

## Análisis

- Análisis en el PUD
- Diagramas de secuencia del sistema
- Contratos
- Object Constraint Language (OCL)
- Modelo alternativo de análisis: Modelo de Jacobson

## Iteración en PUD

- Planificación de la Iteración
  - Captura de requisitos:
    - Modelo de casos de uso, Modelo de Dominio, ...
  - Análisis:
    - Diagrama de secuencia del sistema, Contratos, Modelo Conceptual...
  - Diseño:
    - Diagramas de interacción, Diagrama de Clases
  - Implementación:
    - codificación (Clases y métodos)
  - Pruebas:
    - verificación de la implementación
- Evaluación de la iteración

## Fases y entregas del Proceso Unificado de Desarrollo

- captura de requisitos: qué SI debemos construir?
  - Modelo de casos de uso, Modelo de Dominio, ...
- análisis: qué debe hacer el SI?
  - Diagramas de secuencia del sistema, Contratos, ...
- diseño: cómo lo debe hacer el SI?
  - Diagramas de interacción, Diagrama de Clases
- codificación:
  - Código Fuente (clases y métodos)
- pruebas:
  - Especificación de las pruebas de funcionamiento
- mantenimiento:
  - Documentación y revisión de todo lo anterior

Dependiente de  
la tecnología

## Construcción incremental e iterativa del SI

- **Modelo dinámico del sistema (comportamiento):**
  - Captura de requerimientos: Modelo de Casos de Uso
  - Análisis: Diagramas de secuencia del sistema, contratos
  - Diseño: Diagramas de interacción
- **Modelo estático del sistema (propiedades):**
  - Captura de requerimientos: Modelo de Dominio
  - Análisis: Modelo Conceptual
  - Diseño: Diagrama de clases
- **Implementación: codificación (clases y métodos)**

## Modelo del comportamiento del sistema

- Diagramas de secuencia del sistema
  - Muestra los eventos entre los actores y el sistema
  - Permiten identificar las operaciones del sistema
  
- Contratos
  - Describen los efectos de las operaciones del sistema

## Diagrama de secuencia del sistema

- Representación que muestra, para un determinado caso de uso, los eventos generados por los actores externos, su orden y los eventos del sistema
- Al sistema se le considera una caja negra
- Los diagramas se centran en los eventos que trascienden las fronteras del sistema y que fluyen de los actores al sistema
- Inicialmente, los diagramas deberían prepararse para el escenario principal de un caso de uso

## Diagrama de secuencia del sistema

- **Objetivo**
  - Identificar los eventos y las operaciones (comportamiento) del sistema
- **Partimos de los casos de uso**
  - Describen cómo interaccionan los actores con el sistema
  - Los actores generan eventos hacia el sistema que requieren de la ejecución de alguna operación como respuesta
- **Definimos un diagrama de interacción para cada curso relevante de los eventos de un caso de uso mostrando:**
  - Los eventos generados por los actores externos y su orden
  - Los eventos internos del sistema (operaciones) que resultan de la invocación

## Diagrama de secuencia del sistema

- Crear un diagrama de secuencia del sistema para cada caso de uso.
- Cada evento en el diagrama debe corresponder a una interacción con el sistema especificado en el caso de uso completo
- Dibujar una línea vertical que representa el **sistema**
- Dibujar una línea para cada **actor** que interacciona **directamente** con el sistema
- A partir del curso de eventos de los casos de uso, **identificar** y mostrar los **eventos** externos generados por los actores
- Para identificar los eventos del sistema es necesario delimitar claramente la **frontera** del sistema

## Ejemplo TPV: caso de uso completo (1)

Caso de uso:     **Comprar productos**

Actores:         Cliente, Cajero (principal)

Resumen:         Un Cliente llega a la caja registradora con los artículos que desea comprar. El Cajero registra los artículos y recibe un pago. Al terminar la operación, el Cliente se marcha con los productos comprados.

Precondiciones: El Cajero está identificado.

Postcondiciones: Se registra la venta completa, su importe y los impuestos. Se actualiza el inventario.

Referencias:     R1.1, R1.2, R1.3, R1.4, R1.5, R1.7

## Ejemplo TPV: caso de uso completo (2)

### Escenario principal (o curso normal de los eventos):

1. **Cliente**: Llega a un TPV con productos que desea comprar.
2. **Cajero**: Comienza una nueva venta.
3. **Cajero**: Introduce el identificador del artículo. Si hay varios productos de una misma categoría, el Cajero también puede introducir la cantidad.
4. **Sistema**: Registra la línea de la venta, y presenta la descripción del artículo, precio y suma parcial.

*El Cajero repite los pasos 3 a 4 hasta terminar los artículos del Cliente.*

5. **Cajero**: Indica al TPV que se concluyó la captura de productos.
6. **Sistema**: Calcula y presenta el total con impuestos de la venta.
7. **Cajero**: Le indica el total de la venta al Cliente.
8. **Cliente**: Efectúa un pago.
9. **Cajero**: Gestiona el pago.
10. **Sistema**: Registra la venta. Genera un recibo.
11. **Cajero**: Da al Cliente el recibo impreso.
12. **Cliente**: Se marcha con los artículos comprados.

