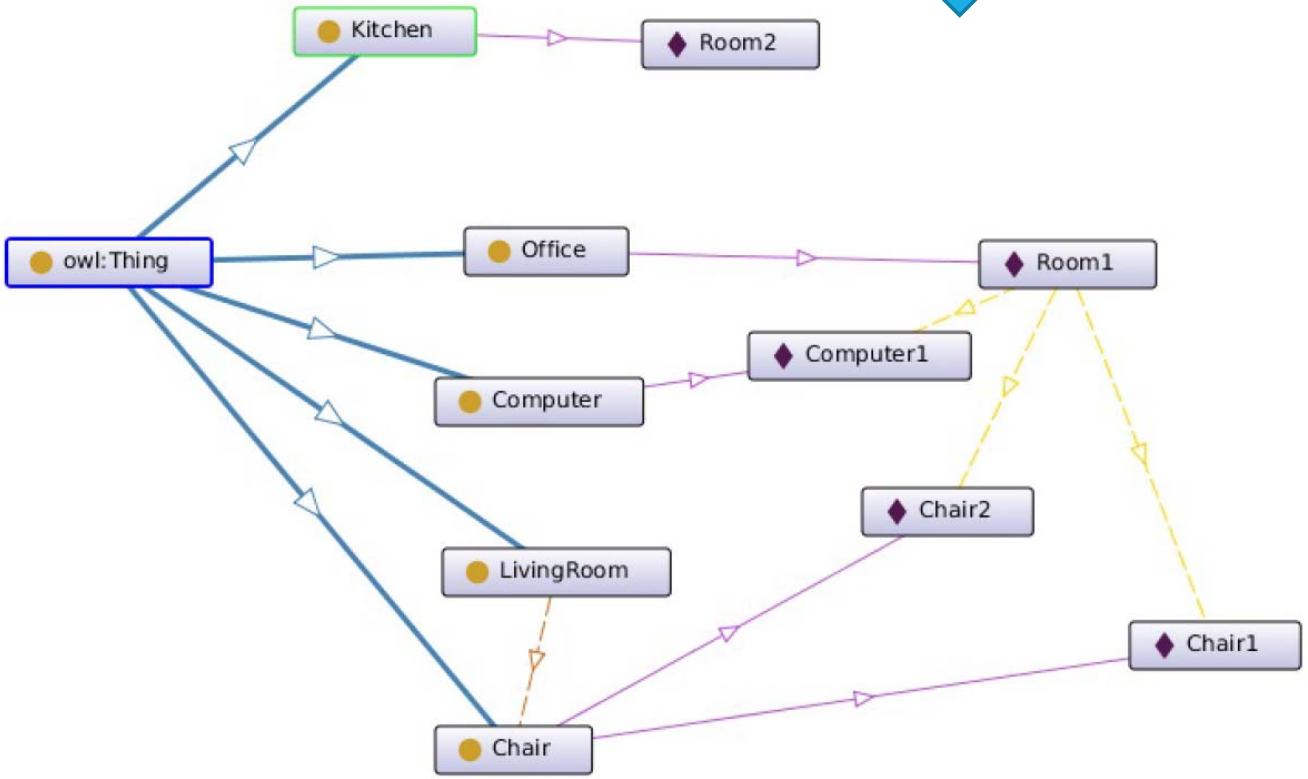


IMPLEMENTACIÓN CON PROTÉGÉ

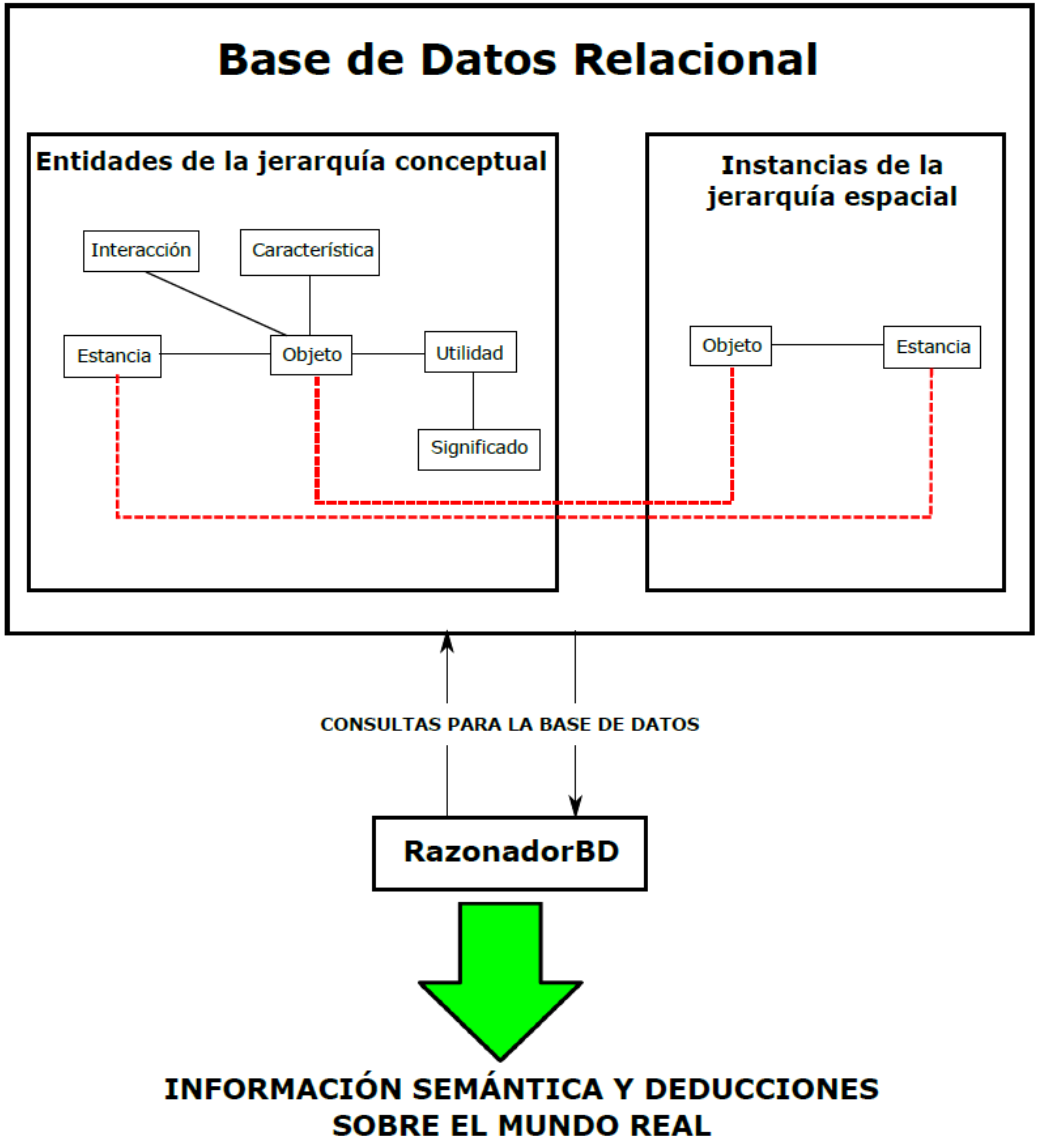


Definición de entidades conceptuales

Unión de entidades conceptuales con entidades reales.

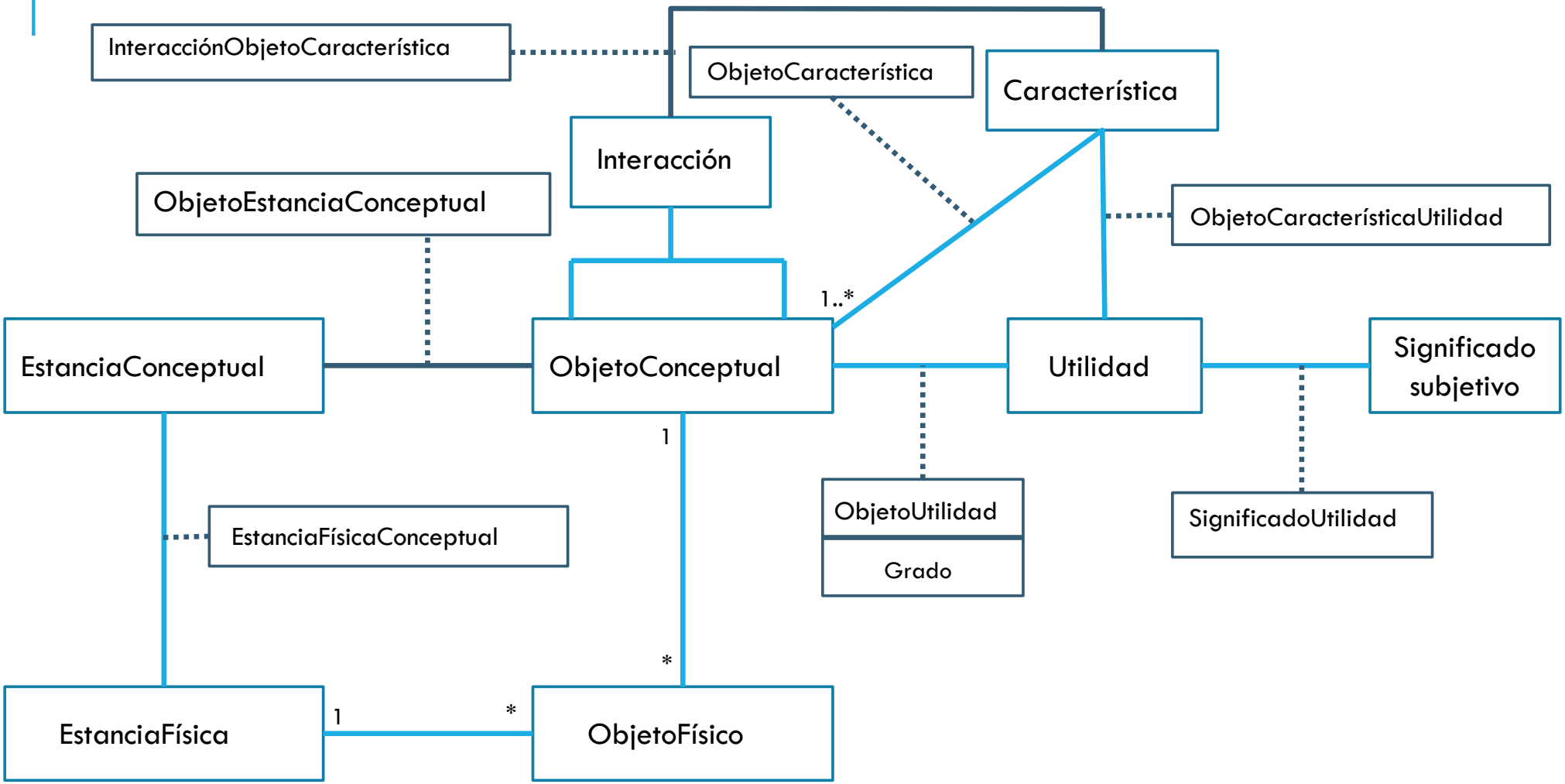


IMPLEMENTACIÓN CON BASES DE DATOS



J. Crespo, R. Barber, O. M. Mozos, D. BeBler and M. Beetz, "Reasoning Systems for Semantic Navigation in Mobile Robots," *2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS)*, Madrid, 2018

IMPLEMENTACIÓN EN BD RELACIONAL



J. Crespo, R. Barber, O. M. Mozos. *An inferring semantic system based on relational models for mobile robotics*. 2015 IEEE International Conference on Autonomous Robot Systems and Competitions, Wednesday, 8 April, 2015, Vila Real, Portugal.

