

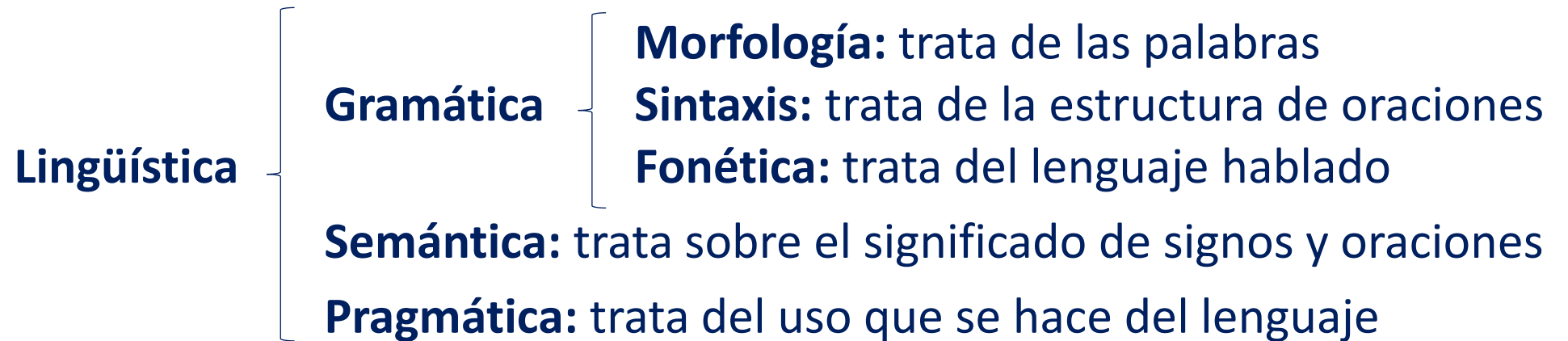
Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

En el estudio de las lenguas como **sistemas de comunicación**, se distinguen niveles o subdisciplinas, generalmente aceptadas:



Los lingüistas estudian los **lenguajes naturales** que surgen de la necesidad de comunicación entre individuos, y cuyas reglas se establecen a **posteriori de su utilización**, para explicar (*y nunca para determinar*) su estructura y funcionamiento.

Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

En informática y computación, interesa el estudio de *lenguajes formales*, de los cuales sabemos que *a priori* se especifican con precisión sus reglas, para recién luego ser utilizados con estricto apego a ellas.

El estudio de los *lenguajes formales* involucra la definición y el análisis de sus componentes, su sintaxis y su semántica:

**Estudio de
Lenguajes
Formales**

Análisis Léxico: trata de los componentes del lenguaje
Análisis Sintáctico: trata de la estructura de sentencias
Análisis Semántico: trata del significado de las sentencias

Hablamos entre otros de los lenguajes de la *matemática*, de la *lógica*, y en particular, de la *programación de computadoras*.



Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Para los *lenguajes de programación*, la lingüística matemática y la teoría de autómatas nos brindan herramientas para especificar y para reconocer sus **componentes** (gramática regular, expresión regular, autómata finito), y para definir y reconocer la **sintaxis** de sus expresiones (gramáticas independientes del contexto y autómatas con pila para generar ASD y ASA).

En este contexto, la *semántica* se ocupa del estudio del *significado de las expresiones sintácticamente* correctas del lenguaje.

La *semántica de un lenguaje de programación* estará representada por el *conjunto de reglas que especifican el significado de toda sentencia sintácticamente correcta del lenguaje*.



Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
- Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