## Ejemplo TPV: caso de uso completo (3)

### Extensiones (o cursos alternativos):

**Paso 3:** Identificador incorrecto:

1. **Sistema**: Indica error y rechaza la entrada.

**Pasos 3-7: a)** El cliente le pide al Cajero que elimine un artículo de la compra:

1. **Cajero**: Introduce el identificador del artículo para eliminarlo.
2. **Sistema**: Registra la eliminación y muestra la suma parcial actualizada.

**Pasos 3-7: b)** El cliente le pide al Cajero que cancele la compra:

1. **Cajero**: Cancela la venta.
2. **Sistema**: Elimina los datos sobre la venta actual.

**Pasos 8-9: a)** Pago en efectivo:

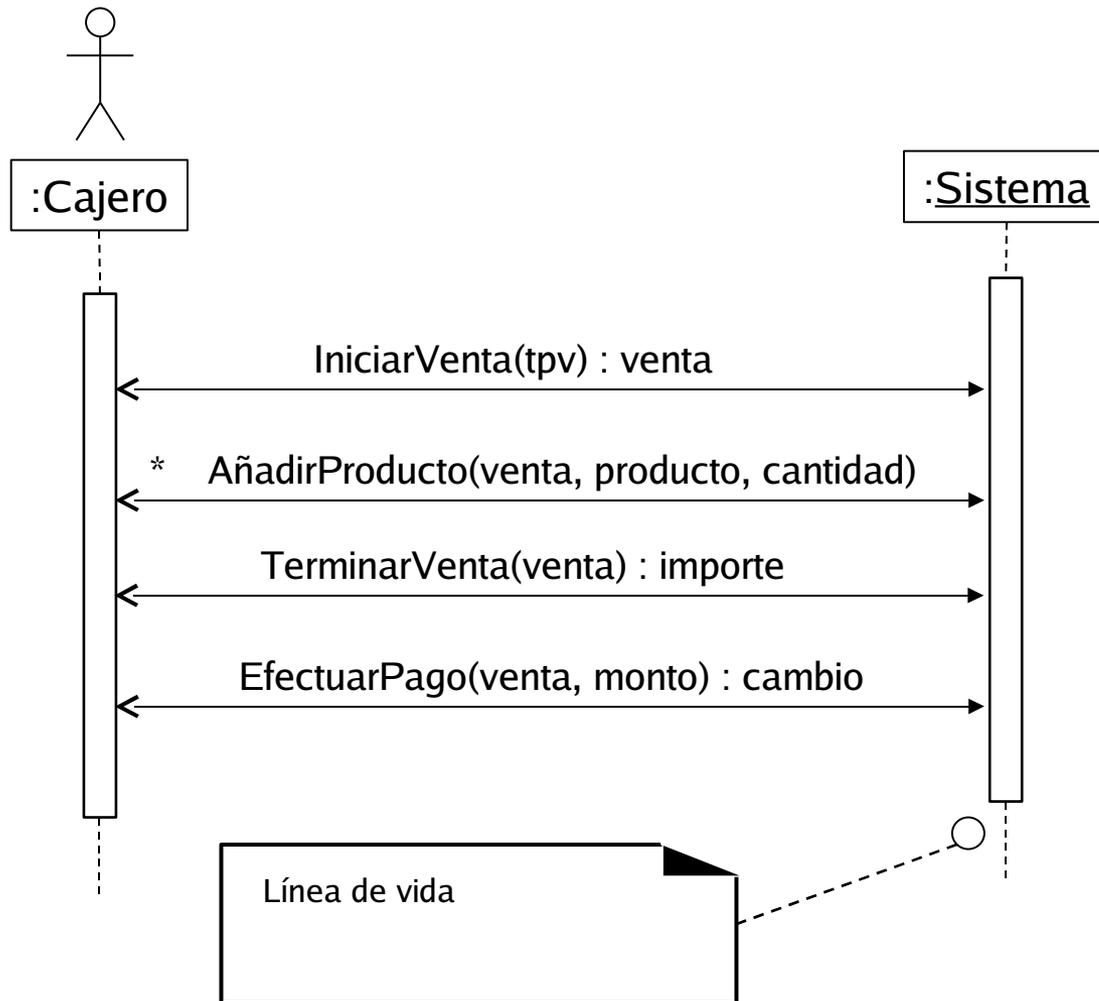
1. **Cliente**: Efectúa un pago en efectivo.
2. **Cajero**: Registra la cantidad de efectivo ofrecida.
3. **Sistema**: Muestra al Cajero la diferencia. Abre la caja.
4. **Cajero**: Da al Cliente el cambio y el recibo impreso. Cierra la caja.

**Pasos 8-9: b)** Pago con tarjeta:

1. **Cliente**: Entrega al Cajero la tarjeta de crédito ...

...