ÍNDICE

Navegación en robots móviles

Sistema de Navegación Semántica

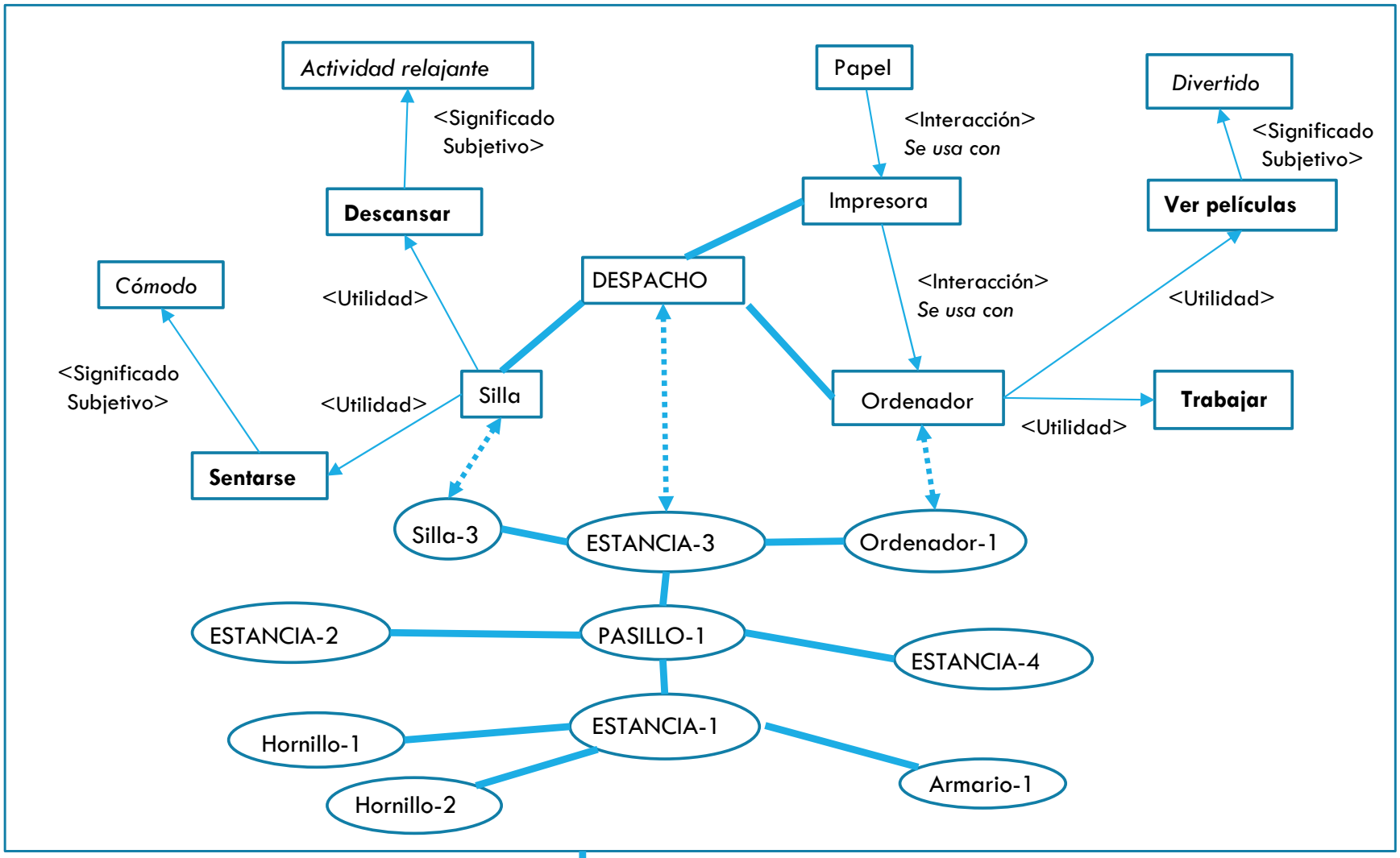
Modelado del entorno

Gestión de la información semántica

Localización y exploración

Ventajas de la navegación semántica

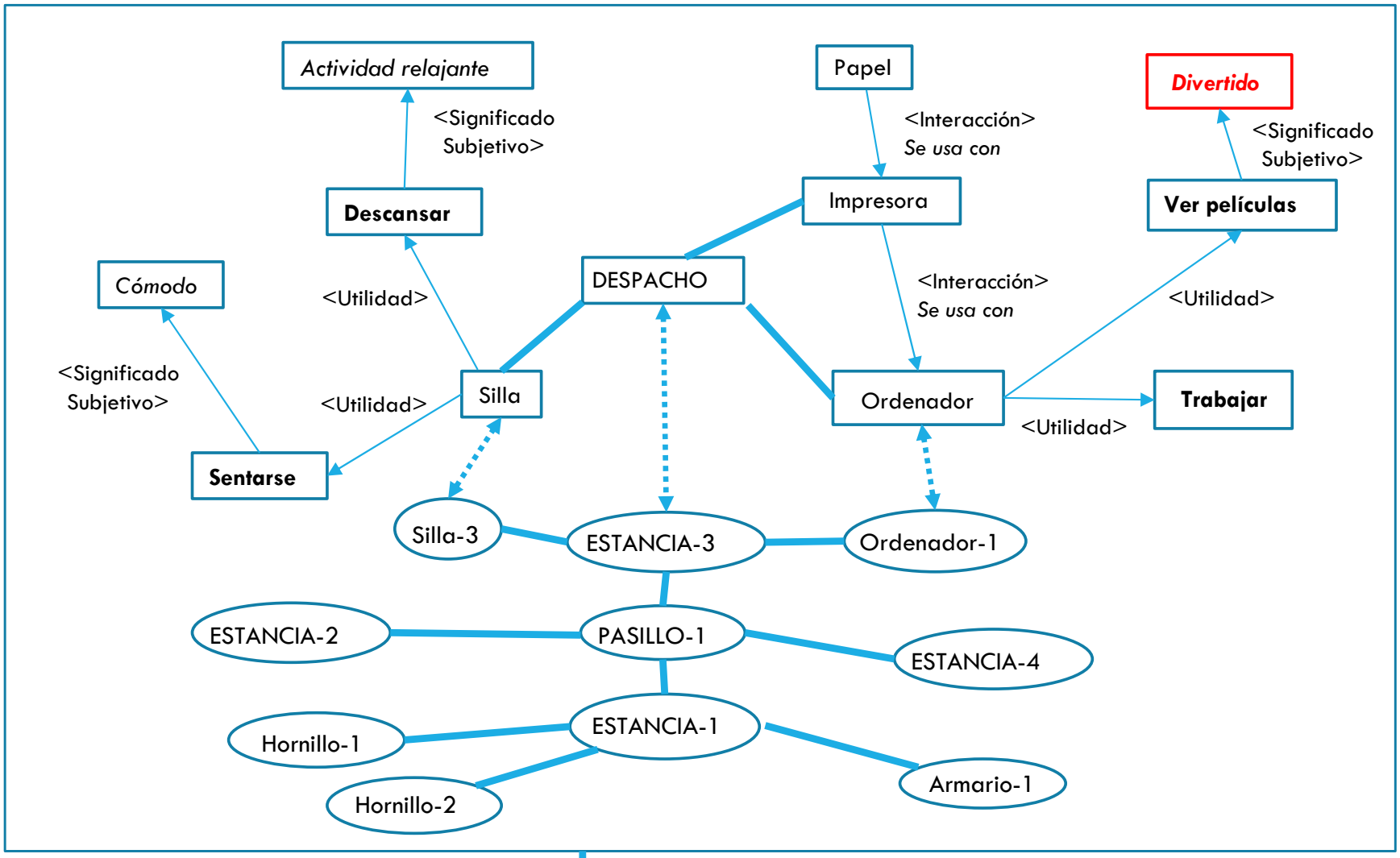
DEDUCCIÓN DE DESTINO SEMÁNTICO



¿Dónde puedo ir para hacer algo ***divertido***?

SISTEMA DE RAZONAMIENTO

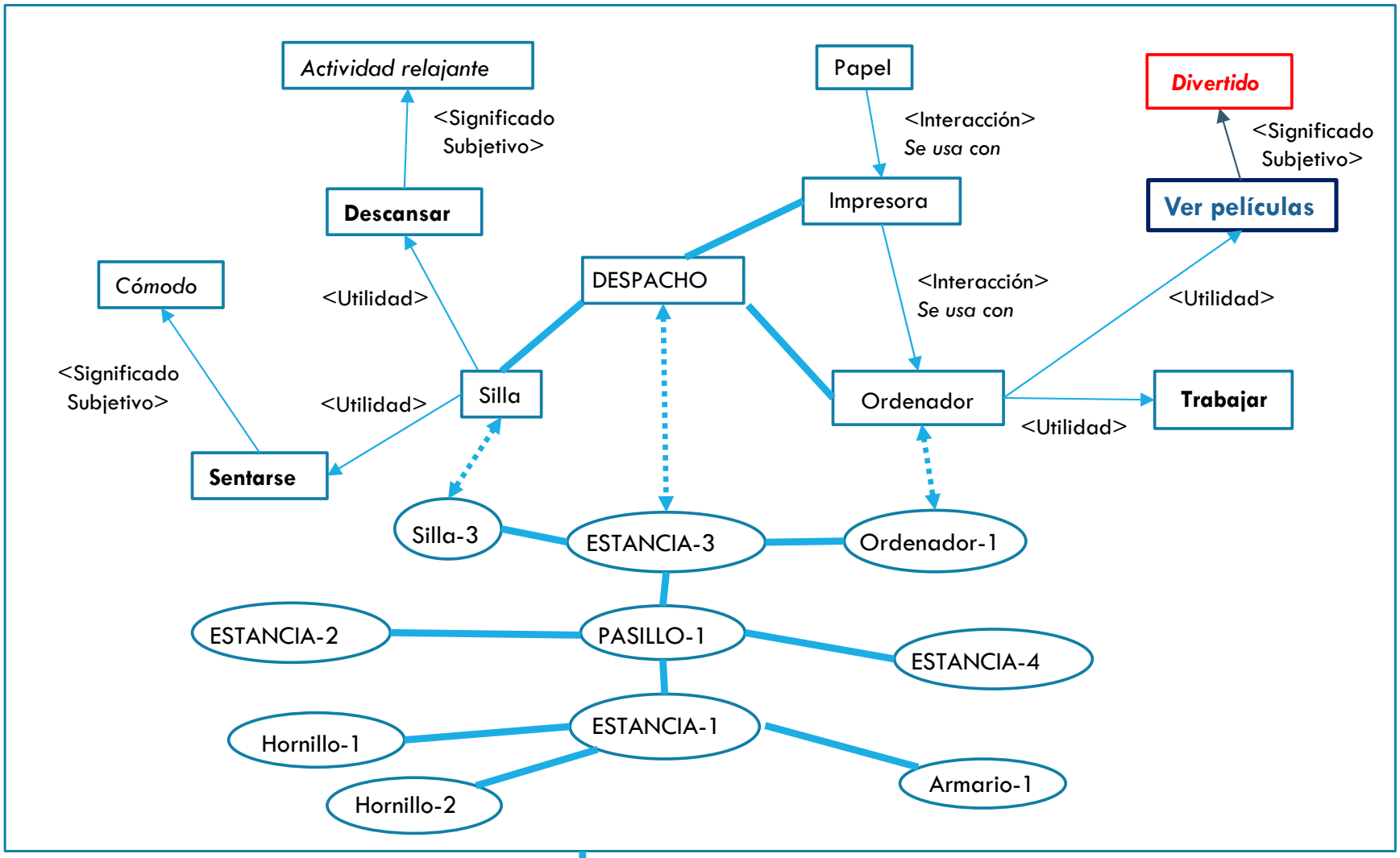
DEDUCCIÓN DE DESTINO SEMÁNTICO



¿Dónde puedo ir para hacer algo ***divertido***?

SISTEMA DE RAZONAMIENTO

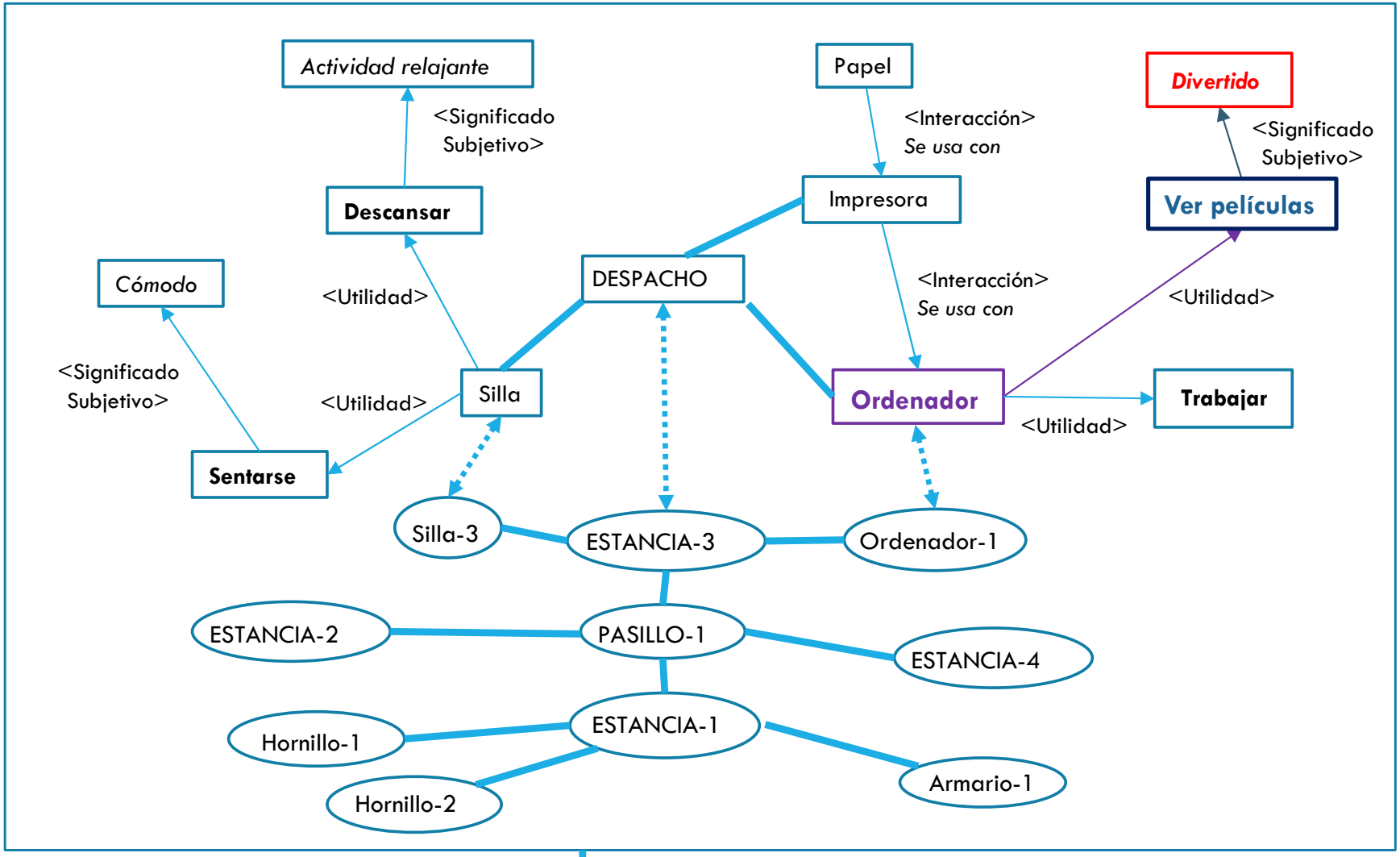
DEDUCCIÓN DE DESTINO SEMÁNTICO



¿Dónde puedo ir para hacer algo ***divertido***?