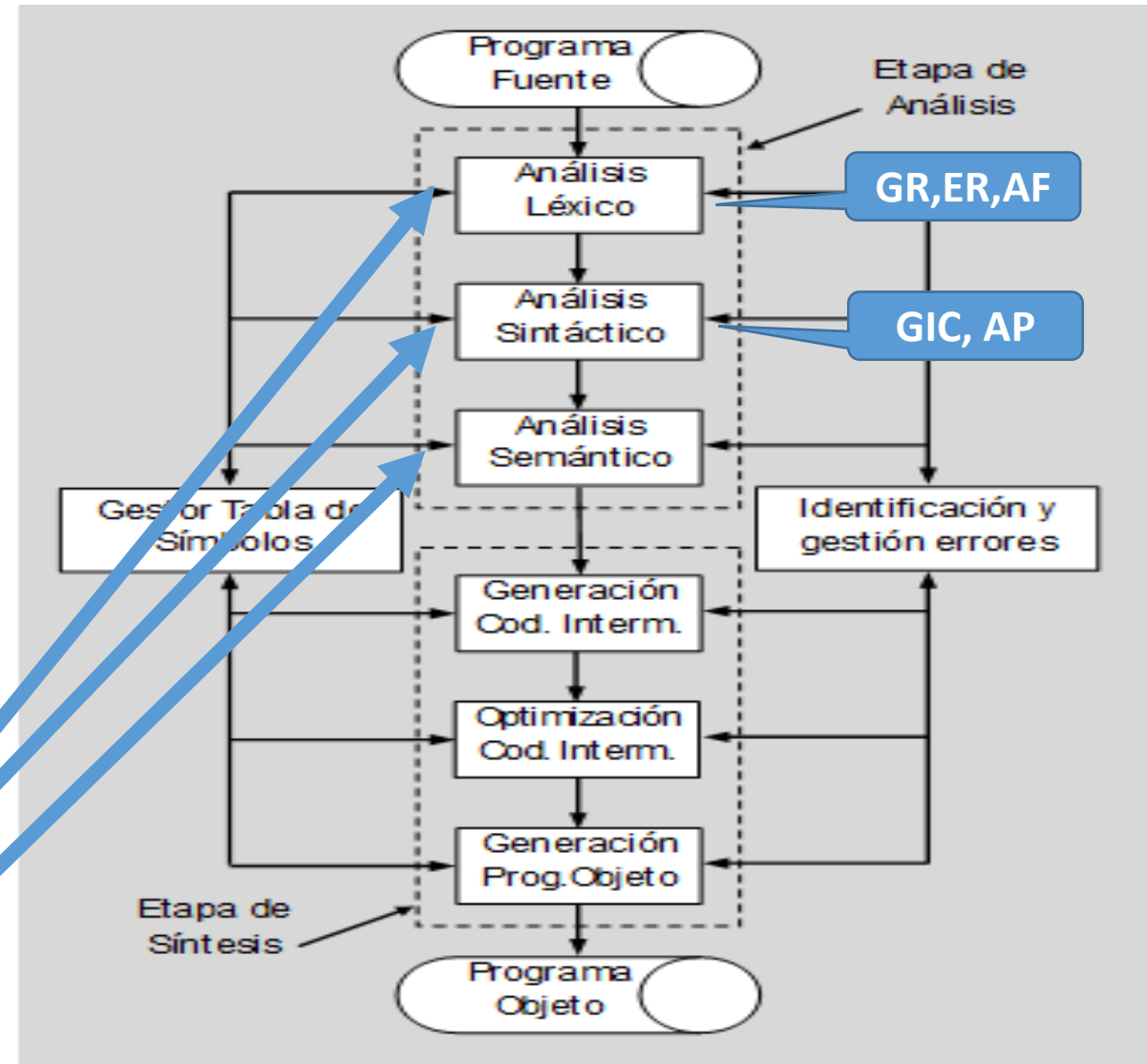
SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

El componente de software que debe realizar estos análisis sobre un programa fuente escrito en un lenguaje de programación es el **COMPILADOR**.

- **Determina componentes**
- **Verifica sintaxis correcta**
- **Asigna significados**

... pero ¿cómo?



Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Dijimos que la *semántica de un lenguaje de programación* está representada por el *conjunto de reglas que especifican el significado de toda sentencia sintácticamente correcta*.

Pero ¿qué es *significado* de una sentencia o de un programa?

Cuando se construye un programa de computación, se está implementando un algoritmo que resuelve un problema dado, esto es, se lo desarrolla para poder ejecutarlo y obtener algún **resultado** a partir de datos de entrada. Esto nos lleva a concluir que *el significado* del programa es *su comportamiento*.

Este *comportamiento* se podrá especificar explicando *qué hace* el programa, *cómo lo hace* o *cuáles son sus propiedades*.



Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación de la Semántica de un Lenguaje de Programación

Especificación Natural: uso del *lenguaje natural* para explicar el significado de los símbolos, expresiones y sentencias del lenguaje.

Especificación Formal

Metalenguajes

Definen
Modelos

Definen
Propiedades

Operacional: secuencia de operaciones y cálculos que implica la sentencia (**cómo**).

Denotacional: conjuntos y funciones que dan el resultado de la sentencia (**qué**).

Axiomática: S.A. + deducciones.

Algebraica: E.A. tipos y operaciones.

De acciones: primitivas para establecer las secuencias, alternativas y repeticiones.

Gramáticas con Atributos: GLC + Atributos + Reglas + Cond.



Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación de la Semántica de un Lenguaje de Programación

Especificación Natural

uso del *lenguaje natural* para explicar el significado de los símbolos, expresiones y sentencias del lenguaje.

Especificación Formal

Metalenguajes

Definen Modelos

Operacional: secuencia de operaciones y cálculos que implica la sentencia (**cómo**).

Denotacional: conjuntos y funciones que dan el resultado de la sentencia (**qué**).

Axiomática: S.A. + deducciones.

Algebraica: E.A. tipos y operaciones.

De acciones: primitivas para establecer las secuencias, alternativas y repeticiones.

Definen Propiedades

Gramáticas con Atributos: GIC + Atributos + Reglas + Cond.

Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación Semántica Natural: en lenguaje natural.