# Ejemplo: Caso de uso Comprar productos



## Contratos de las operaciones

- Describe el comportamiento del SI cuando se invoca una operación en términos de:
  - Cuáles son los cambios de estado de los datos
  - Cuáles son las salidas que el sistema proporciona
- Incluyen:
  - **Precondiciones y poscondiciones** que describen cambios de estado
  - **Salidas**
- Descripción declarativa:
  - **Qué** hará la operación más que **cómo** la hará.
- Establece un vínculo entre las operaciones y el esquema conceptual

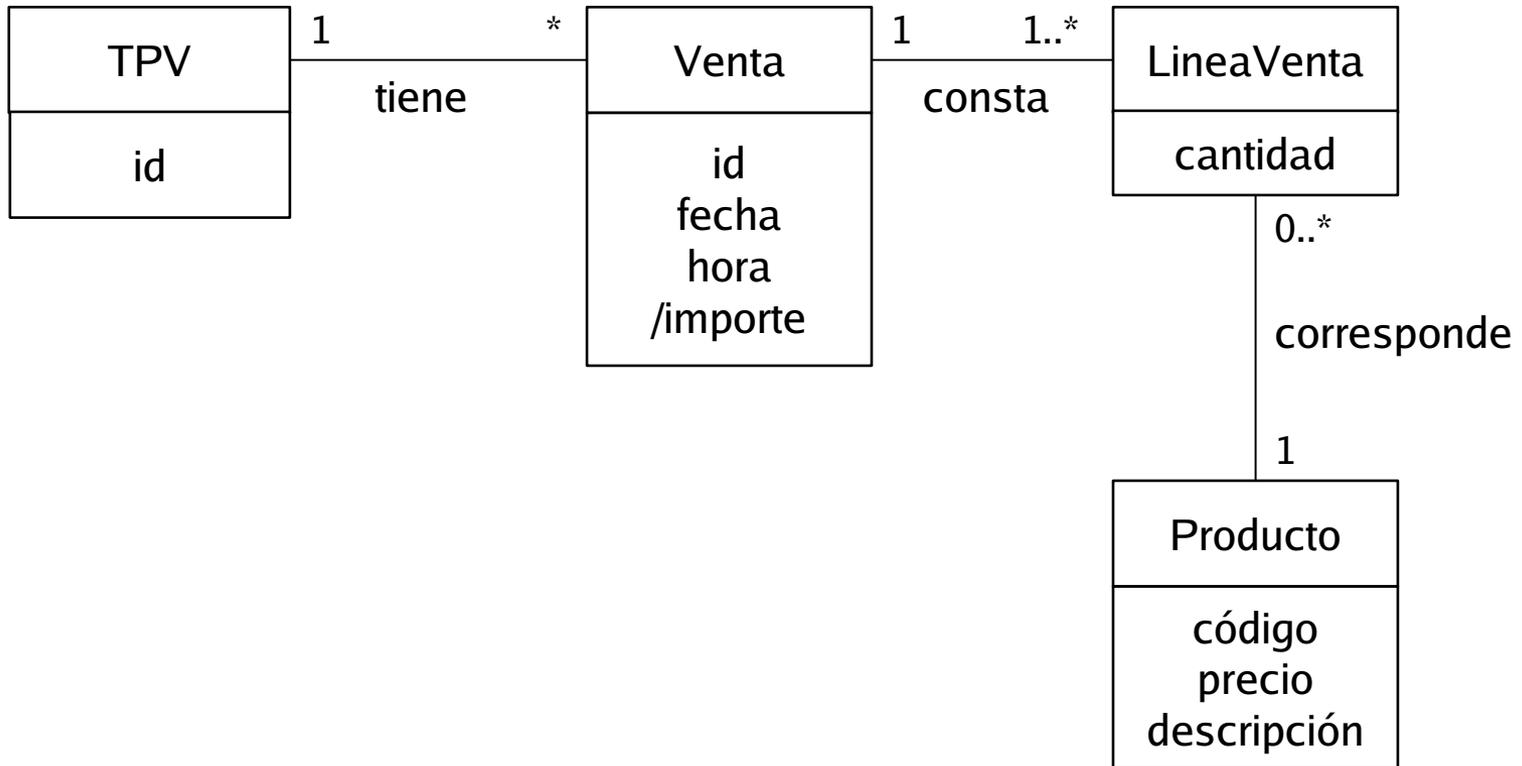
## Componentes de los Contratos

- **Name:** nombre y argumentos de la operación (signatura)
- **Responsabilities**
  - Descripción informal del propósito de la operación
- **Preconditions**
  - Suposiciones sobre el estado del sistema antes de la operación
- **Postconditions:** cambios de estado que se han producido en el Modelo de Dominio
  - Altas/bajas de instancias de objetos
  - Altas/bajas de instancias de asociaciones
  - Modificación de atributos
- **Salida**
  - Descripción de la salida de la operación

## Elaboración de Contratos

- Identificar las operaciones a partir del diagrama de secuencia
- Elaborar un contrato para cada operación
- Comenzar redactando la sección de Responsabilidades; después informalmente el propósito de la operación
- Completar la sección de Poscondiciones; describiendo de forma declarativa los cambios de estado del Modelo Conceptual
  - Creación y eliminación de objetos
  - Modificación de los atributos
  - Formación y cancelación de asociaciones

## Ejemplo: contratos



## Ejemplo: operación IniciarVenta

- **Name:**IniciarVenta(IdTPV) : IdVenta
- **Responsabilities**
  - Iniciar el registro de una venta
- **Preconditions**
  - Existe un TPV.id = IdTPV
- **Postconditions**
  - Se dio de alta una instancia v de Venta
  - v.id = un nuevo identificador para venta
  - v.fecha = fecha actual del sistema
  - h.hora = hora actual del sistema
  - Se dio de alta una instancia de la asociación 'tiene' entre v y la instancia de TPV.id = IdTPV
- **Salida**
  - v.id

