

# **Simulación a Eventos Discretos**

Tema 6: Modelado del aspecto dinámico

## **Construcción de un modelo de SED**

Una de las etapas del desarrollo de un modelo de SED es la programación, que permite obtener una implementación funcional del modelo con la cual se realizan los experimentos y la consecuente obtención de resultados.

La herramienta que se use en esta etapa determina la naturaleza de la actividad de programación: (i) se programa todo el modelo, incluyendo los aspectos específicos de SED, (ii) se programa el modelo utilizando una biblioteca que provee las funcionalidades específicas de SED, (iii) se cuenta con una herramienta que permite construir el modelo con menor esfuerzo de programación.

En términos generales, una herramienta que reduce el tiempo y esfuerzo de programación, aumenta la productividad y reduce la flexibilidad.

En cualquier caso, la estructura del modelo debe especificarse antes de programarse.

# Especificación de la estructura de un modelo de SED

Dos aspectos principales:

**Estructura estática** Puede referir tanto a la disposición espacial (*layout*) del sistema real (por ejemplo, plano de una fábrica, de un hospital o de un banco), como a las relaciones que existen entre los elementos del modelo (entidades, colas, recursos).

**Estructura dinámica** Refiere a cómo fluyen las entidades dentro del modelo, pasando por diferentes colas y actividades, requiriendo diferentes recursos.

## **Estructura estática, disposición espacial**

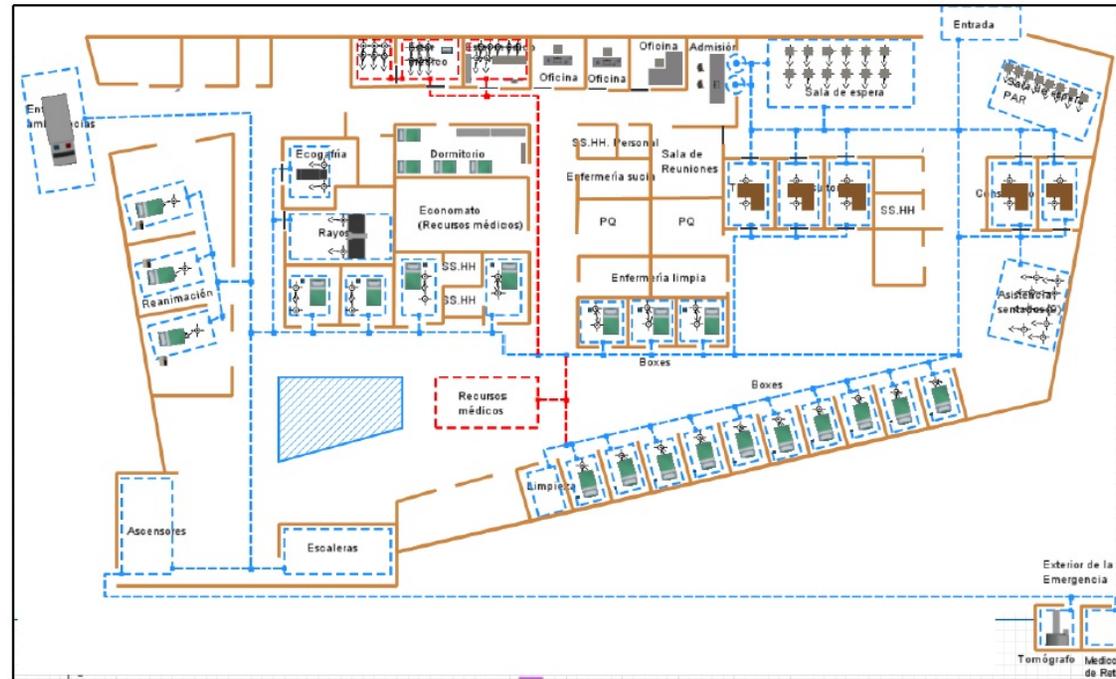
Tiene sentido en simulaciones de sistemas que tienen una representación espacial, donde se mueven las entidades.

En general se utiliza un plano en dos dimensiones del área de estudio.

Las entidades se mueven en línea recta entre los diferentes lugares por los que pasan; opcionalmente se pueden incluir barreras, que representan por ejemplo paredes.

Es usual diseñar una red (grafo) dentro del espacio y especificar que las entidades se mueven sobre esa red. En general, para ir de un punto a otro, las entidades se mueven por el camino más corto entre los dos puntos.

# Ejemplo de modelo de disposición espacial



Layout de la Sala de Emergencias del Hospital Pasteur en AnyLogic.

I. Aristimuño, V. Larzábal, M.E. Silvera, *Modelado y simulación para problemas de gestión logística: una aplicación a la gestión hospitalaria* Proyecto de Grado de Ingeniería de Producción, 2021.

# **Especificación de la estructura estática y dinámica del modelo computacional**

Refiere a la especificación del software.