SISTEMA DE RAZONAMIENTO

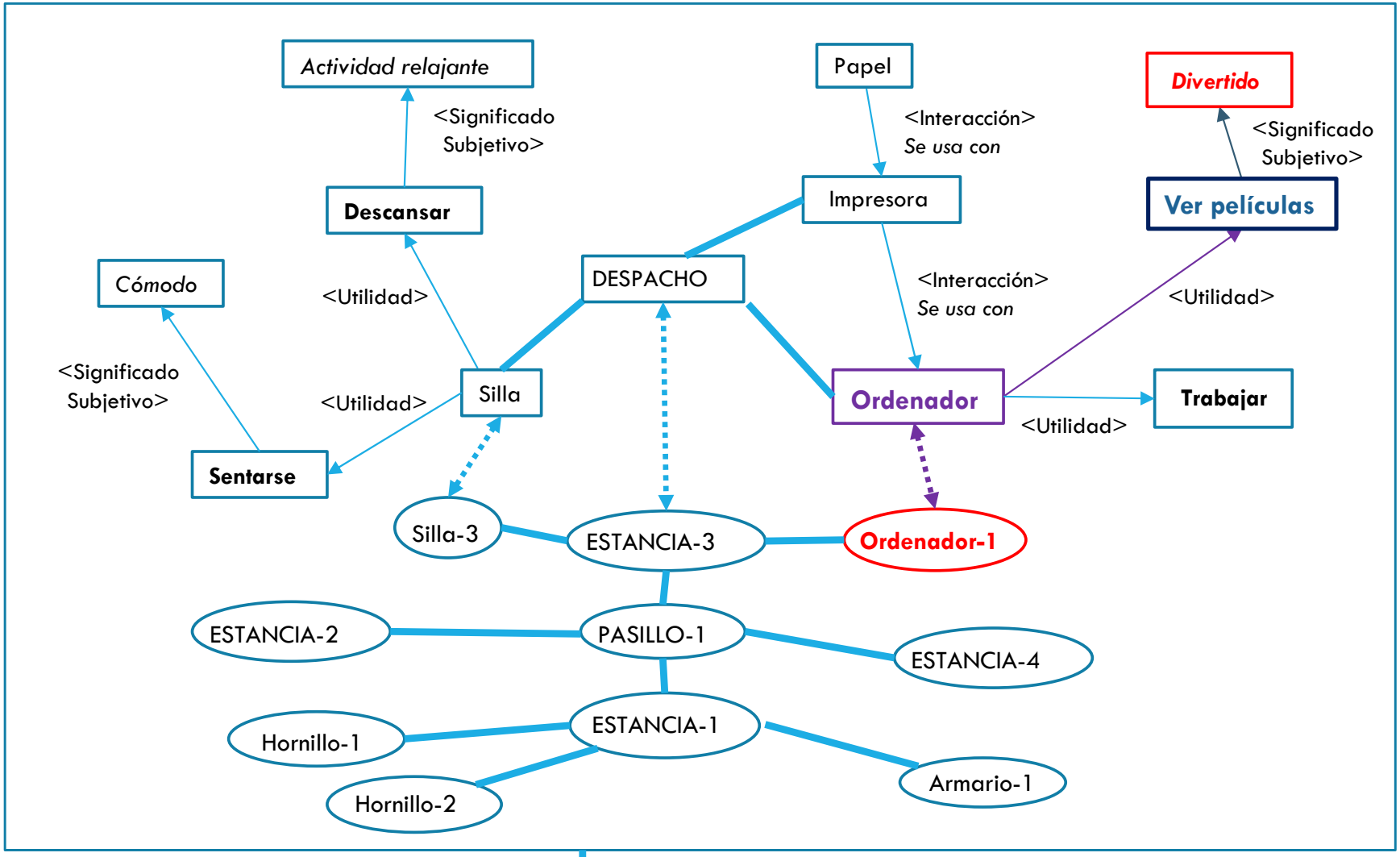
DEDUCCIÓN DE DESTINO SEMÁNTICO



¿Dónde puedo ir para hacer algo ***divertido***?

SISTEMA DE RAZONAMIENTO

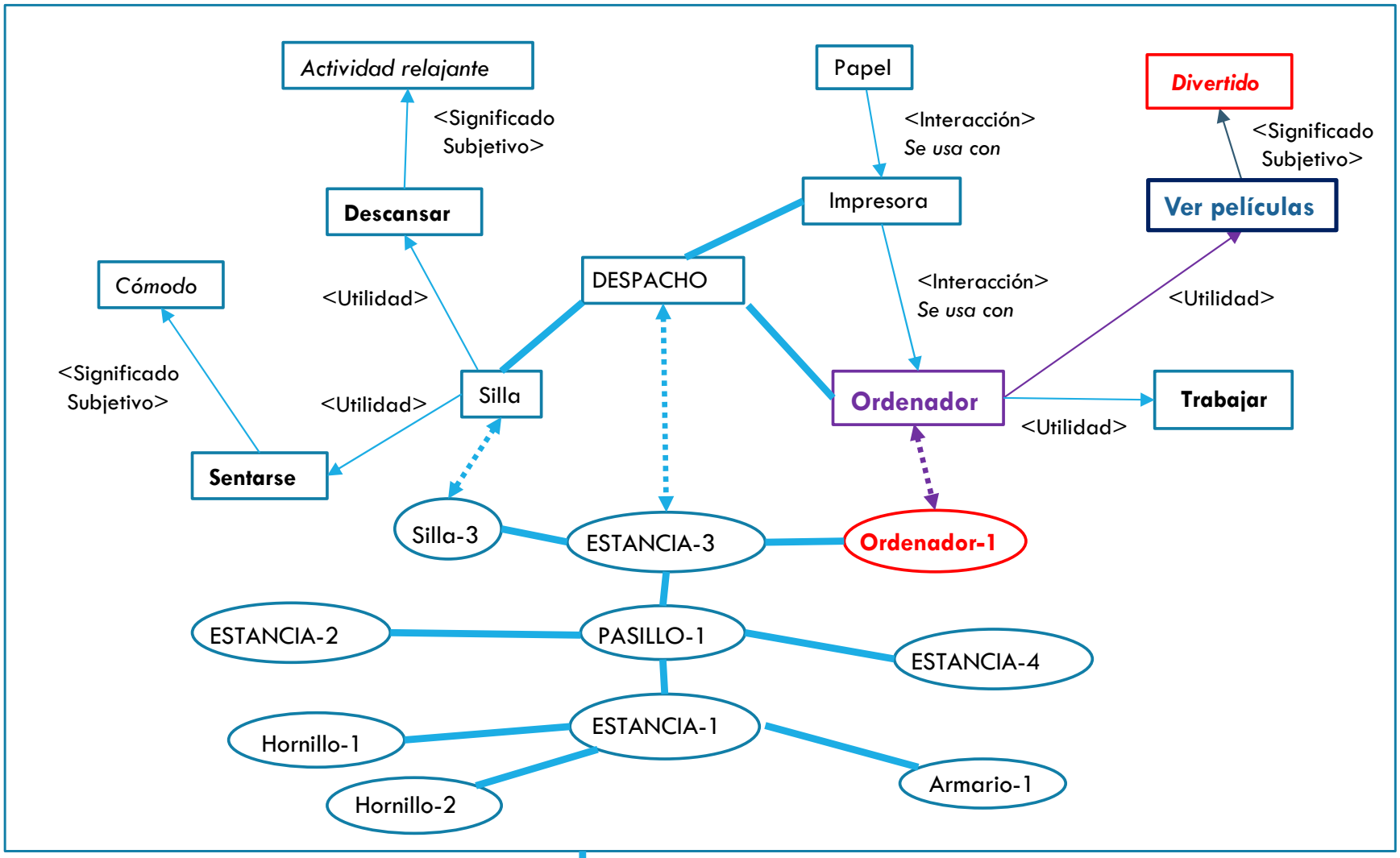
DEDUCCIÓN DE DESTINO SEMÁNTICO



¿Dónde puedo ir para hacer algo ***divertido***?

SISTEMA DE RAZONAMIENTO

DEDUCCIÓN DE DESTINO SEMÁNTICO

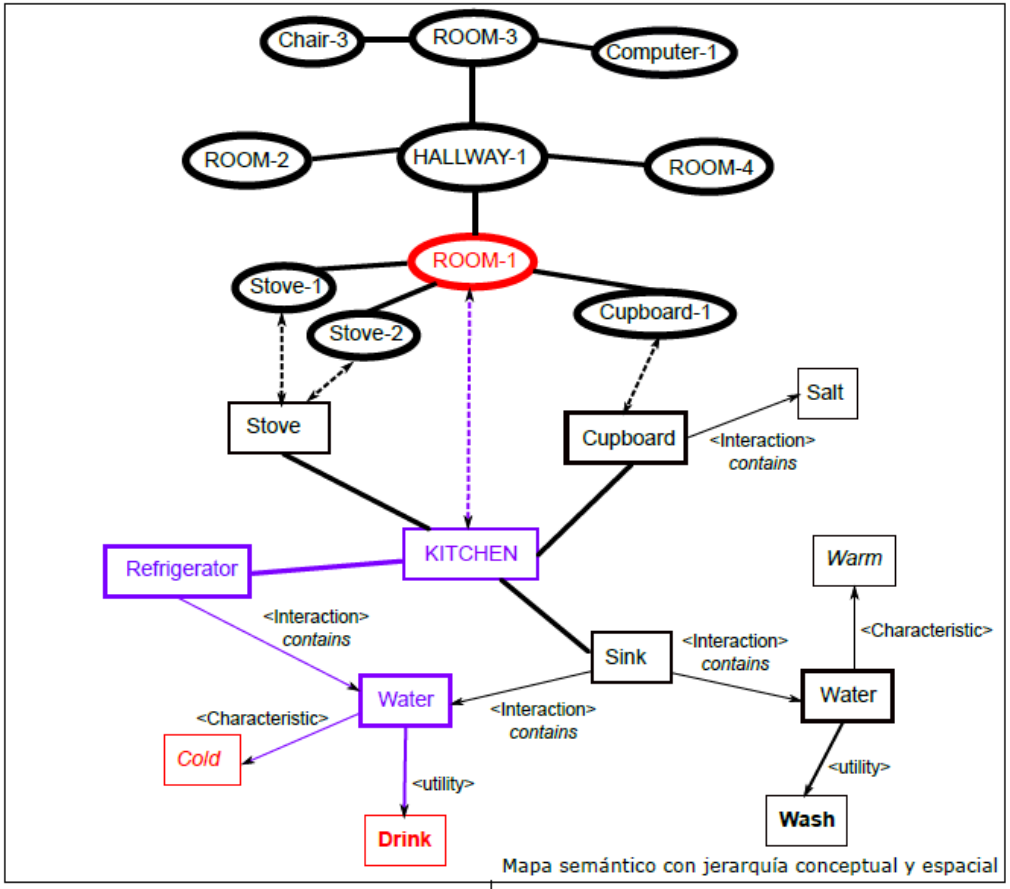


¿Dónde puedo ir para hacer algo ***divertido***?

SISTEMA DE RAZONAMIENTO

¡A donde está ubicado el Ordenador-1!

DEDUCCIÓN DE DESTINO SEMÁNTICO



Mapa semántico con jerarquía conceptual y espacial

SISTEMA DE RAZONAMIENTO

¿Dónde puedo ir para beber algo frío

A la estancia 1.
(Porque es una Cocina y ahí
se puede buscar el Frigorífico porque
contiene Agua Fría)

EJEMPLO DEDUCCIONES DE DESTINO

Supongamos esta información en las tablas

EstanciaObjetoConceptual

NombreEstancia	NombreObjeto
COCINA	*HORNILLO*
COCINA	*FRIGORÍFICO*
COCINA	*PILA*
COCINA	*LAVADORA*
COCINA	*RADIADOR*
SALÓN	*SOFÁ*
SALÓN	*MESA_CAFÉ*
SALÓN	*SILLA*
SALÓN	*TELEVISIÓN*
SALÓN	*LIBRERÍA*
SALÓN	*RADIADOR*
DESPACHO	*SILLA*
DESPACHO	*LIBRERÍA*
DESPACHO	*ESCRITORIO*
DESPACHO	*ORDENADOR*
DESPACHO	*RADIADOR*
COMEDOR	*SILLA*
COMEDOR	*MESA_COMEDOR*
COMEDOR	*RADIADOR*

ObjetoFísico

Nombre	NombreConceptual	NombreEstancia
Silla-1	*SILLA*	*Estancia-2*
Silla-2	*SILLA*	*Estancia-2*
Silla-3	*SILLA*	*Estancia-3*
Frigorífico-1	*FRIGORÍFICO*	*Estancia-1*
Sofá-1	*SOFÁ*	*Estancia-2*
Escritorio-1	*ESCRITORIO*	*Estancia-3*

EstanciaConceptualFisica

NombreFísico	NombreConceptual
Estancia-1	*COCINA*
Estancia-2	*SALON*
Estancia-3	*DESPACHO*

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

Consulta por un objeto conceptual

BASE DE DATOS

EstanciaObjetoConceptual

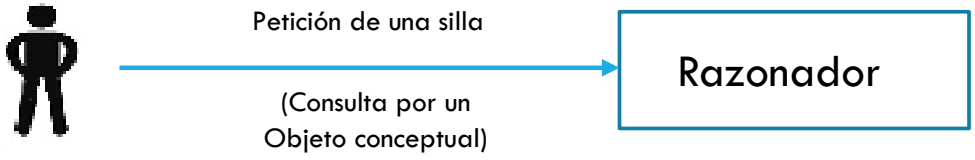
NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

ObjetoFísico

Nombre	*NomConceptual*	*NomEstancia*	*PosiciónID*
Silla-1	SILLA	Estancia-2	4
Silla-2	SILLA	Estancia-2	5
Silla-3	SILLA	Estancia-3	6

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

Consulta por un objeto conceptual



BASE DE DATOS

EstanciaObjetoConceptual

NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

ObjetoFísico

Nombre	*NomConceptual*	*NomEstancia*	*PosiciónID*
Silla-1	SILLA	Estancia-2	4
Silla-2	SILLA	Estancia-2	5
Silla-3	SILLA	Estancia-3	6

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

Consulta por un objeto conceptual

Petición de una silla

(Consulta por un Objeto conceptual)

Razonador

¿Hay objetos conocidos que sean instancias de *SILLA*?

BASE DE DATOS

EstanciaObjetoConceptual

NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

ObjetoFísico

Nombre	*NomConceptual*	*NomEstancia*	*PosiciónID*
Silla-1	SILLA	Estancia-2	4
Silla-2	SILLA	Estancia-2	5
Silla-3	SILLA	Estancia-3	6

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

Consulta por un objeto conceptual

Petición de una silla

(Consulta por un Objeto conceptual)

Razonador

¿Hay objetos conocidos que sean instancias de *SILLA*?