## Ejemplo: operación AñadirProducto

- **Name:**AñadirProducto(IdVenta, código, c) : descripción, precio, importe
- **Responsabilities**
  - Registrar una línea de venta
- **Preconditions**
  - Existe una venta v con v.id = IdVenta
  - Existe un producto p con p.código = código
- **Postconditions**
  - Se dió de alta una instancia de LíneaVenta lv
  - lv.cantidad = c
  - Se dió de alta una instancia de la asociación 'consta' entre lv y v
  - Se dió de alta una instancia de la asociación 'corresponde' que asocia lv y el producto p con p.código = código
  - $v.importe = v.importe + lv.cantidad * p.precio$
- **Salida**
  - p.descripcion, p.precio, v.importe

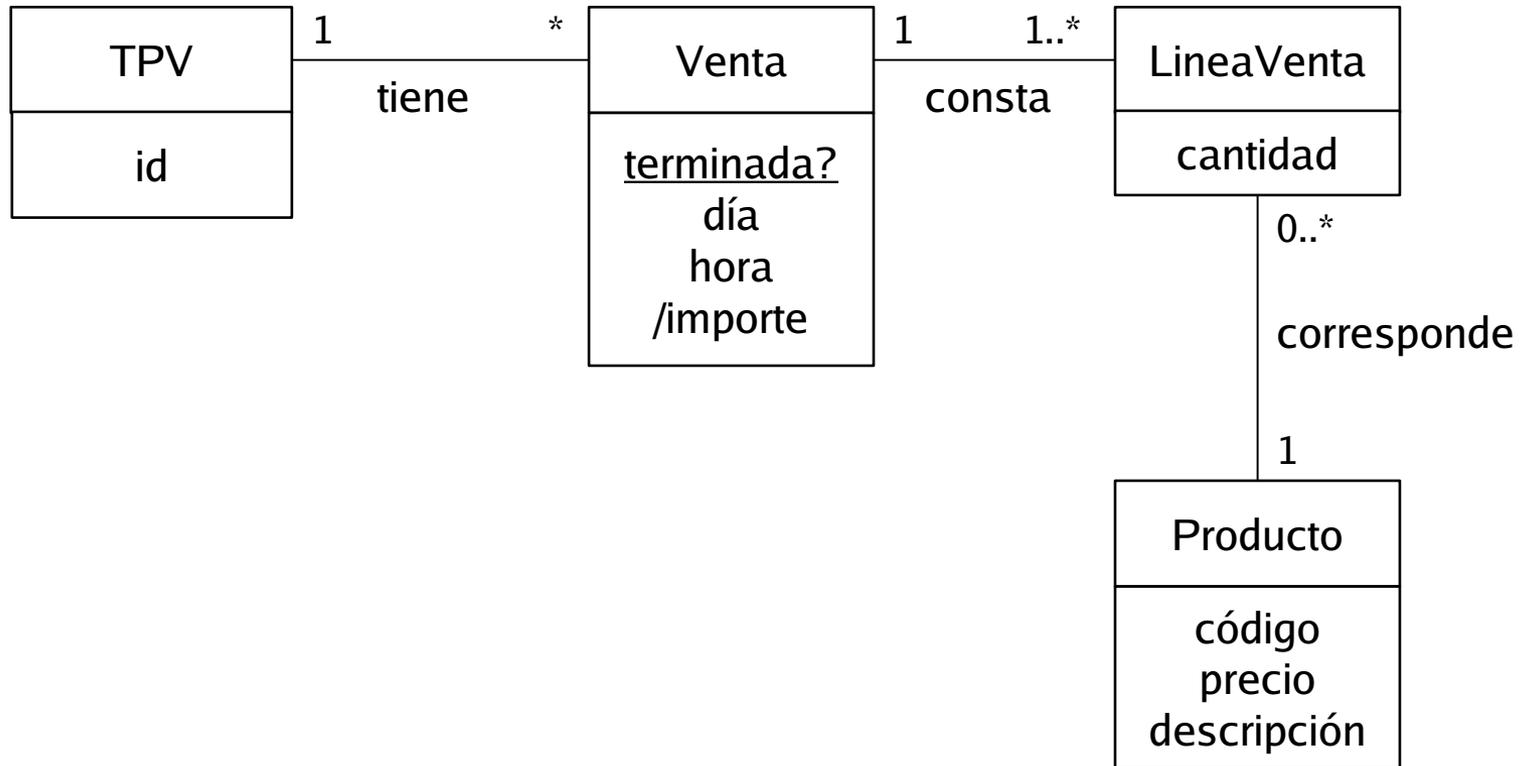
## Ejemplo: operación TerminarVenta

- **Name:** TerminarVenta(IdVenta) : importe
- **Responsabilities**
  - Finalizar el registro de una venta y mostrar el importe a de la venta
- **Preconditions**
  - Existe una venta v con v.id = IdVenta
- **Postconditions**
  - v.terminada? = verdadero
- **Salida**
  - importe = v.importe