En SED no existe una notación estándar, a diferencia de la optimización, donde hay una notación estándar (programación matemática) y lenguajes algebraicos (AMPL, MathProg) que son interpretados por varios productos de software.

Por lo tanto es un tema poco tratado en los textos de SED.

Han habido intentos de utilizar UML (Unified Modeling Language).

# UML

Lenguaje Unificado de Modelado.

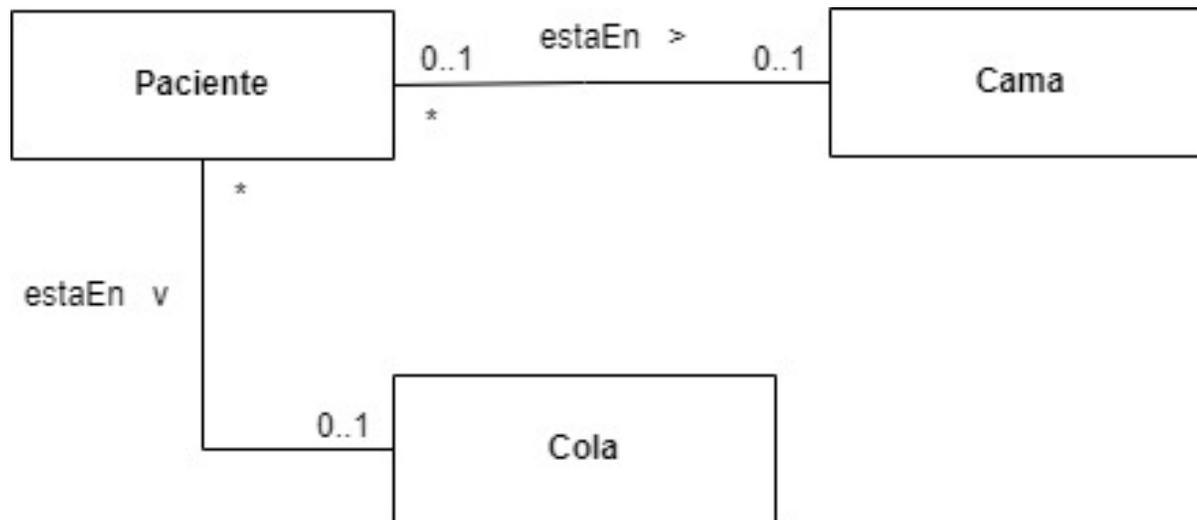
Creado en 1997 con el objetivo de establecer un estándar para la especificación de (los varios aspectos de los) sistemas de software.

UML tiene varios *artefactos* que son complementarios y que pueden ser usados para especificar diferentes aspectos de los sistemas:

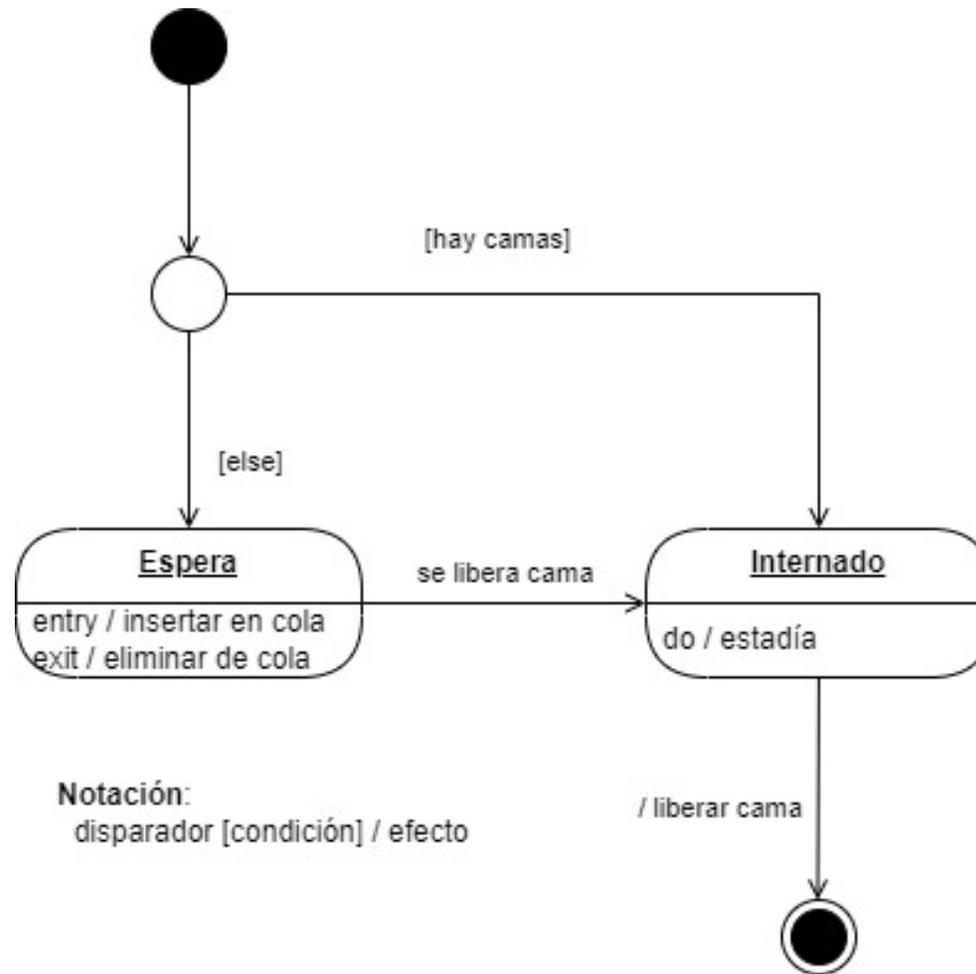
- Diagramas de estructura: Diagramas de clases, de componentes, de paquetes, entre otros.
- Diagramas de comportamiento: Diagramas de actividad, de secuencia, de estados, entre otros.