Para el lenguaje C, en su manual se dice que:

“Proposición Condicional:

Las dos formas de la proposición condicional son

if (expresión) proposición

if (expresión) proposición else proposición

En ambos casos, se evalúa la expresión y si es distinta de cero se ejecuta la primera proposición. En el segundo caso, la segunda sentencia solo se ejecuta cuando la expresión es 0. La ambigüedad del “else” se resuelve asociando cada else con el último if libre encontrado, como es usual”.

Entendible por todos, no estándar, no induce a implementación

Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación de la Semántica de un Lenguaje de Programación

Especificación Formal

Metalenguajes

Definen Modelos

Definen Propiedades

Especificación Natural: uso del *lenguaje natural* para explicar el significado de los símbolos, expresiones y sentencias del lenguaje.

Operacional: secuencia de operaciones y cálculos que implica la sentencia (**cómo**).

Denotacional: conjuntos y funciones que dan el resultado de la sentencia (**qué**).

Axiomática: S.A. + deducciones.

Algebraica: E.A. tipos y operaciones.

De acciones: primitivas para establecer las secuencias, alternativas y repeticiones.

Gramáticas con Atributos: GLC + Atributos + Reglas + Cond.



Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación Semántica Formal: definir el *significado* de las sentencias de un programa y de los programas completos mediante una formulación al estilo matemático.

Recordemos que entendemos por *significado de un programa* a su *comportamiento* al ejecutarlo.

Entonces se deberá lograr explicar cuál es el resultado obtenido al ejecutar el programa construido (*qué hace, cómo lo hace o cuáles serán sus propiedades* cuando se lo ejecuta), utilizando símbolos y procedimientos al estilo matemático: **signos bien definidos, funciones, conjuntos, procedimientos, deducciones, modelos matemáticos como máquinas abstractas**, etcétera.



Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación Semántica Formal: Se necesita especificación formal, entre otras cosas para:

- Diseño de nuevos lenguajes de programación**, registrando decisiones sobre construcciones particulares y facilitando la **identificación de errores u omisiones**.
- Necesidad de **estandarización de los lenguajes** mediante la **publicación de su semántica** de un modo universalmente reconocible.
- Diseño e implementación de los procesadores** de los nuevos lenguajes (**compiladores o intérpretes**) y de los **generadores de compiladores**.
- Necesidad de **identificar posibles ambigüedades** en las **implementaciones** de procesadores de lenguajes de programación o en sus **documentos** descriptivos.
- Comprensión** de los lenguajes por parte de los **programadores**.
- Verificación de propiedades de programas** a través de **pruebas de corrección** (verificación) o de la información relacionada con su ejecución.



Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
- Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación Semántica Formal:

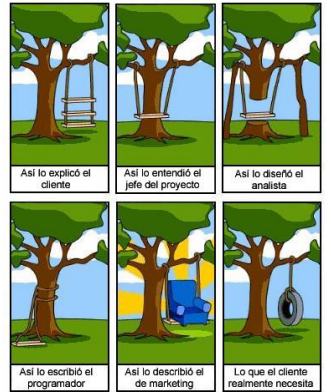
Respecto del último punto:

f) Verificación de propiedades de programas a través de **pruebas de corrección** (verificación)

cabe aclarar un par de conceptos. En Ingeniería de Software se distingue **verificación** (corrección del programa construido) de **validación** (adecuación de la especificación al problema).

Por su lado, la **verificación** puede ser **estática** (búsqueda de errores del programa mirando su código fuente) o **dinámica** (búsqueda de errores ejecutando el programa).

Siempre es mejor lograr una *verificación estática* completa.



Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación de la Semántica de un Lenguaje de Programación

Especificación Natural: uso del *lenguaje natural* para explicar el significado de los símbolos, expresiones y sentencias del lenguaje.

Especificación Formal

Metalenguajes

**Definen
Modelos**

**Definen
Propiedades**

Operacional: secuencia de operaciones y cálculos que implica la sentencia (**cómo**).

Denotacional: conjuntos y funciones que dan el resultado de la sentencia (**qué**).

Axiomática: S.A. + deducciones.

Algebraica: E.A. tipos y operaciones.

De acciones: primitivas para establecer las secuencias, alternativas y repeticiones.

Gramáticas con Atributos: GLC + Atributos + Reglas + Cond.

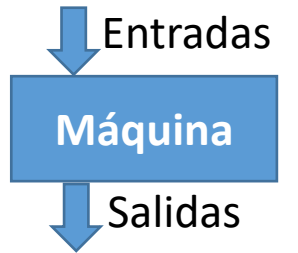


Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES



Especificación Semántica Formal - Metalenguajes

Definen Modelos: Especificación Semántica Operacional

Este es el enfoque más antiguo e intuitivo. Consiste en describir el comportamiento de las sentencias del programa, indicando qué **secuencia de operaciones o cálculos** deben ejecutarse para implementar lo que se quiere que la sentencia haga (**el cómo**).