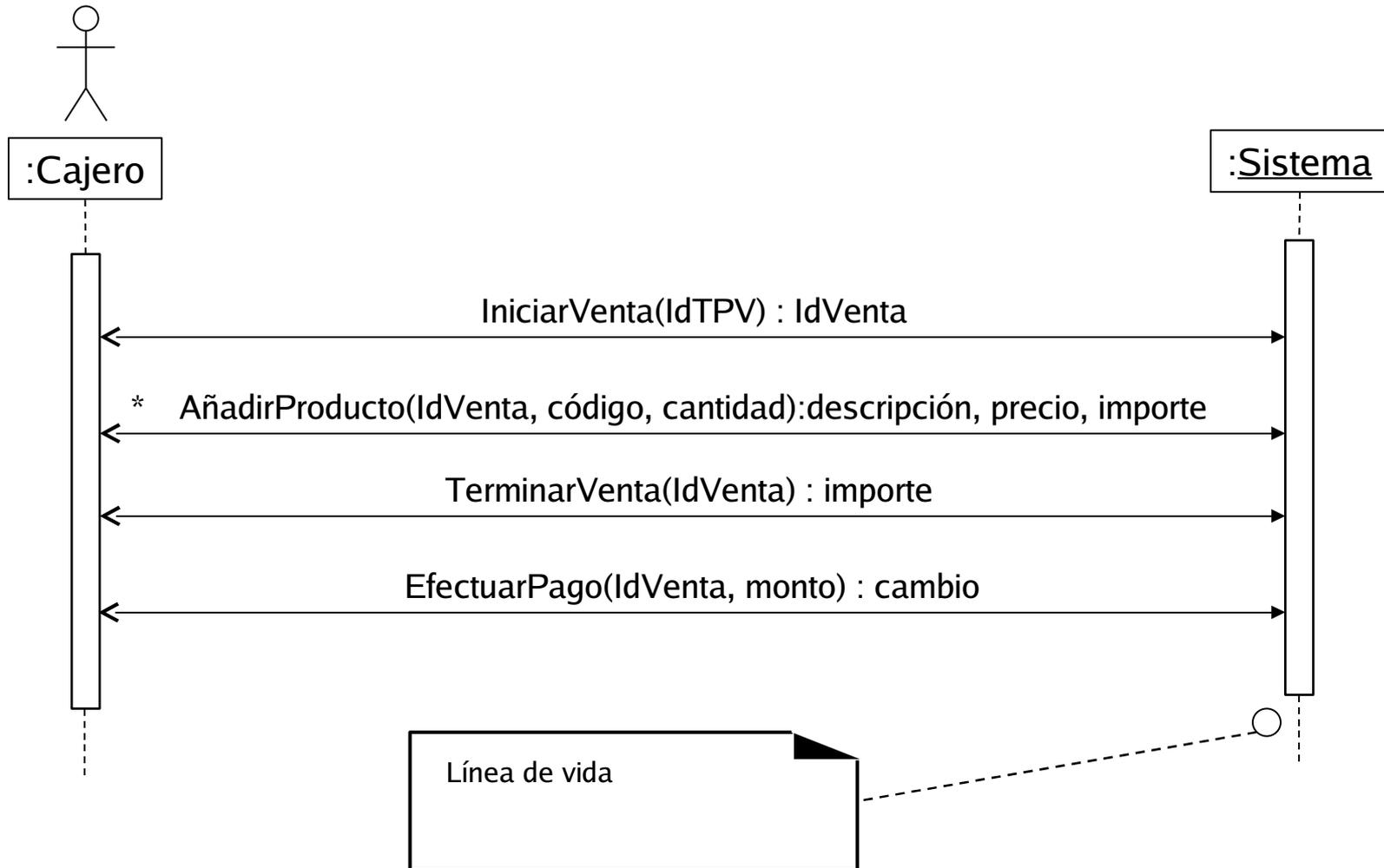
## Ejemplo: operación EfectuarPago

- **Name:**EfectuarPago(IdVenta, monto) : cambio
- **Responsabilities**
  - Mostrar el cambio a devolver
- **Preconditions**
  - Existe una venta v con v.id = IdVenta
  - v.terminada? = verdadero (la venta está concluida)
  - monto  $\geq$  v.importe
- **Postconditions**
- **Salida**
  - cambio = monto - v.importe

## Ejemplo: contratos



## Ejemplo: Caso de uso Comprar productos



## Ejemplo: Caso de uso completo (1)

Caso de uso:     **Pedir libro**

Actores:        Socio, Bibliotecario

Resumen:        Un socio solicita un libro en préstamo al bibliotecario. El bibliotecario verifica y registra el préstamo. Al terminar el bibliotecario le entrega una copia al socio.

Precondiciones: El bibliotecario está identificado.

Postcondiciones: Se registra el préstamo de libro, actualizando los libros prestados del Socio y las copias del libro prestado.