No existe una forma estándar de aplicarlos en SED.

## UML: diagrama de clases para el hospital simple



# UML: diagrama de estados para el hospital simple





## **Notaciones de productos de software para SED**

Dependen de cada proveedor de software.

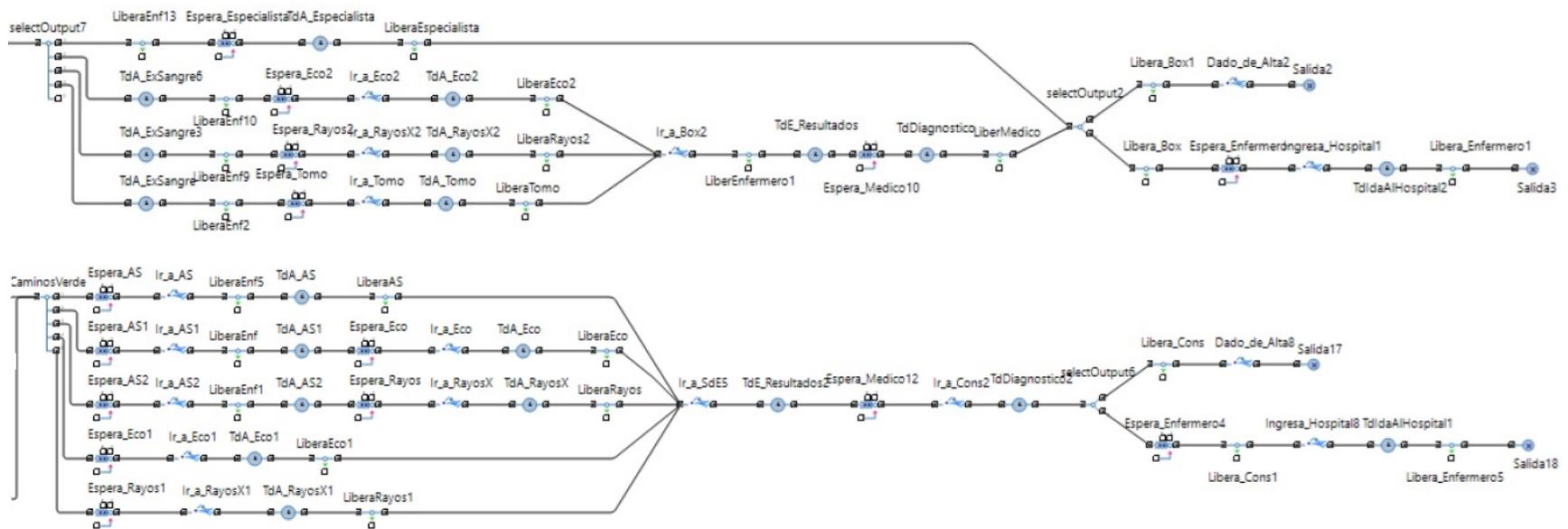
Combinan varios de los conceptos vistos anteriormente.

En general permiten especificar y construir el modelo a la misma vez (el programa se genera automáticamente a partir del diagrama).

En muchas veces también actúan como salida visual del modelo.

Comparten muchas características comunes entre diferentes proveedores.

# Ejemplo de modelo del aspecto dinámico en un software particular



Aspecto dinámico de parte del modelo de la Sala de Emergencias del Hospital Pasteur en AnyLogic.

## Recapitulando

En general, para especificar un modelo de SED se adopta un enfoque pragmático, utilizando las herramientas que resulten más convenientes.

Por ejemplo, para especificar el aspecto dinámico se pueden usar los diagramas de actividades propuestos por Davies y O'Keefe.

Si se utiliza un software que provee facilidades de construcción del modelo en forma gráfica, se deberá aprender a utilizar su notación.

Los artefactos UML resultan útiles para especificaciones que requieren mayor grado de formalidad. Por otro lado, manejan conceptos que también son adoptados por las notaciones y lenguajes de diferentes proveedores de software de SED, por lo que es bueno tenerlos presentes.