Esto puede hacerse asociando a cada a cada regla sintáctica, código de máquina (real o abstracta) o un conjunto de reglas de inferencia lógica que permita ir haciendo una deducción.

Cercano a la implementación, no entendible por cualquiera

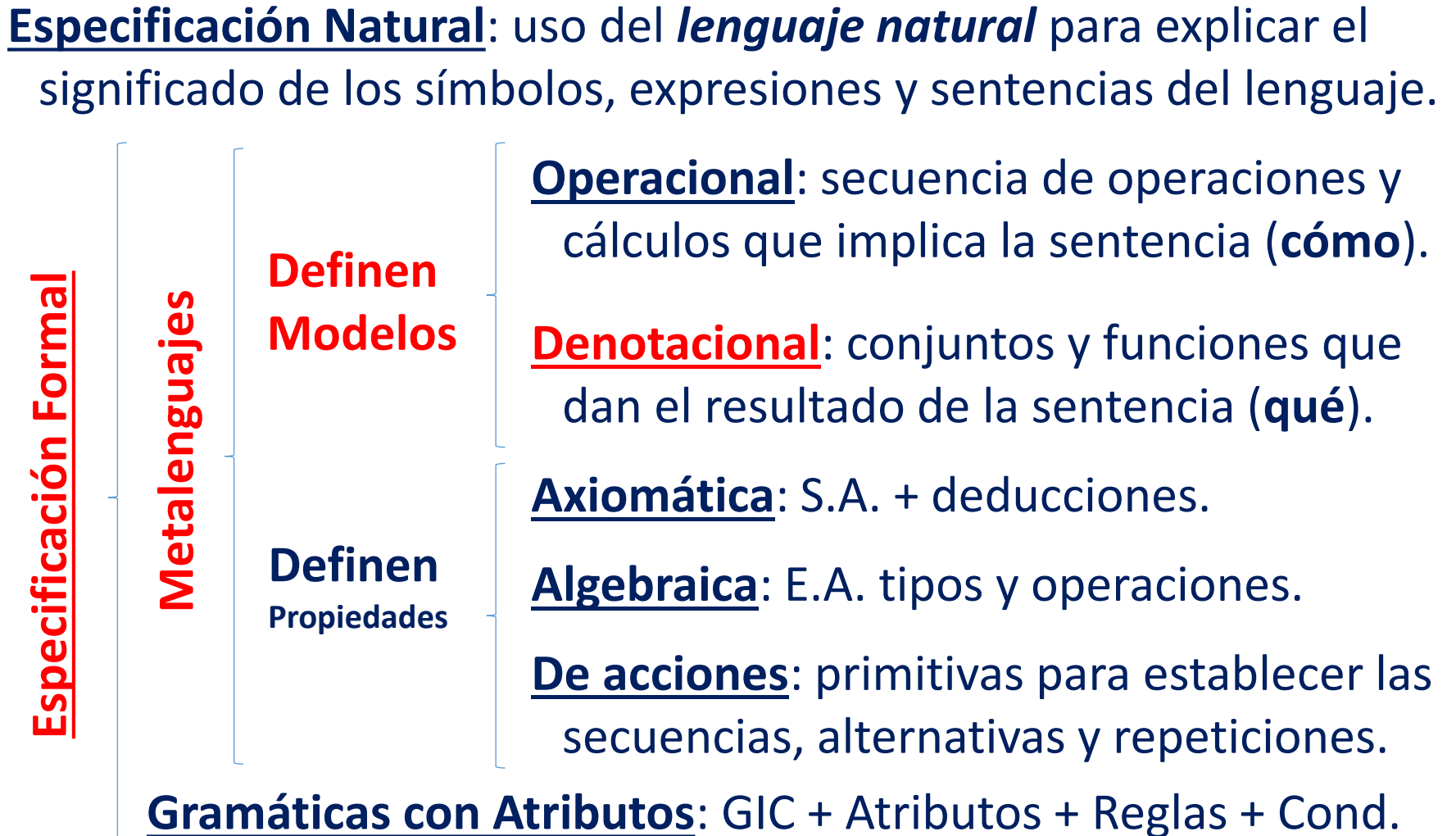
Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación de la Semántica de un Lenguaje de Programación

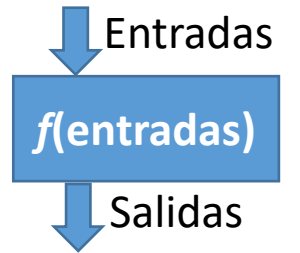


Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES



Especificación Semántica Formal - Metalenguajes

Definen Modelos: Especificación Semántica Denotacional

La idea es describir el significado de una sentencia por una función, que actuando sobre algún conjunto (con elementos como variables, memoria, tipos, etc.) produzca como salida el resultado que debería dar la sentencia (**el qué**).

Se hace hincapié en el resultado de la ejecución y no en cómo obtenerlo.