Referencias cruzadas: R1, R2, R3, R4, R5, R7, R8, R9

## Ejemplo: Caso de uso Completo (2)

### **Escenario principal (o curso normal de los eventos)**

1. **Socio**: El Socio se identifica y solicita un libro en préstamo al Bibliotecario.
2. **Bibliotecario**: Identifica al socio.
3. **Sistema**: Presenta la información del socio, si es o no profesor y sus libros en préstamo con su fecha de devolución.
4. **Bibliotecario**: Comprueba que el Socio no tiene libros pendientes de devolución, ni el máximo de libros en préstamo. Consulta el catálogo.
5. **Sistema**: Presenta los libros que cumplen los criterios de búsqueda. La información incluye las copias disponibles, las reservas y el periodo de préstamo y la fecha de devolución de cada copia.
6. **Bibliotecario**: Verifica las copias disponibles.
7. **Socio**: Confirma el libro buscado y acepta la fecha de devolución.
8. **Bibliotecario**: Confirma el préstamo.
9. **Sistema**: Registra el nuevo préstamo con la fecha actual.
10. **Bibliotecario**: Indica al Socio la fecha de devolución del libro.
11. **Socio**: Se marcha con el libro en préstamo.

## Ejemplo: Caso de uso Completo (2)

### **Extensiones (o cursos alternativos)**

**Paso 2:** USES Identificar Socio.

**Paso 4 a):** El Socio ya tiene el máximo de libros prestados.

1. **Bibliotecario**: Sugiere devolver algún libro.

**Paso 4 b):**

EXTENDS Consultar catálogo.

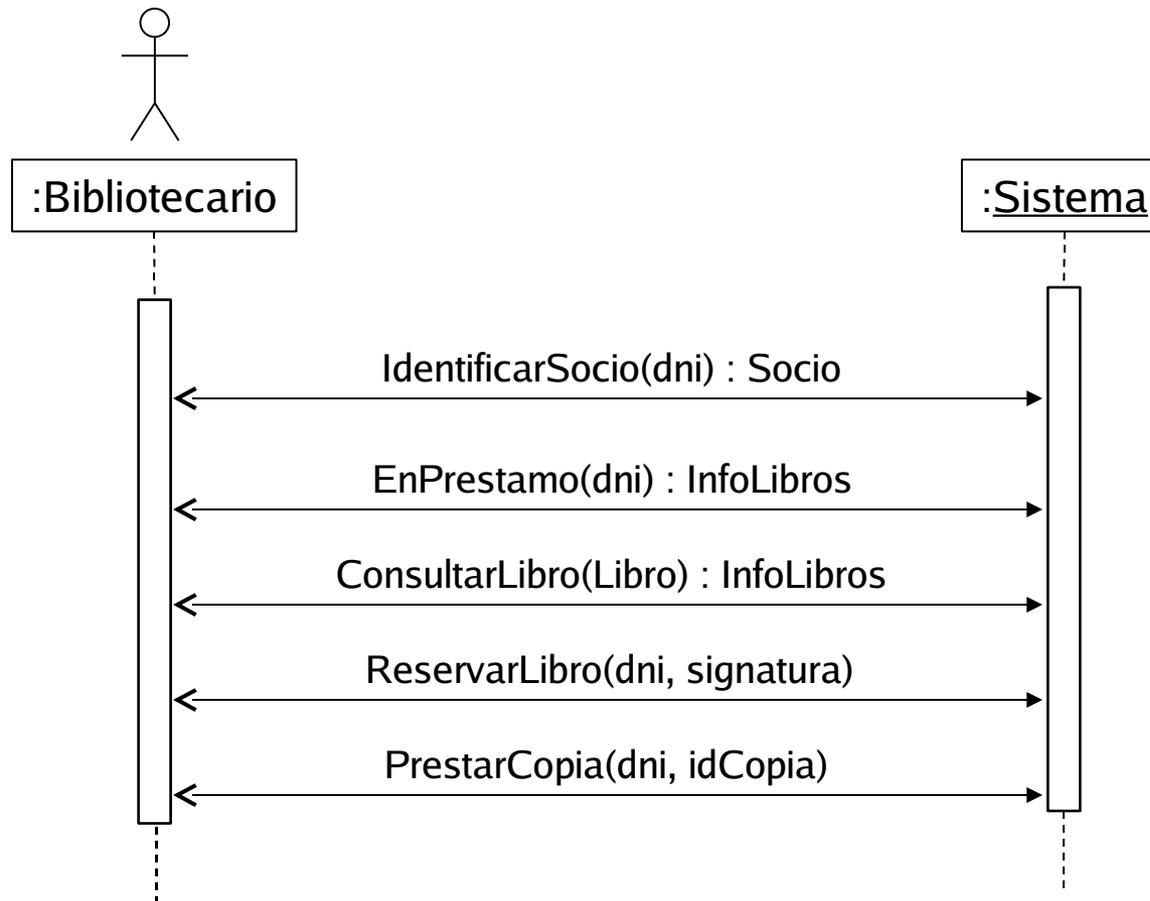
**Paso 6-7:** Todas las copias del libro ya están prestadas.

EXTENDS Reservar libro.

**Paso 7:** El Socio no puede confirmar el libro o no acepta la fecha de devolución.

1. **Bibliotecario**: Cancela el préstamo en curso.