BASE DE DATOS

EstanciaObjetoConceptual

NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

ObjetoFísico

Nombre	*NomConceptual*	*NomEstancia*	*PosiciónID*
Silla-1	**SILLA**	**Estancia-2**	**4**
Silla-2	SILLA	Estancia-2	5
Silla-3	SILLA	Estancia-3	6

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

Consulta por un objeto conceptual

Petición de una silla

(Consulta por un Objeto conceptual)

Razonador

¿Hay objetos conocidos que sean instancias de *SILLA*?

Silla-1, Estancia-2, **Posición: 4**

BASE DE DATOS

EstanciaObjetoConceptual

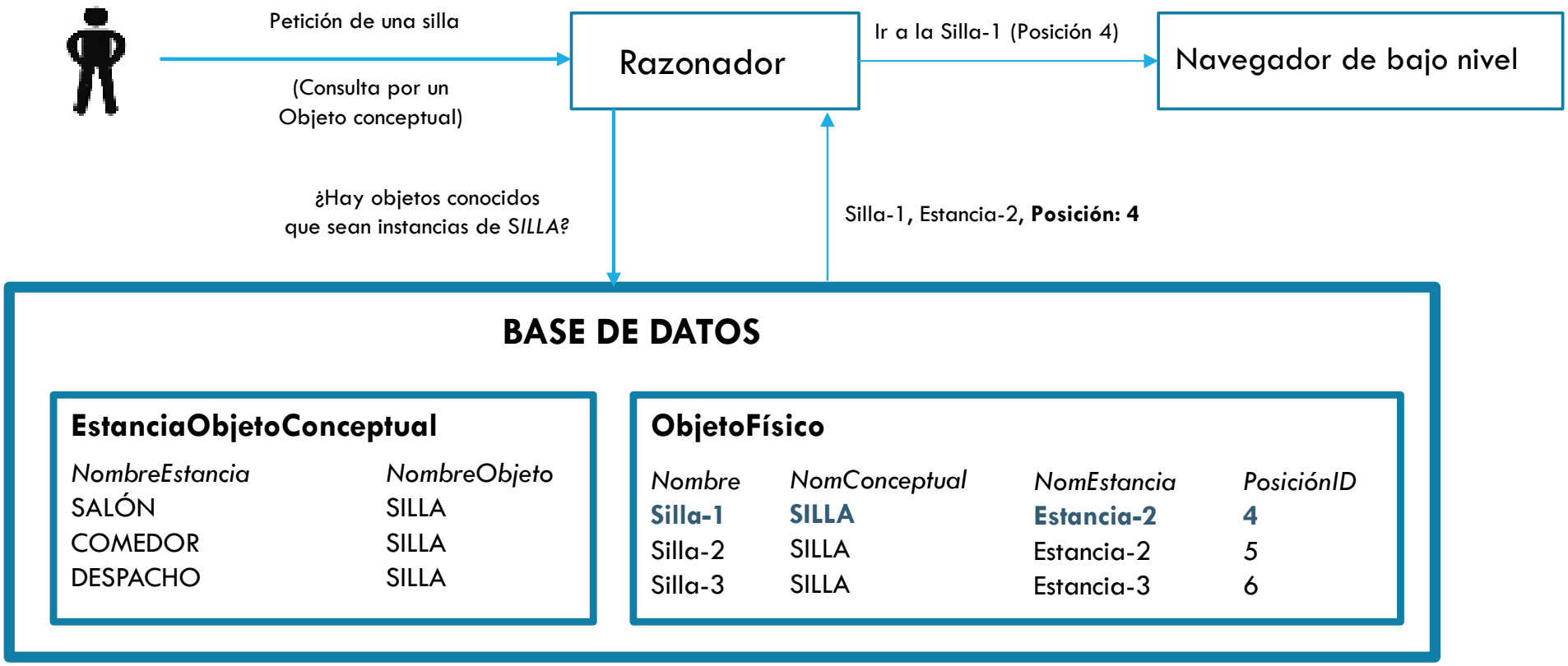
NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

ObjetoFísico

Nombre	*NomConceptual*	*NomEstancia*	*PosiciónID*
Silla-1	**SILLA**	**Estancia-2**	**4**
Silla-2	SILLA	Estancia-2	5
Silla-3	SILLA	Estancia-3	6

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

Consulta por un objeto conceptual



EstanciaObjetoConceptual

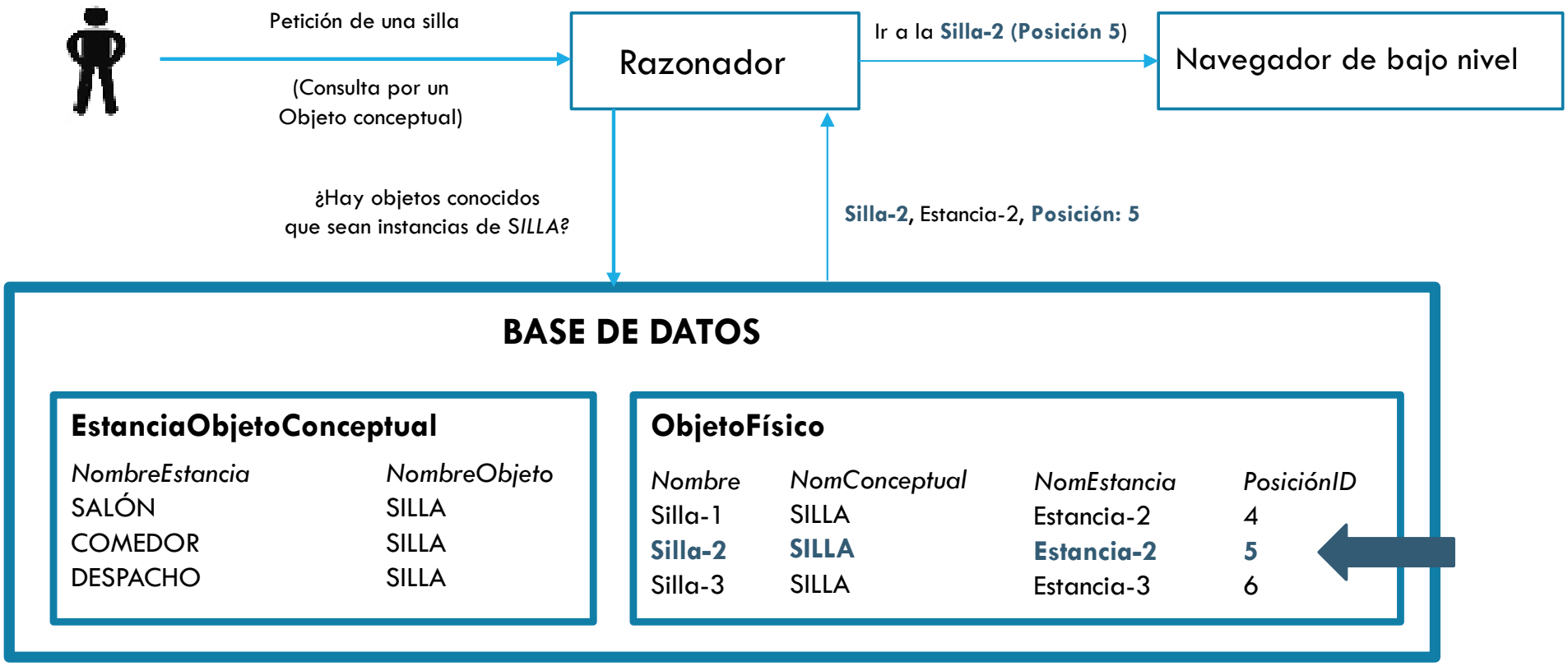
NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

ObjetoFísico

Nombre	*NomConceptual*	*NomEstancia*	*PosiciónID*
Silla-1	**SILLA**	**Estancia-2**	**4**
Silla-2	SILLA	Estancia-2	5
Silla-3	SILLA	Estancia-3	6

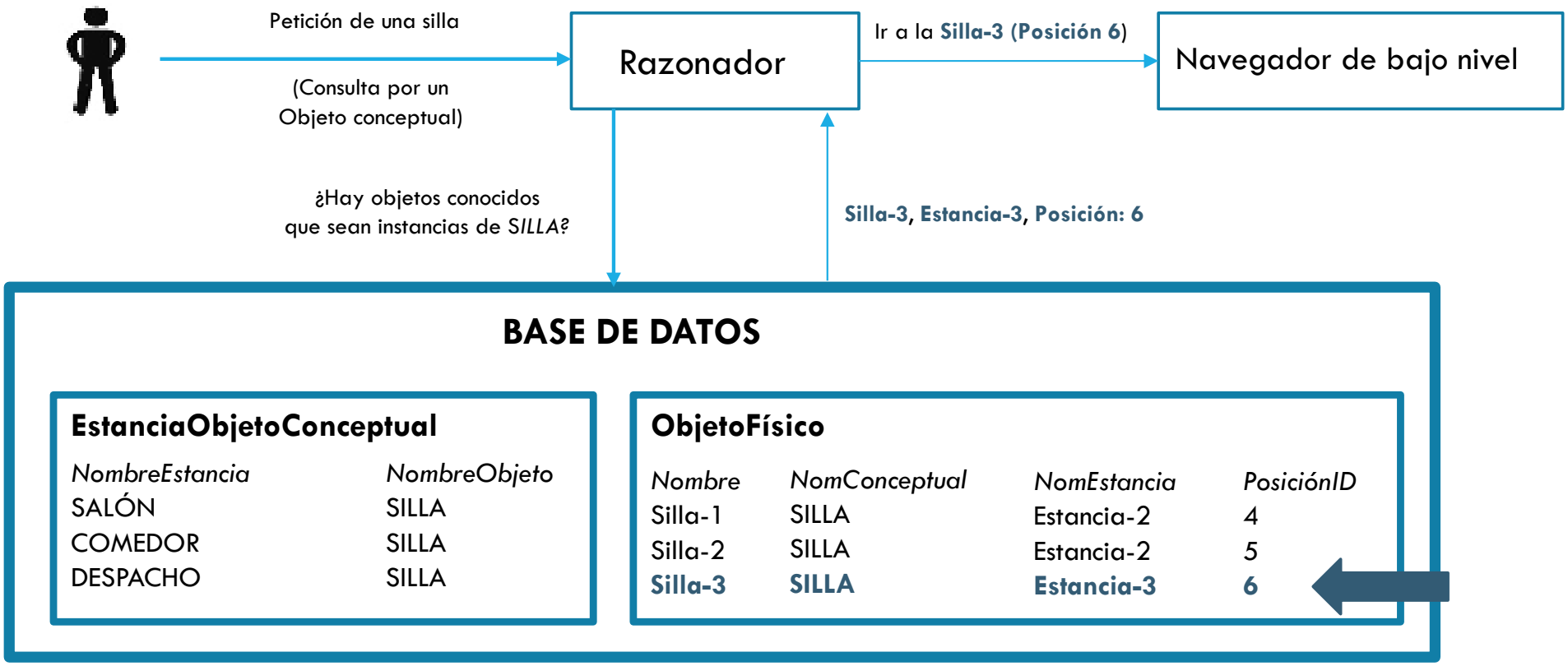
DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

Consulta por un objeto conceptual



DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

Consulta por un objeto conceptual



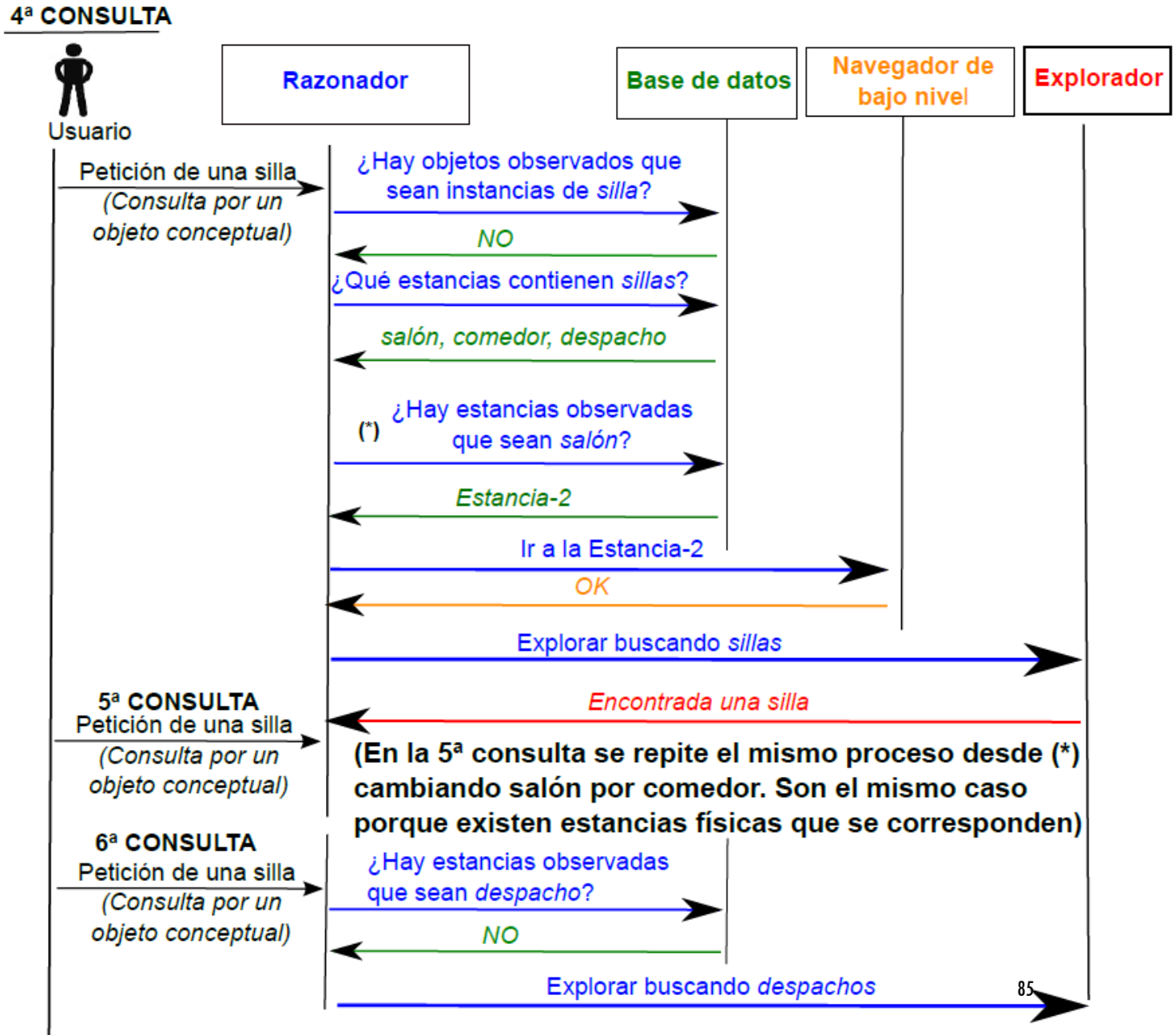
DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