Asociada a lenguaje funcional, no entendible por cualquiera

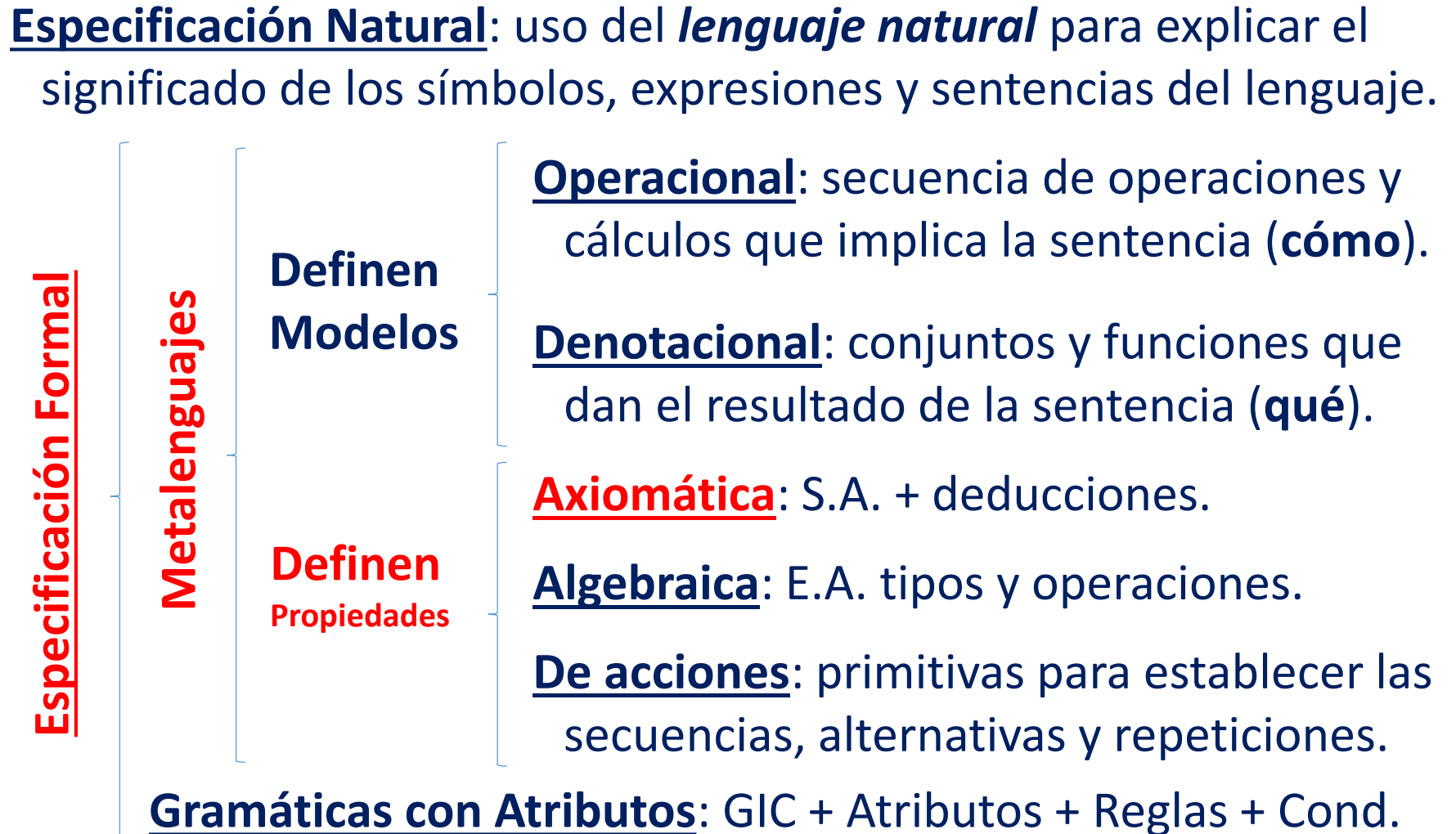
Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación de la Semántica de un Lenguaje de Programación

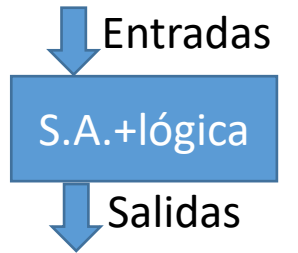


Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES



Especificación Semántica Formal - Metalenguajes

Definen Propiedades: Especificación Semántica Axiomática

Se pretende describir el lenguaje de programación como un Sistema Axiomático (términos primitivos, axiomas, definiciones) que permita obtener el resultado de la ejecución del programa como una deducción desde los datos de entrada (un teorema).