## Ejemplo biblioteca: Pedir Libro



## Ejemplo Biblioteca: operación EnPrestamo

- **Name:**EnPrestamo(dni) : InfoLibros
- **Responsabilities**
  - Mostrar los copias prestadas al socio. La información incluye el periodo de préstamo y la fecha de devolución de cada copia
- **Preconditions**
  - Existe un socio s.dni = dni
- **Postconditions**
- **Salida**
  - Todas las copias
    - c = (Copia.prestadaA -> select(s.dni = dni))
  - Todas sus fechas de inicio y fin de préstamo
    - p = (c.préstamoC)

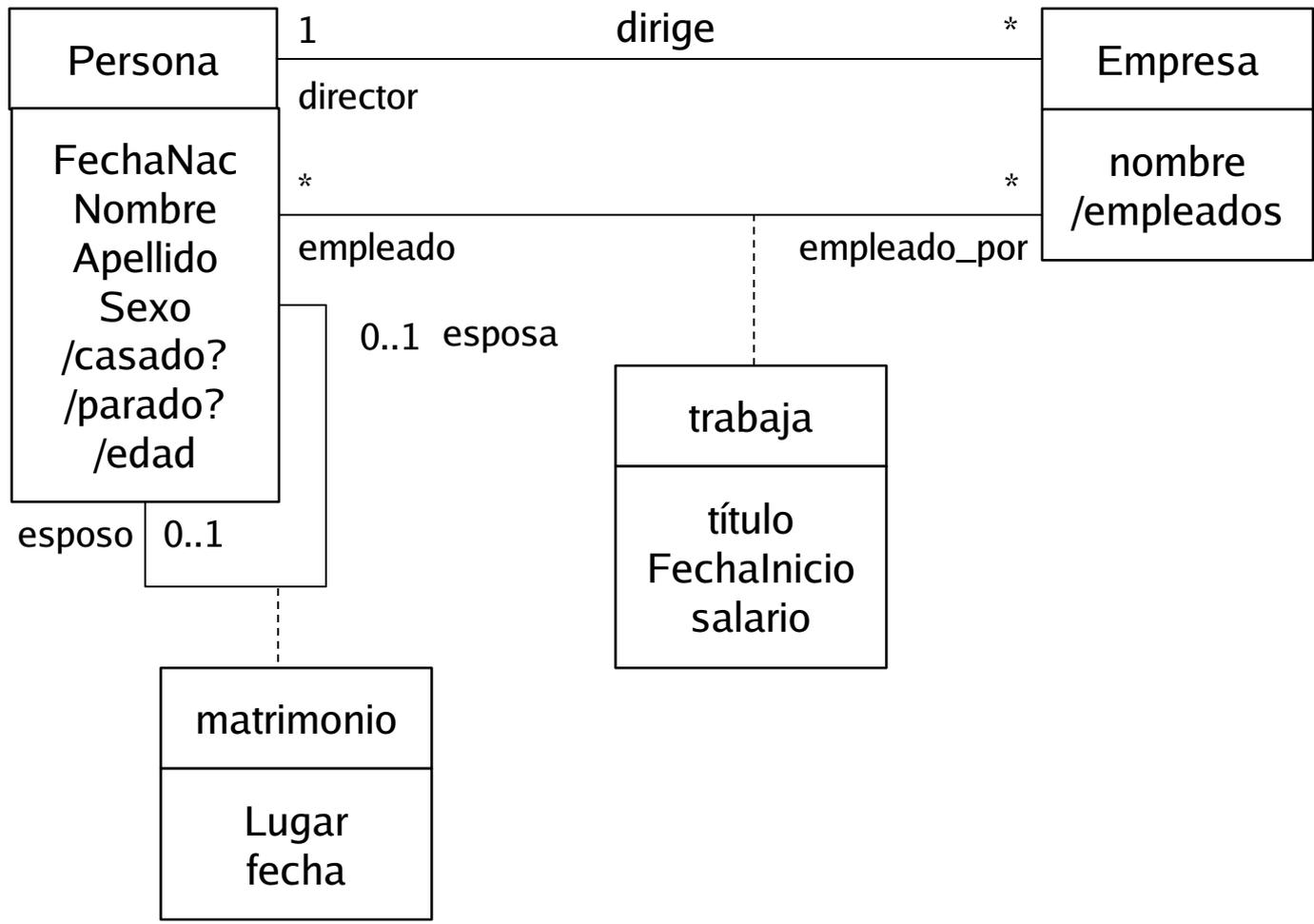
## Ejemplo Biblioteca: operación PrestarCopia

- **Name:** PrestarCopia(dni, signatura)
- **Responsabilities**
  - Registra el nuevo préstamo con la fecha actual.
- **Preconditions**
  - Existe un socio  $s.dni = dni$
  - Existe una copia  $c.idCopia = idCopia$
- **Postconditions**
  - Se creó una instancia  $pc$  de la asociación PréstamoC
  - Se asoció  $pc$  a la copia  $c$  y al socio  $s$
  - $pc.iniFecha = fechaActual()$
  - $pc.finFecha = fechaActual() + c.tiempoMax$
  - $c.estado = prestado$
- **Salida**

## Object Constraint Language (OCL)

- Los modelos gráficos no son suficientes para una especificación precisa y no ambigua
- OCL
  - Lenguaje formal
  - Permite definir expresiones
  - No es un lenguaje de programación!
  - Permite especificar invariantes (restricciones y condiciones)
  - Permite navegar entre los objetos

# Ejemplo: OCL



## Expresiones OCL

- Una expresión OCL describe propiedades de los objetos del Modelo Conceptual y
- Una propiedad puede hacer referencia a:

- Atributos de una clase de objetos

Restricción de Integridad

“Las personas tienen edades superiores o iguales a cero”