EstanciaObjetoConceptual

NombreEstancia	NombreObjeto
SALÓN	*SILLA*
COMEDOR	*SILLA*
DESPACHO	*SILLA*

EstanciaConceptualFísica

NombreFísico	NombreConceptual
Estancia-1	*COCINA*
Estancia-2	*SALÓN*
Estancia-3	*COMEDOR*



DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

4ª Consulta

Usuario

Planificador

RazonadorBD

Navegador de bajo nivel

Explorador

Petición de una silla

(Consulta por un objeto conceptual)

EstanciaObjetoConceptual

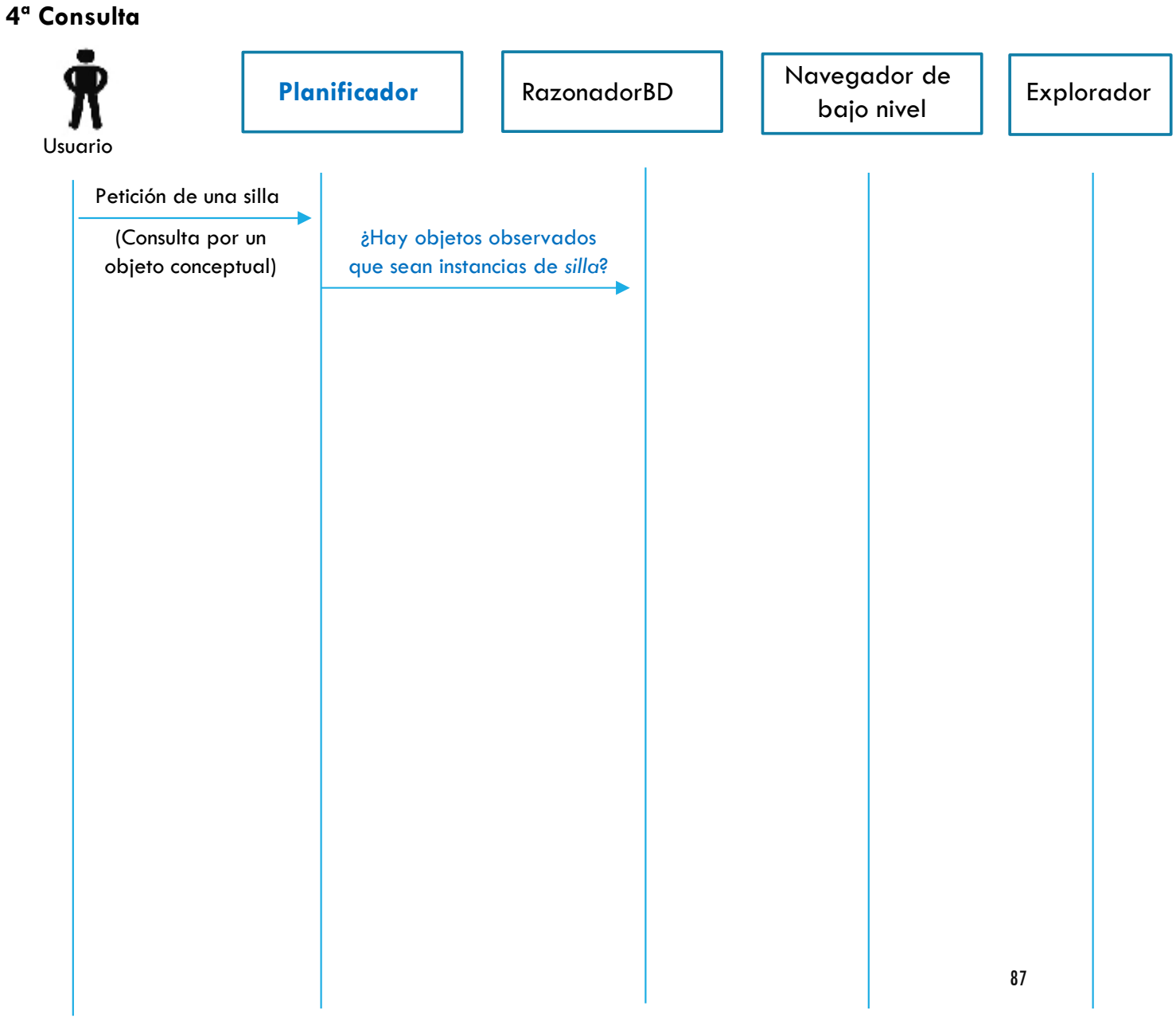
NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

EstanciaConceptualFísica

NombreFísico	*NombreConceptual*
Estancia-1	COCINA
Estancia-2	SALÓN
Estancia-3	COMEDOR

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

4ª Consulta



EstanciaObjetoConceptual

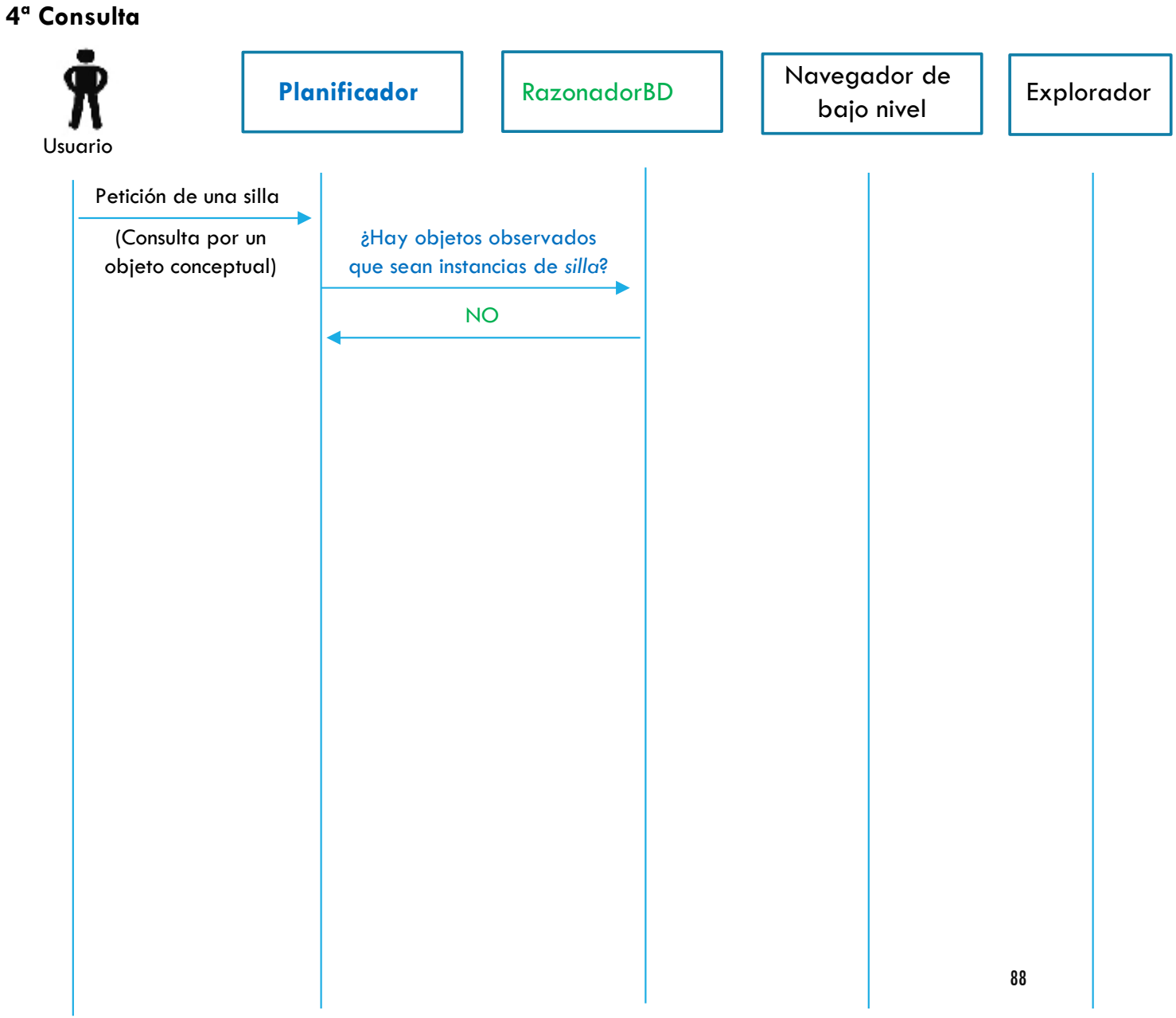
NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

EstanciaConceptualFísica

NombreFísico	*NombreConceptual*
Estancia-1	COCINA
Estancia-2	SALÓN
Estancia-3	COMEDOR

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

4ª Consulta



EstanciaObjetoConceptual

NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

EstanciaConceptualFísica

NombreFísico	*NombreConceptual*
Estancia-1	COCINA
Estancia-2	SALÓN
Estancia-3	COMEDOR

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

4ª Consulta

Usuario

Planificador | RazonadorBD | Navegador de bajo nivel | Explorador

Petición de una silla

(Consulta por un objeto conceptual)

¿Hay objetos observados que sean instancias de *silla*?

NO

¿Qué estancias contienen sillas?

EstanciaObjetoConceptual

NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

EstanciaConceptualFísica

NombreFísico	*NombreConceptual*
Estancia-1	COCINA
Estancia-2	SALÓN
Estancia-3	COMEDOR

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

4ª Consulta

EstanciaObjetoConceptual

NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

EstanciaConceptualFísica

NombreFísico	*NombreConceptual*
Estancia-1	COCINA
Estancia-2	SALÓN
Estancia-3	COMEDOR

Usuario

Planificador | RazonadorBD | Navegador de bajo nivel | Explorador

Petición de una silla

(Consulta por un objeto conceptual)

¿Hay objetos observados que sean instancias de *silla*?

NO

¿Qué estancias contienen sillas?

Salón, comedor, despacho

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

4ª Consulta

Usuario

Planificador | RazonadorBD | Navegador de bajo nivel | Explorador

Petición de una silla

(Consulta por un objeto conceptual)

¿Hay objetos observados que sean instancias de *silla*?

NO

¿Qué estancias contienen sillas?

Salón, comedor, despacho

¿Hay estancias observadas identificadas como *salón*?

EstanciaObjetoConceptual

NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

EstanciaConceptualFísica

NombreFísico	*NombreConceptual*
Estancia-1	COCINA
Estancia-2	SALÓN
Estancia-3	COMEDOR

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

4ª Consulta

EstanciaObjetoConceptual

NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

EstanciaConceptualFísica

NombreFísico	*NombreConceptual*
Estancia-1	COCINA
Estancia-2	SALÓN
Estancia-3	COMEDOR

Usuario

Planificador | RazonadorBD | Navegador de bajo nivel | Explorador

Petición de una silla

(Consulta por un objeto conceptual)

¿Hay objetos observados que sean instancias de *silla*?

NO

¿Qué estancias contienen sillas?

Salón, comedor, despacho

¿Hay estancias observadas identificadas como *salón*?

Estancia-2

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

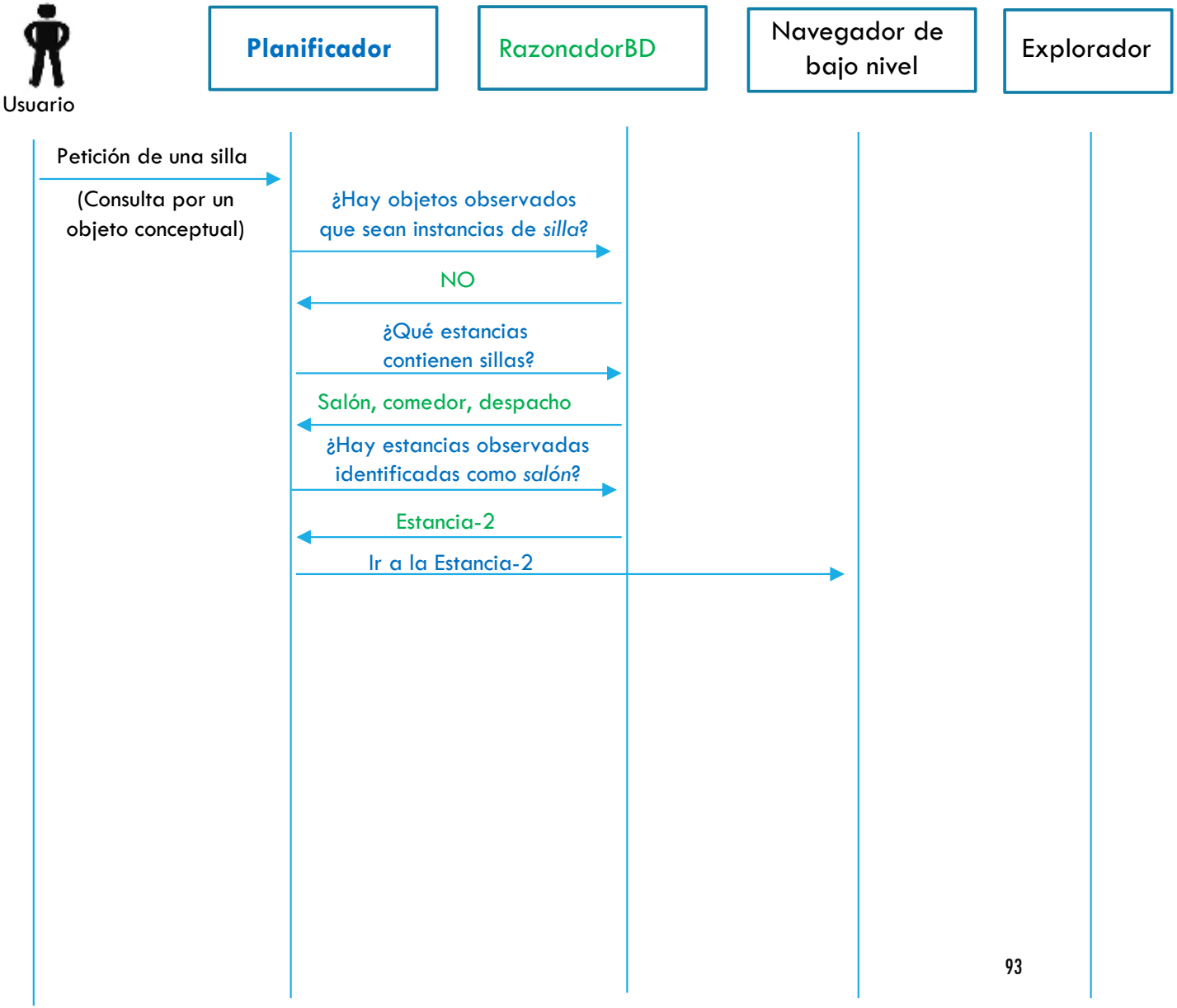
4ª Consulta

EstanciaObjetoConceptual

NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

EstanciaConceptualFísica

NombreFísico	*NombreConceptual*
Estancia-1	COCINA
Estancia-2	SALÓN
Estancia-3	COMEDOR



DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

4ª Consulta

EstanciaObjetoConceptual	
NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

EstanciaConceptualFísica	
NombreFísico	*NombreConceptual*
Estancia-1	COCINA
Estancia-2	SALÓN
Estancia-3	COMEDOR

Usuario

Planificador | RazonadorBD | Navegador de bajo nivel | Explorador

Petición de una silla

(Consulta por un objeto conceptual)

¿Hay objetos observados que sean instancias de *silla*?

NO

¿Qué estancias contienen sillas?

Salón, comedor, despacho

¿Hay estancias observadas identificadas como *salón*?

Estancia-2

Ir a la Estancia-2

OK

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

4ª Consulta

EstanciaObjetoConceptual	
NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

EstanciaConceptualFísica	
NombreFísico	*NombreConceptual*
Estancia-1	COCINA
Estancia-2	SALÓN
Estancia-3	COMEDOR

Usuario

Planificador | RazonadorBD | Navegador de bajo nivel | Explorador

Petición de una silla

(Consulta por un objeto conceptual)

¿Hay objetos observados que sean instancias de *silla*?

NO

¿Qué estancias contienen sillas?

Salón, comedor, despacho

¿Hay estancias observadas identificadas como *salón*?

Estancia-2

Ir a la Estancia-2

OK

Exploración buscando sillas

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

4ª Consulta

EstanciaObjetoConceptual	
NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

EstanciaConceptualFísica	
NombreFísico	*NombreConceptual*
Estancia-1	COCINA
Estancia-2	SALÓN
Estancia-3	COMEDOR

Usuario

Planificador | RazonadorBD | Navegador de bajo nivel | Explorador

Petición de una silla

(Consulta por un objeto conceptual)

¿Hay objetos observados que sean instancias de *silla*?

NO

¿Qué estancias contienen sillas?

Salón, comedor, despacho

¿Hay estancias observadas identificadas como *salón*?

Estancia-2

Ir a la Estancia-2

OK

Exploración buscando sillas

Silla no encontrada

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

4ª Consulta

Usuario

Planificador | RazonadorBD | Navegador de bajo nivel | Explorador

Petición de una silla

(Consulta por un objeto conceptual)

¿Hay objetos observados que sean instancias de *silla*?

NO

¿Qué estancias contienen sillas?

Salón, comedor, despacho

¿Hay estancias observadas identificadas como ***comedor***?

EstanciaObjetoConceptual

NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

EstanciaConceptualFísica

NombreFísico	*NombreConceptual*
Estancia-1	COCINA
Estancia-2	SALÓN
Estancia-3	COMEDOR

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

4ª Consulta

EstanciaObjetoConceptual	
NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

EstanciaConceptualFísica	
NombreFísico	*NombreConceptual*
Estancia-1	COCINA
Estancia-2	SALÓN
Estancia-3	COMEDOR

Usuario

Planificador | RazonadorBD | Navegador de bajo nivel | Explorador

Petición de una silla

(Consulta por un objeto conceptual)

¿Hay objetos observados que sean instancias de *silla*?

NO

¿Qué estancias contienen sillas?

Salón, comedor, despacho

¿Hay estancias observadas identificadas como ***comedor***?

Estancia-3

Ir a la **Estancia-3**

OK

Exploración buscando sillas

Silla no encontrada

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

4ª Consulta

Usuario

Planificador | RazonadorBD | Navegador de bajo nivel | Explorador

Petición de una silla

(Consulta por un objeto conceptual)

¿Hay objetos observados que sean instancias de *silla*?

NO

¿Qué estancias contienen sillas?

Salón, comedor, despacho

¿Hay estancias observadas identificadas como ***despacho***?

EstanciaObjetoConceptual

NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

EstanciaConceptualFísica

NombreFísico	*NombreConceptual*
Estancia-1	COCINA
Estancia-2	SALÓN
Estancia-3	COMEDOR

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

4ª Consulta

Usuario

Planificador | RazonadorBD | Navegador de bajo nivel | Explorador

Petición de una silla

(Consulta por un objeto conceptual)

¿Hay objetos observados que sean instancias de *silla*?

NO

¿Qué estancias contienen sillas?

Salón, comedor, despacho

¿Hay estancias observadas identificadas como ***despacho***?

NO

EstanciaObjetoConceptual

NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

EstanciaConceptualFísica

NombreFísico	*NombreConceptual*
Estancia-1	COCINA
Estancia-2	SALÓN
Estancia-3	COMEDOR

No hay *despachos*

DEDUCCIONES DE DESTINO. PRUEBAS.

4ª Consulta

EstanciaObjetoConceptual	
NombreEstancia	*NombreObjeto*
SALÓN	SILLA
COMEDOR	SILLA
DESPACHO	SILLA

EstanciaConceptualFísica	
NombreFísico	*NombreConceptual*
Estancia-1	COCINA
Estancia-2	SALÓN
Estancia-3	COMEDOR

Usuario

Planificador | RazonadorBD | Navegador de bajo nivel | Explorador

Petición de una silla

(Consulta por un objeto conceptual)

¿Hay objetos observados que sean instancias de *silla*?

NO

¿Qué estancias contienen sillas?

Salón, comedor, despacho

¿Hay estancias observadas identificadas como ***despacho***?

NO

Exploración buscando *despachos*

PRUEBAS DE INFERENCIA

- Encontrar objetos que sirvan para una determinada **acción** (quiero beber):

PRUEBAS DE INFERENCIA

- Encontrar objetos que sirvan para una determinada **acción** (quiero beber): **AGUA FRÍA, CAFÉ, REFRESCO**

PRUEBAS DE INFERENCIA

- Encontrar objetos que sirvan para una determinada **acción** (quiero beber): **AGUA FRÍA, CAFÉ, REFRESCO**

ObjetoUtilidad

NombreObjeto	NombreUtilidad
Café	Beber
Refresco	Beber
Silla	Sentarse
Ordenador	Trabajar
Ordenador	Ver películas

ObjetoCaracterística

NombreObjeto	NombreCaracterística
Agua	Frío
Agua	Caliente
Café	Caliente
Café	Frío

ObjetoCaracterísticaUtilidad

NombreObjeto	NombreCaracterística	NombreUtilidad
Agua	Frío	Beber
Agua	Frío	Lavar
Agua	Caliente	Lavar

PRUEBAS DE INFERENCIA

- Encontrar objetos que sirvan para una determinada **acción** (quiero beber): **AGUA FRÍA, CAFÉ, REFRESCO**

ObjetoUtilidad

NombreObjeto	NombreUtilidad
Café	Beber
Refresco	Beber
Silla	Sentarse
Ordenador	Trabajar
Ordenador	Ver películas

ObjetoCaracterística

NombreObjeto	NombreCaracterística
Agua	Frío
Agua	Caliente
Café	Caliente
Café	Frío

ObjetoCaracterísticaUtilidad

NombreObjeto	NombreCaracterística	NombreUtilidad
Agua	Frío	Beber
Agua	Frío	Lavar
Agua	Caliente	Lavar

PRUEBAS DE INFERENCIA

- Encontrar objetos que sirvan para una determinada **acción** (quiero beber): AGUA FRÍA, CAFÉ, REFRESCO

- Encontrar objetos que sirvan para una determinada **acción** y que tengan una **característica** concreta (quiero beber algo caliente):

PRUEBAS DE INFERENCIA

- Encontrar objetos que sirvan para una determinada **acción** (quiero beber): AGUA FRÍA, CAFÉ, REFRESCO

- Encontrar objetos que sirvan para una determinada **acción** y que tengan una **característica** concreta (quiero beber algo caliente):

CAFÉ

DEDUCCIÓN DE DESTINO SEMÁNTICO

Usuario

Petición → Papel → **Vector de destinos**: Papel

Proceso iterativo

1ª Iteración — **Búsqueda de destino:**
Entrada: Papel
Salida: Impresora
→ **Vector de destinos**: Impresora, Papel

2ª Iteración — **Búsqueda de destino:**
Entrada: Impresora
Salida: Ordenador
→ **Vector de destinos**: Ordenador, Impresora, Papel

3ª Iteración — **Búsqueda de destino:**
Entrada: Ordenador
Salida: Despacho
→ **Vector de destinos**: Despacho, Ordenador, Impresora, Papel

4ª Iteración — **Búsqueda de destino:**
Entrada: Despacho
Salida: Estancia-2
→ **Vector de destinos**: Estancia-2, Despacho, Ordenador, Impresora, Papel

ÍNDICE

Navegación en robots móviles

Sistema de Navegación Semántica

Modelado del entorno

Gestión de la información semántica

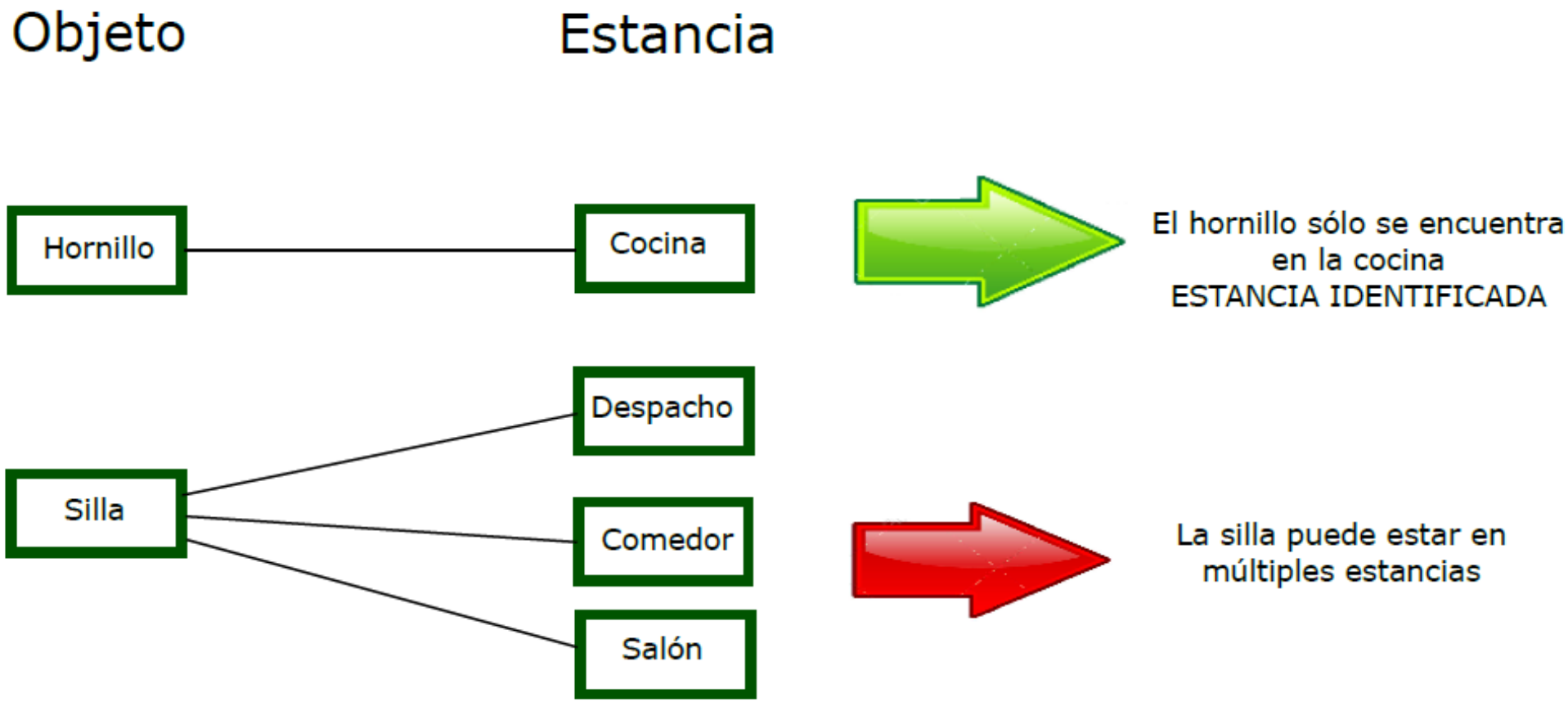
Adquisición de la información

Ventajas de la navegación semántica

MEDIOS DE ADQUISICIÓN DE NUEVO CONOCIMIENTO

- Introducción **manual** de datos.
- Deducciones del sistema de **inferencia** basadas en información sensorial.
- **Interacción** humano-robot mediante diálogo.
- Consulta **autónoma** en webs de conocimiento para robots y sistemas de IA.