También esto permitiría inferir y/o verificar ciertas propiedades de los programas que se crean necesarias (terminación, corrección, equivalencias, etc.). Ver: Ternas de Hoare (Pre | Cód | Pos)

Orientado a la verificación de propiedades y corrección

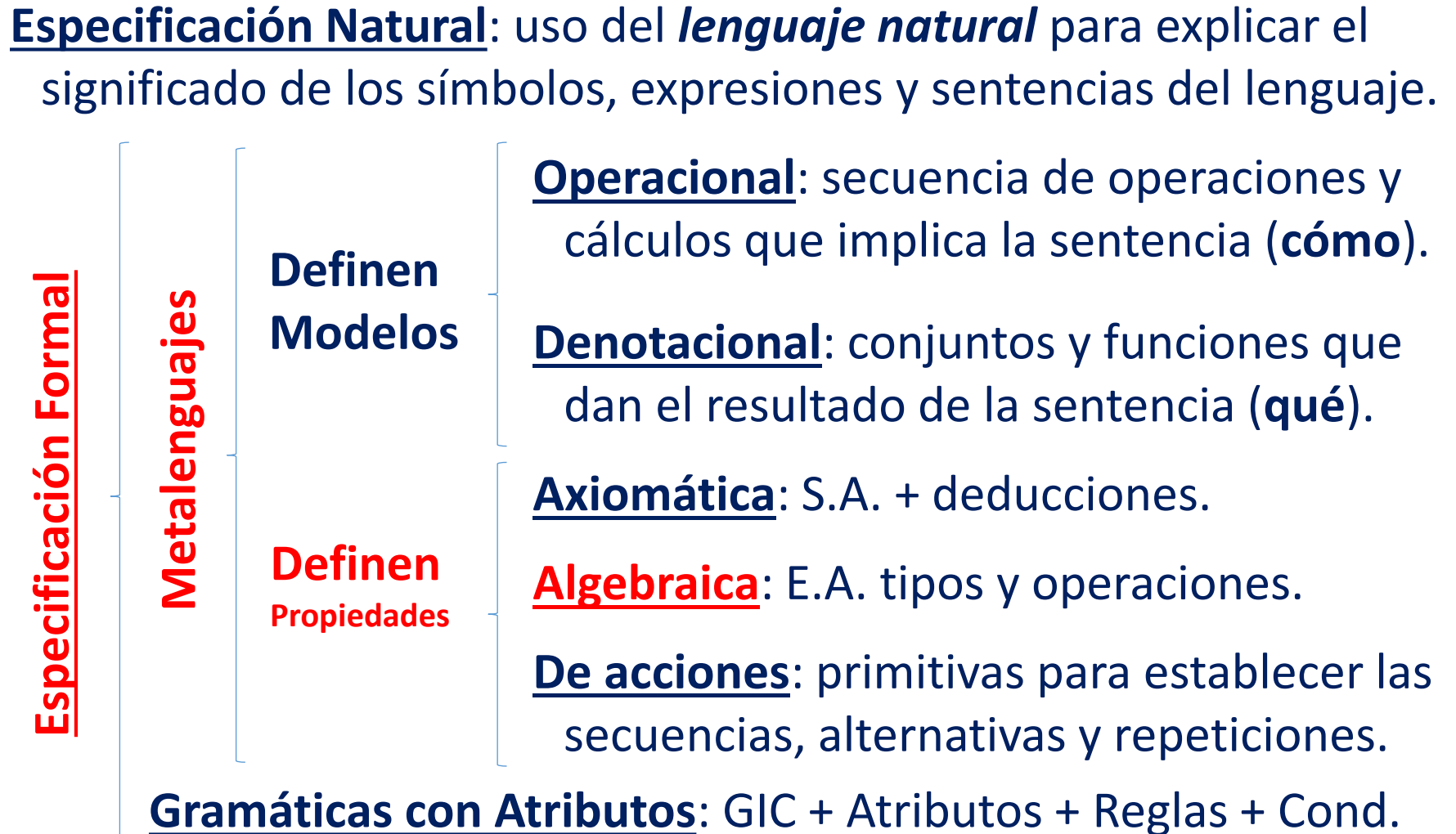
Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación de la Semántica de un Lenguaje de Programación

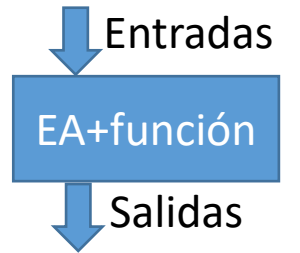


Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES



Especificación Semántica Formal - Metalenguajes

Definen Propiedades: Especificación Semántica Algebraica

El lenguaje de programación se presenta como una estructura algebraica (elementos, conjuntos y funciones), orientada a definir los tipos y estructuras de datos como conjuntos de valores, y las operaciones que son posibles entre ellos. Es equivalente al enfoque axiomático pero basado en álgebra; se acerca al enfoque Denotacional, ya que intenta describir el significado de las sentencias como el resultado de aplicar esas operaciones a las estructuras de datos.