Persona

self.edad >= 0

p:Persona

p.edad >= 0

-- *instancia textual*

- Navegación a través de las asociaciones

Empresa

self.director – Persona

self.director.nombre – string

## Expresiones OCL: colecciones

- Una colección de elementos puede ser del tipo
  - Conjunto: no hay elementos repetidos
  - Bolsa (multiconjunto): puede haber elementos repetidos
  - Secuencia: bolsa ordenada
  
- Reglas de navegación
  - Si la multiplicidad de la asociación es 1, el resultado es un objeto o un conjunto con un único objeto
  - Si la multiplicidad de la asociación es  $>1$ , el resultado es una bolsa (o, a veces, un conjunto)

## Expresiones OCL: operaciones sobre colecciones (1)

- **Select:** selecciona un subconjunto de la colección

“Personas mayores de 50 años que trabajen en una empresa”

Empresa

self.empleado -> select(edad>50)

self.empleado -> select(p:Persona, p.edad >50)

- **Collect:** selecciona una colección que deriva de otra

“edades (con repetidos) de los empleados de una empresa”

Empresa

self.empleado -> collect(FechaNac)

## Expresiones OCL: operaciones sobre colecciones (2)

- **forAll**: expresión que deben satisfacer todos los elementos

“Todos los empleados de la empresa tienen menos de 65 años”

Empresa

self.empleado -> forAll(edad<65)

- **Exists**: condición que satisface un elemento

“Alguien de la empresa tiene menos de 30 años”

Empresa

self.empleado -> exists(edad<30)

## Expresiones OCL: operaciones complejas

- “Las personas casadas deben ser mayores de edad”

### Persona

self.esposa -> notEmpty implies self.esposa.edad >= 18 and

self.esposo -> notEmpty implies self.esposo.edad >= 18

- “Una empresa tiene como máximo 50 empleados”

### Empresa

self.empleado -> size <= 50

- “Definición del atributo derivado /empleados”

### Empresa

self.empleados = (self.empleado -> size)

- “Definición del atributo derivado parado”

### Persona

self.parado?= if self.empleado\_por isEmpty then true else false

## Expresiones OCL: navegación por clases asociativas

- **Navegación a una clase asociativa**

“Los sueldos de las personas que trabajan en la UPV deben ser mayores a 100.000 euros”

Persona

```
(self.empleado_por -> select(nombre='UPV')).trabaja ->  
  forAll(salario > 100.000)
```

- **Navegación desde una clase asociativa**

“Las personas que trabajan no pueden estar en paro”

Trabaja

```
self.empleado.parado? = false
```

```
self.persona.parado? = false
```

*si no existe rol en el extremo de la asociación*

## Expresiones OCL: expresiones sinónimas

- Las expresiones empiezan siempre en la instancia contextual
- Una misma expresión puede ser especificada de formas distintas

### Persona

self.esposa -> notEmpty implies self.esposa.edad >= 18 and

self.esposo -> notEmpty implies self.esposo.edad >= 18

### Matrimonio

self.esposa.edad >= 18 and self.esposo.edad >= 18

- Indicadores para escoger la instancia contextual
  - Clase del atributo que queremos restringir
  - Si se desean restringir atributos de varias clases, cualquiera
  - Las restricciones deben navegar por el menor número de asociaciones

## Expresiones OCL: ejemplos

- “Todos los trabajadores deben ser mayores de edad”

Persona

self.edad >= 18 – *es preferible a*

Empresa

self.empleado -> forAll(edad > 18)

- “No se permiten matrimonios entre los trabajadores”

Empresa

self.empleado.esposo -> intersection(self.empleado) -> isEmpty  
– *es preferible a*

Empresa

self.empleado.esposo -> intersection(self.empleado) -> isEmpty  
and  
self.empleado.esposa -> intersection(self.empleado) -> isEmpty

## Expresiones OCL: Operaciones estándar booleanas

<u>Operación</u>	<u>Notación</u>	<u>Resultado</u>
or	a or b	booleano
and	a and b	booleano
or exclusivo	a xor b	booleano
negación	not a	booleano
igualdad	a = b	booleano
desigualdad	a <> b	booleano
implicación	a implies b	booleano
if-then-else	if c then b else b'	b or b'

## Expresiones OCL: Operaciones estándar string

<u>Operación</u>	<u>Notación</u>	<u>Resultado</u>
concatenación	string.concat(string)	string
tamaño	string.size	entero
substring	string.substring(int,int)	string
igualdad	string1 = string2	booleano
desigualdad	string1 <> string2	booleano

## Expresiones OCL: Operaciones estándar colecciones

<u>Operación</u>	<u>Resultado</u>
size	número de elementos
count(object)	número de las ocurrencias del objeto
includes(object)	el objeto pertenece a la colección?
isEmpty	la colección está vacía?
notEmpty	la colección no está vacía?
sum()	suma de todos los elementos
exists(expression)	<i>expression</i> es cierta para algún elemento?
forAll(expression)	<i>expression</i> es cierta para todos los elementos?
select(expression)	selecciona los elementos para los que <i>expression</i> es cierta
reject(expression)	elimina los elementos para los que es falsa
union(collection)	la unión de las dos colecciones
intersection(collection)	la intersección de las dos colecciones