ADQUISICIÓN DE INFORMACIÓN DE TIPO DE ESTANCIA



CLASIFICACIÓN DE ESTANCIAS POR OBJETOS DETECTADOS

Identificación semántica de la estancia

- Partir de un array de **objetos detectados** en esa estancia
- Consultar por los **tipos de estancia** donde se puede encontrar cada objeto observado
- Si hay **un objeto que caracteriza** un tipo de estancia, la estancia física donde nos encontramos se corresponde con ese tipo.

CLASIFICACIÓN DE ESTANCIAS

Si se deduce lo que están haciendo las personas que se encuentran en un lugar, es posible clasificar ese lugar

J. Crespo, C. Gómez, A. C. Hernández y R. Barber. *A Semantic Labeling of the Environment Based on What People Do*. **Sensors**. 2017. Impact factor: 2.437, rango en la WoS: 12/56 (Q1) en 'Instruments & Instrumentation'

CLASIFICACIÓN POR LOS DATOS DE LAS PERSONAS.

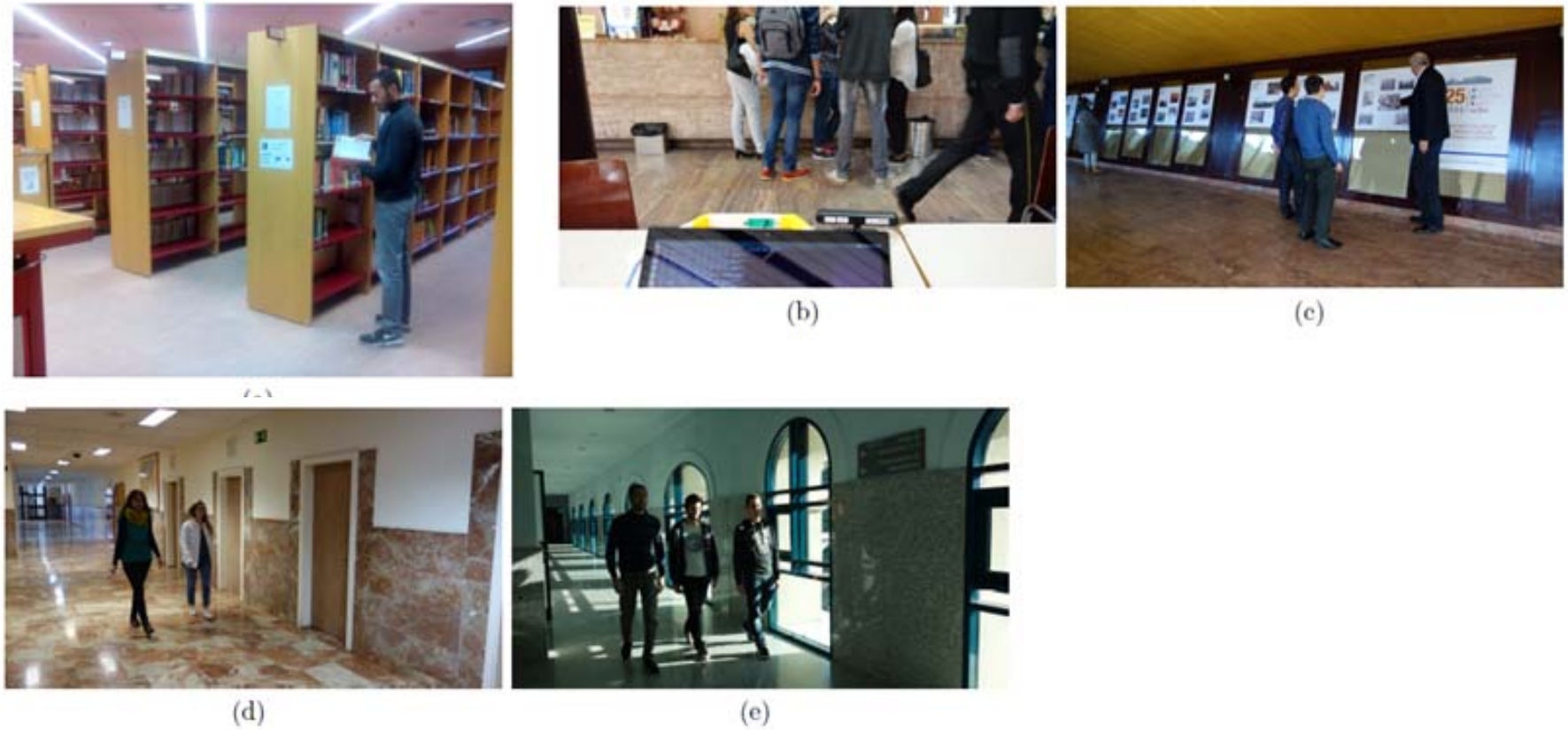
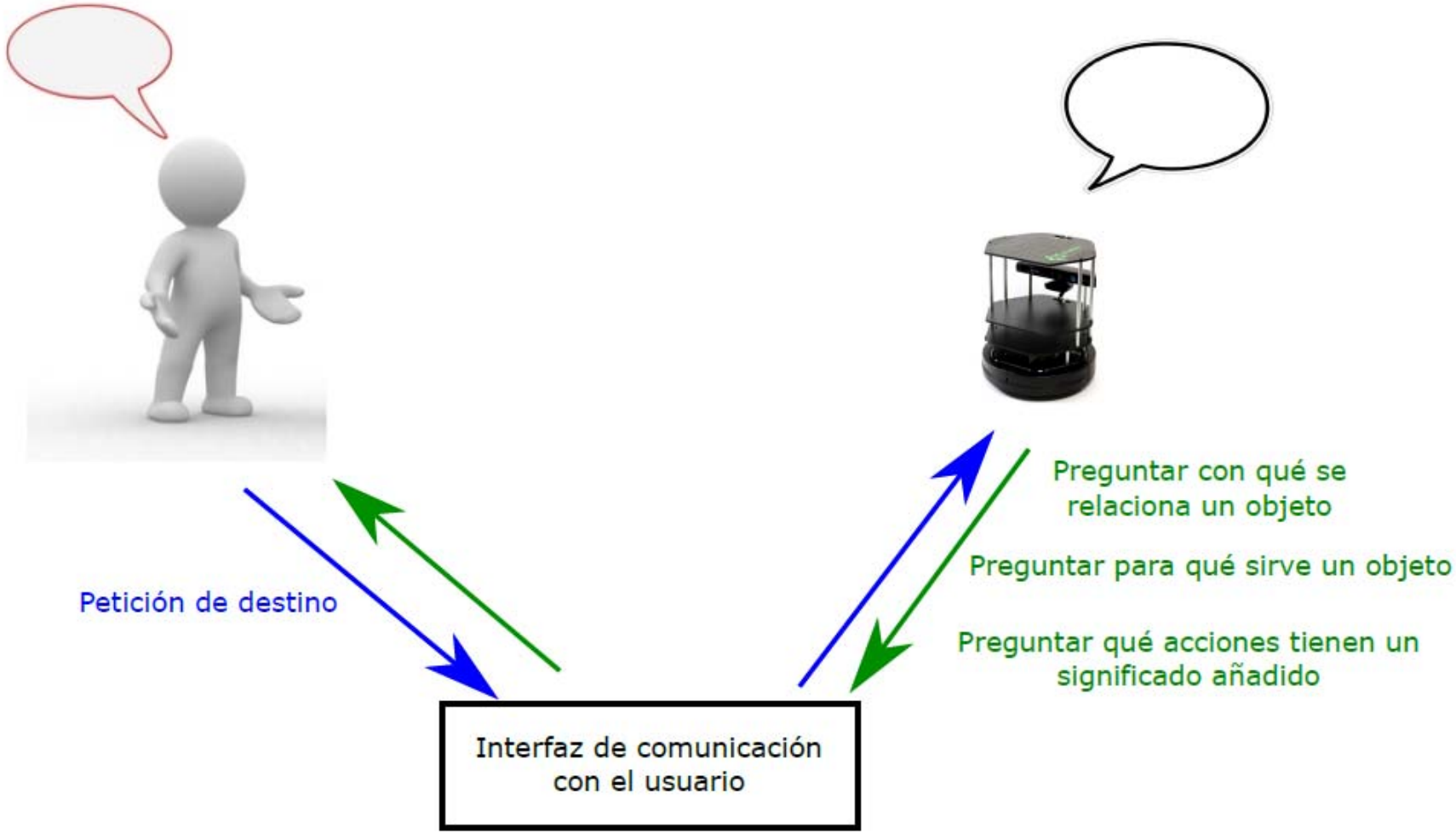


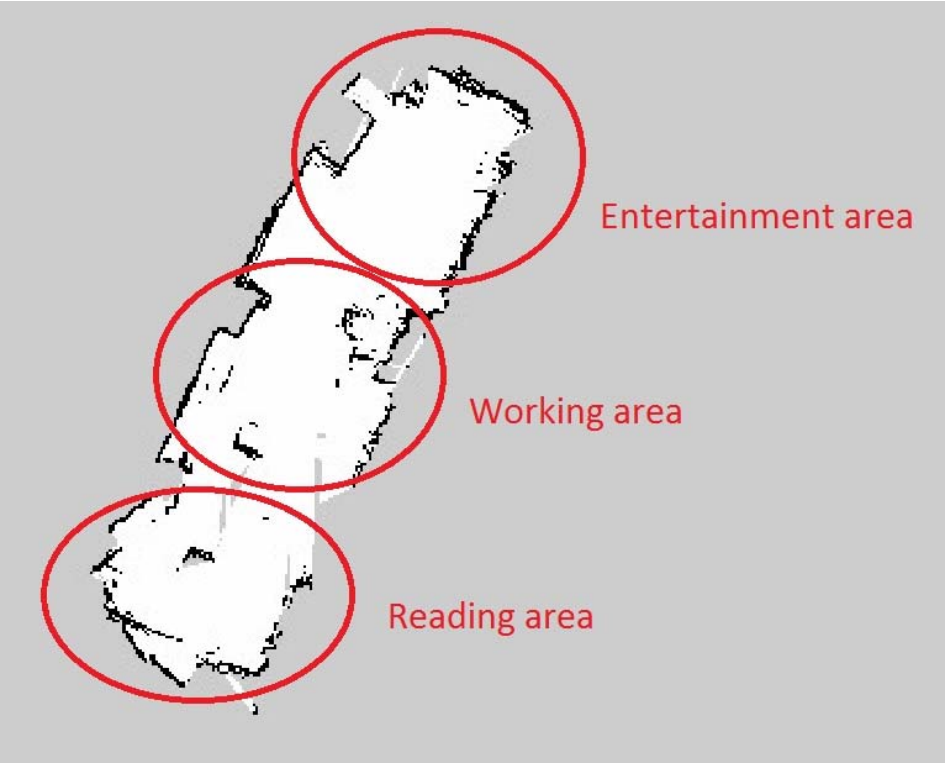
Figura 6.20: Imágenes de los escenarios muestreados. (a) Biblioteca; (b) Cafetería; (c) Sala de exposiciones; (d) Pasillo; (e) Otro pasillo.

DIÁLOGO CON EL USUARIO



PRUEBA DE INTEGRACIÓN MÚLTIPLE Y APRENDIZAJE.

- Está involucrada la integración con el navegador de bajo nivel, el razonador, el planificador, el aprendizaje y la integración con el sistema de diálogo por voz.
- El entorno está previamente mapeado.



PRUEBA DE INTEGRACIÓN MÚLTIPLE Y APRENDIZAJE.

- Está involucrada la integración con el navegador de bajo nivel, el razonador, el planificador, el aprendizaje y la integración con el sistema de diálogo por voz.
- El entorno está previamente mapeado.
- Contiene la siguiente información **física**:

- En la zona etiquetada como "zona de lectura" hay una **librería y sillones.**
- En la zona etiquetada como "zona de entretenimiento" hay un **televisor** y un **sofá.**
- En la zona etiquetada como "zona de trabajo" hay un **ordenador,** una **mesa y sillas.**

PRUEBA DE INTEGRACIÓN MÚLTIPLE Y APRENDIZAJE.

- Está involucrada la integración con el navegador de bajo nivel, el razonador, el planificador, el aprendizaje y la integración con el sistema de diálogo por voz.
- El entorno está previamente mapeado.
- Contiene la siguiente información **conceptual**:

  - Los libros se usan para *leer*.
  - La televisión se usa para *ver películas*
  - Los ordenadores se usan para *trabajar*.

  - Leer es *divertido*.
  - Ver películas es *divertido*.

  - Las estanterías pueden contener libros.
  - Las estanterías pueden estar en zonas de lectura.

PRUEBA DE INTEGRACIÓN CON DIÁLOGO Y DE RAZONAMIENTO

El robot ha añadido el siguiente conocimiento:

- *Jugar* es una nueva acción.
- Cualquier ordenador se puede usar para *jugar*.
- *Jugar* es *divertido*.

ADQUISICIÓN DE LA INFORMACIÓN

- Aplicaciones web: Ej buscar “chair” en

http://commonsense.media.mit.edu/en/

Current knowledge

→ Somewhere a chair can be is in an office	by whitten	Score: 20
→ Something you find at a desk is a chair	by bmurdoch	Score: 18
→ a chair is made of wood.	by sabretooth	Score: 15
→ chair is for sitting	by verbosity	Score: 12
→ Chairs are for sitting on	by dev	Score: 11
→ A chair should be comfortable	by TorNald	Score: 10
→ Something you need to do before you sit on a chair is have a chair	by fmr	Score: 10
→ You are likely to find a chair in a cubicle	by Visionsofkaos	Score: 6

Page 1 of 50 | Next | Last (399 total)

ADQUISICIÓN DE LA INFORMACIÓN CON CONSULTAS EN APLICACIONES WEB

ADQUISICIÓN DE LA INFORMACIÓN CON CONSULTAS EN APLICACIONES WEB

http://api.conceptnet.io/search?**rel**=/r/**UsedFor**&end=/c/en/**play**

start:

ADQUISICIÓN DE LA INFORMACIÓN CON CONSULTAS EN APLICACIONES WEB

http://api.conceptnet.io/search?**rel**=/r/**UsedFor**&end=/c/en/**play**

start:

Coche de Juguete
Pelota
Muñeca
Piezas Ajedrez
Figura de Acción
Cuerda de Saltar
Yoyó
Campo de Baseball

PREDICCIÓN DE DESTINOS

El sistema puede **aprender** directamente el destino que solicita un usuario cuando se cumplen ciertas situaciones, anticipándose y resolviendo peticiones **incompletas**.