Demostración de propiedades, no induce a implementación

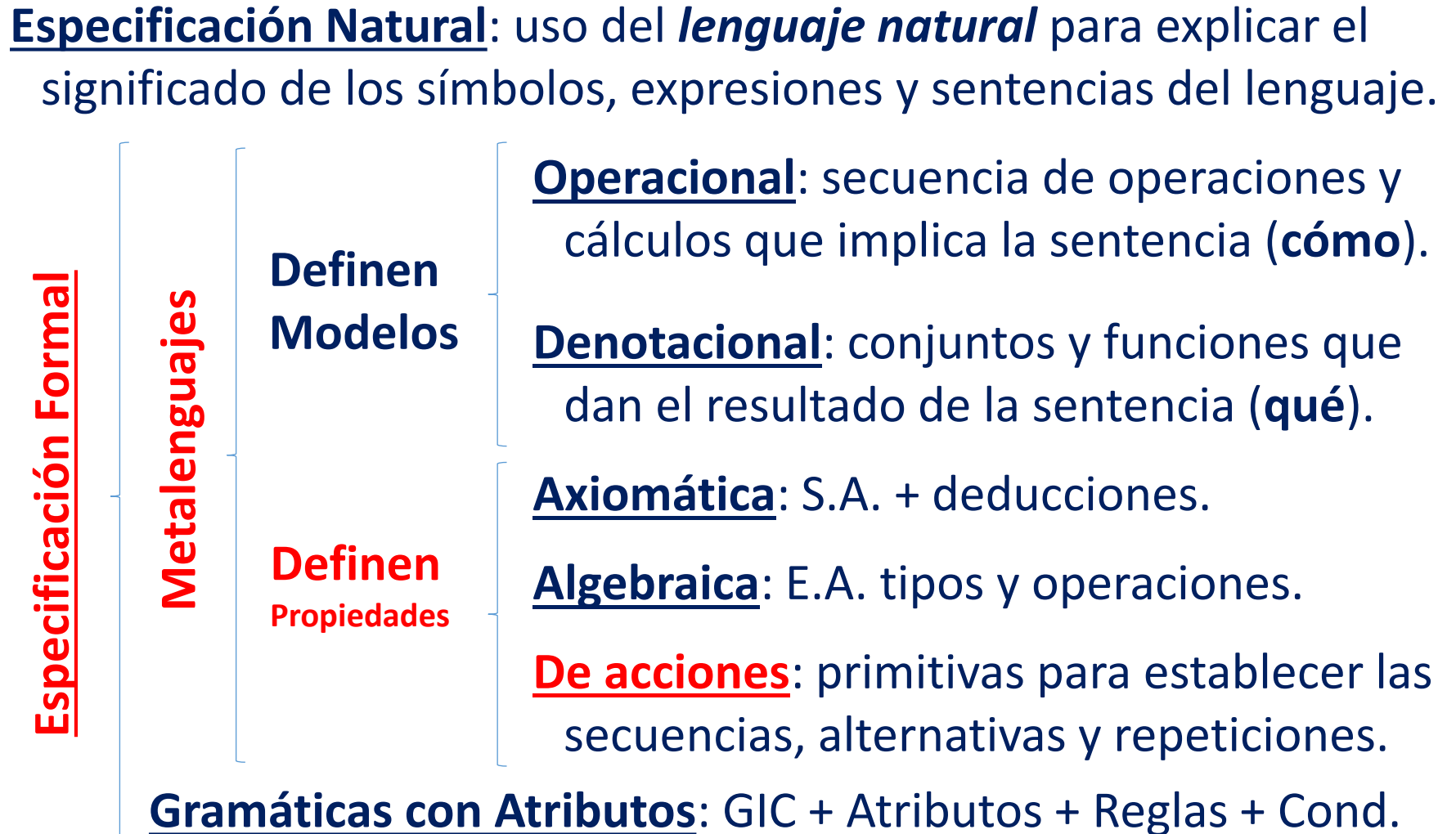
Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación de la Semántica de un Lenguaje de Programación

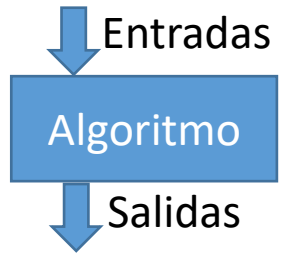


Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES



Especificación Semántica Formal - Metalenguajes

Definen Propiedades: Especificación Semántica de Acciones

La definición de la semántica del lenguaje está basada en un conjunto de acciones, que son las operaciones habitualmente previstas en los lenguajes de programación. Con este fin, se definen primitivas para la asignación y declaración de variables y la combinación de instrucciones mediante control de flujo secuencial, condicional e iterativo donde se establecen las propiedades que su aplicación verifica sobre las variables. Se acerca al enfoque operacional.

Cercano a la implementación, induce a implementación

Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación de la Semántica de un Lenguaje de Programación

Especificación Formal

Metalenguajes

Definen Modelos

Definen Propiedades

Especificación Natural: uso del *lenguaje natural* para explicar el significado de los símbolos, expresiones y sentencias del lenguaje.

Operacional: secuencia de operaciones y cálculos que implica la sentencia (**cómo**).