PREDICCIÓN DE DESTINO

```
"Navegacion robots"
Accion Descansar Comer Jugar Leer Dormir Beber Trabajar *
TranquilidadNecesaria Mucha Media Poca *
TiempoNecesario Mucho Medio Poco *
Urgencia Mucha Media Poca *
Objeto Cama Silla Consola Comida Tele Libro Ordenador Frigorifico Agua Sofa Refresco *
Animo Contento Neutro Triste *
Hambriento Si No *
Cansado Nada Bastante Mucho *
Nervioso Si No *
Emocionado Si No *
Temperatura Calor Normal Frio *
EntornoRuidoso Si No *
LuminosidadNecesaria Alta Media Baja *
CantidadGente Poca Mucha *
Estancia Comedor Salon Cocina Dormitorio Despacho Aseo Terraza *
(x1  Descansar Mucha Mucho Media Cama Neutro No Mucho No No Normal No Baja Poca Dormitorio)
(x2  Descansar Media Poco Mucha Silla Neutro No Mucho No No Normal No Media Mucha Salon)
(x3  Comer Media Medio Mucha Comida Neutro Si Nada No No Normal No Alta Mucha Comedor)
(x4  Comer Poca Poco Mucha Comida Neutro Si Nada No No Normal No Alta Poca Cocina)
(x5  Jugar Poca Medio Poca Consola Contento No Nada No No Normal Si Media Mucha Salon)
(x6  Leer Mucha Medio Poca Libro Neutro No Nada No No Normal No Alta Poca Salon)
(x7  Trabajar Mucha Mucho Media Ordenador Neutro No Nada No No Normal No Alta Poca Despacho)
(x8  Jugar Poca Medio Poca Ordenador Contento No Nada No No Normal No Media Poca Despacho)
(x9  Beber Poca Poco Mucha Agua Neutro No Nada No No Normal No Alta Poca Cocina)
(x10  Comer Poca Poco Mucha Frigorifico Neutro Si Nada No No Normal No Alta Mucha Cocina)
(x11  Beber Poca Poco Mucha Agua Neutro No Bastante No No Normal No Alta Mucha Cocina)
```

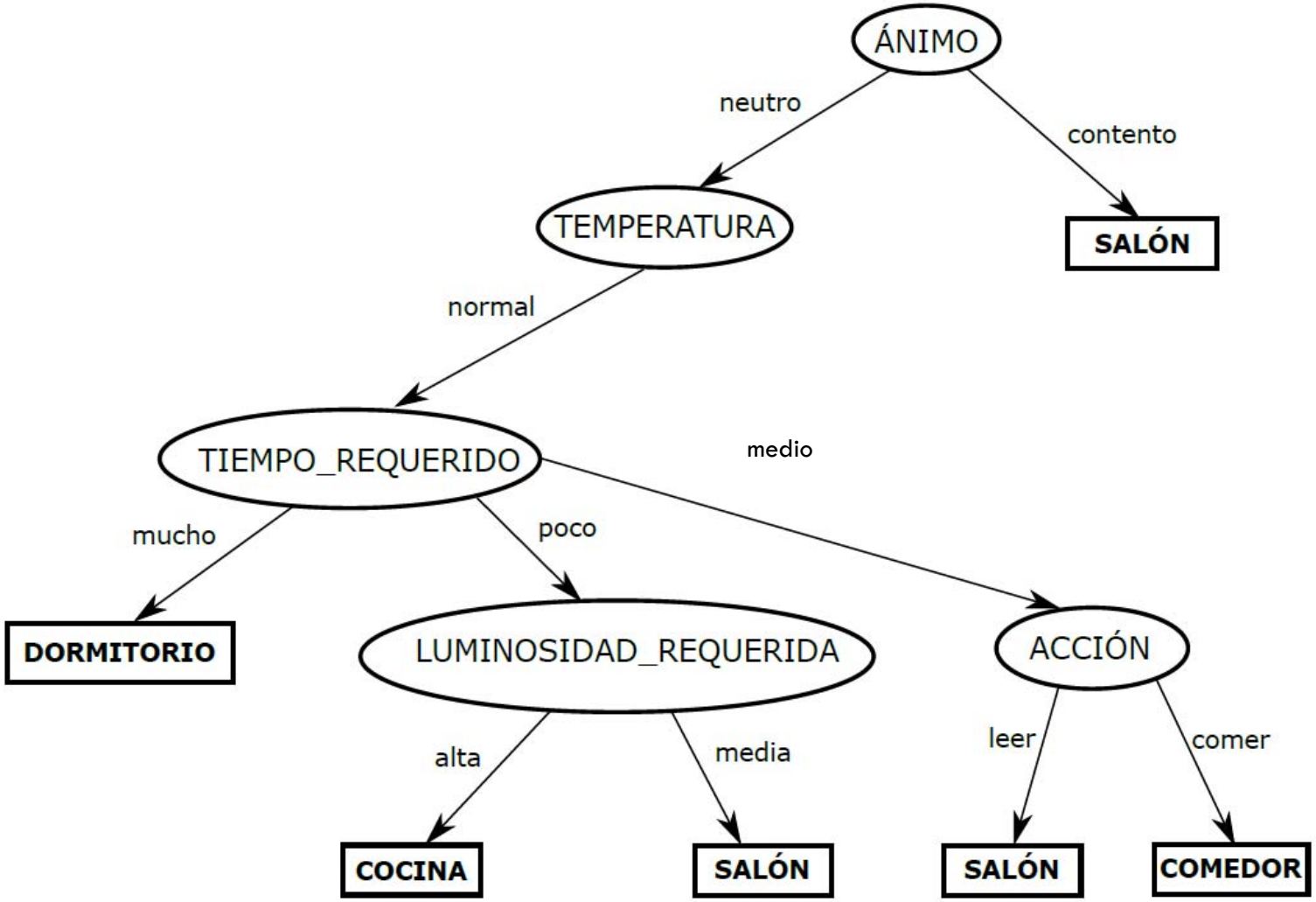
PREDICCIÓN DE DESTINO

Características entorno/usuario
Acción deseada: (Descansar, comer, jugar, trabajar)
Tranquilidad deseada: (Mucha, media, poca)
Tiempo de estancia
Urgencia
Objeto empleado: (Cama, silla, televisor, Frigorífico, ...)
Estado de ánimo: (Contento, neutro, triste)
Hambriento: (Sí, No)
Cansado: (Nada, poco, mucho)
Nervioso
Temperatura
Entorno ruidoso
Luminosidad usada
Cantidad de gente

PREDICCIÓN DE DESTINO

```
((REGLA CF 1.0 IF
  ((TRANQUILIDADNECESARIA ES MEDIA) (LUMINOSIDADNECESARIA ES MEDIA)) THEN
  ((ESTANCIA SALON)))
 (REGLA CF 1.0 IF
  ((OBJETO ES CONSOLA) (CANSADO ES NADA) (EMOCIONADO ES NO) (NERVIOSO ES NO)
   (TRANQUILIDADNECESARIA ES POCA) (LUMINOSIDADNECESARIA ES MEDIA))
  THEN ((ESTANCIA SALON)))
 (REGLA CF 1.0 IF
  ((OBJETO ES ORDENADOR) (CANSADO ES NADA) (EMOCIONADO ES NO) (NERVIOSO ES NO)
   (TRANQUILIDADNECESARIA ES POCA) (LUMINOSIDADNECESARIA ES MEDIA))
  THEN ((ESTANCIA DESPACHO)))
 (REGLA CF 1.0 IF
  ((TIEMPONECESARIO ES POCO) (URGENCIA ES MUCHA)
   (LUMINOSIDADNECESARIA ES ALTA))
  THEN ((ESTANCIA COCINA)))
 (REGLA CF 1.0 IF
  ((TIEMPONECESARIO ES MEDIO) (URGENCIA ES MUCHA)
   (LUMINOSIDADNECESARIA ES ALTA))
  THEN ((ESTANCIA COMEDOR)))
 (REGLA CF 1.0 IF ((URGENCIA ES POCA) (LUMINOSIDADNECESARIA ES ALTA)) THEN
  ((ESTANCIA SALON)))
 (REGLA CF 1.0 IF ((URGENCIA ES MEDIA) (LUMINOSIDADNECESARIA ES ALTA)) THEN
  ((ESTANCIA DESPACHO)))
 (REGLA CF 1.0 IF ((LUMINOSIDADNECESARIA ES BAJA)) THEN
  ((ESTANCIA DORMITORIO))))
```

PREDICCIÓN DE DESTINO



ÍNDICE

Navegación en robots móviles

Sistema de Navegación Semántica

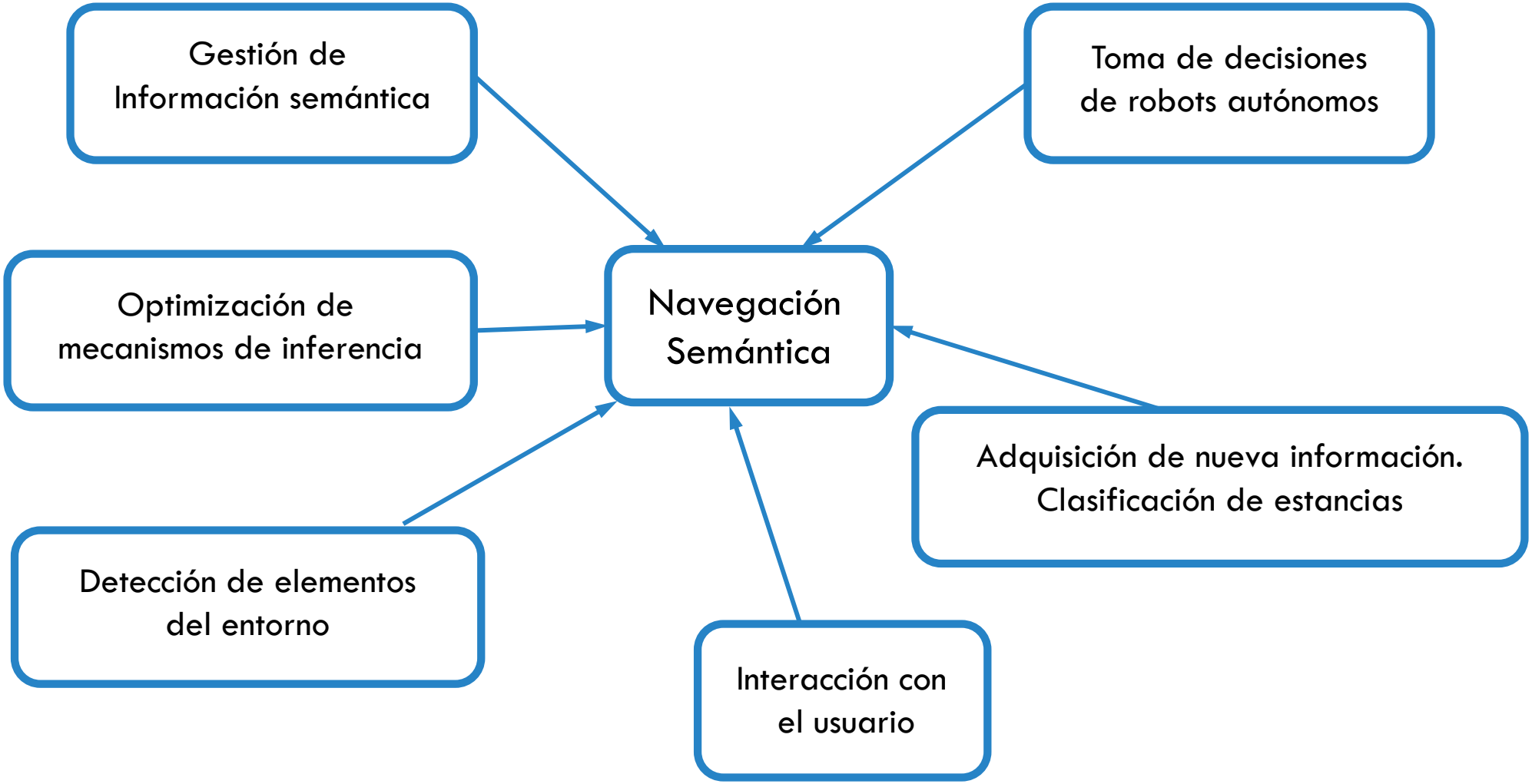
Modelado del entorno

Gestión de la información semántica

Adquisición de la información

Conclusiones de la navegación semántica

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN QUE CONFLUYEN EN LA NAVEGACIÓN SEMÁNTICA



MEJORAS EN LA NAVEGACIÓN

- Navegación mucho más **eficiente** y **robusta** con información semántica.

- La **información semántica** que aportan los **objetos** del entorno reconocidos, permite la identificación del robot.

¿Veo un frigorífico? → Estoy en la cocina!

VENTAJAS DE LA NAVEGACIÓN SEMÁNTICA

- Tendencia a emular la forma humana de razonar.
- Mayor conocimiento → Mayor autonomía.
- Mejora proceso aprendizaje.
- Mejora percepción y elección de acciones.
- Mejora la navegación de menor nivel (topológica o geométrica)

PROBLEMÁTICA

- **Percepción** y **reconocimiento** de objetos. Integración de información.
  - Se requiere un sistema con un alto nivel de percepción **sensorial**.
  - La eficiencia en reconocer objetos aumenta la potencia de la navegación semántica.
  - Posibilidad de aplicar mecanismos cognitivos y semánticos para mejorar la percepción.

PREGUNTAS...