Denotacional: conjuntos y funciones que dan el resultado de la sentencia (**qué**).

Axiomática: S.A. + deducciones.

Algebraica: E.A. tipos y operaciones.

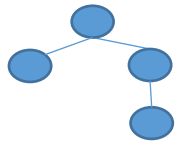
De acciones: primitivas para establecer las secuencias, alternativas y repeticiones.

Gramáticas con Atributos: GIC + Atributos + Reglas + Cond.

Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES



INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación Semántica Formal – Gramática con Atributos

Las **gramáticas atribuidas** son la forma habitual de especificar la semántica de los lenguajes de programación comerciales.

Agrega a la **gramática independiente del contexto** del lenguaje un conjunto de propiedades de los símbolos gramaticales (los **atributos** de esos símbolos de $\Sigma_T \cup \Sigma_N$), reglas para determinar los valores de esas propiedades y restricciones que se imponen a las propiedades y a su cálculo.

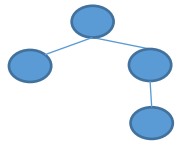
Este enfoque permite hacer buena parte del análisis semántico **guiado por la sintaxis** que está definida en la gramática formal del lenguaje.

Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES



Especificación Semántica Formal – Gramática con Atributos

Definición: Dada una **GIC** = $(\Sigma_T, \Sigma_N, S, P)$ llamaremos **atributo** a una propiedad asignable a los símbolos gramaticales de la gramática $(\Sigma = \Sigma_T \cup \Sigma_N)$ que tendrá un nombre y un valor de un conjunto de posibles valores bien definido.

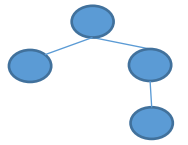
Notación: si $a \in \Sigma$ y **XYZ** es un atributo de **a**, se denotará **a.XYZ**.

Ejemplos: Supongamos que un identificador **ID** es un símbolo gramatical y que puede tener como atributos un nombre, una dirección de memoria, un valor contenido en ella y un tipo de dato que puede contener; entonces los podríamos denotar **ID.nombre**, **ID.dirección**, **ID.valor**, **ID.tipo**.

Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
- Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES



INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación Semántica Formal – Gramática con Atributos

Definición: Una **gramática con atributos** es una tupla:

$$GA = (\Sigma_T, \Sigma_N, S, P, A, R, C)$$

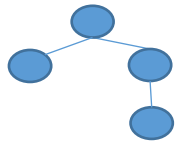
donde:

- $(\Sigma_T, \Sigma_N, S, P)$ es una gramática independiente del contexto.
- **A** : conjunto de atributos asociados a los símbolos gramaticales de $\Sigma = \Sigma_T \cup \Sigma_N$.
- **R** : conjunto de acciones o reglas semánticas asociadas a las producciones de **P**.
- **C** : conjunto de condiciones asociadas a las producciones de **P** y que deben cumplir los atributos de **A** para su cálculo.

Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
- Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES



INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación Semántica Formal – Gramática con Atributos

$$GA = (\Sigma_T, \Sigma_N, S, P, A, R, C)$$

¿Cómo funciona?

El **análisis sintáctico** de una cadena $\alpha \in \Sigma_T^*$ de símbolos terminales, determina si pertenece al lenguaje **L** generado por la gramática (si está bien escrita según la reglas del lenguaje).

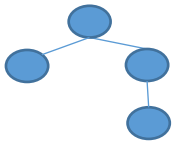
Para hacer esto, construye una derivación o un árbol de análisis sintáctico de α ; **cada vez que una producción de P es aplicada**, se ejecutarán las **reglas semánticas** en **R** para determinar el **valor de los atributos** de **A** involucrados, y se **verificará la satisfacción** de las condiciones indicadas en **C** para ellos.

Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
 - Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES



Especificación Semántica Formal – Gramática con Atributos

Clasificación de Atributos

Según el ***momento*** en el cual se determinan sus valores:

- **Atributo estático**: en tiempo de **compilación**.
- **Atributo dinámico**: en tiempo de **ejecución**.

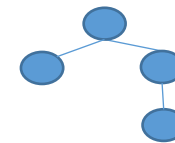
Según la **forma de calcular** el valor con el **árbol** de derivación:

- **Atributo sintetizado**: utilizando el valor de los atributos de los nodos hijos a los del no terminal en un nodo – **AS(Σ):ASA**
- **Atributos heredados**: utilizando el valor de los atributos del nodo padre y de los hermanos (aquellos a la izquierda en la producción al nodo en cuestión) – **AH(Σ): ASD**

Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
- Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES



INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación Semántica Formal – Gramática con Atributos

Ejemplo 1: Veamos una gramática para pequeñas expresiones aritméticas:

P (BNF) Producciones	R (en lenguaje C) (acción semántica)
$L := E$	Imprimir $E.Val$
$E := E_1 + T$	$E.Val = E_1.Val + T.Val$
$E := T$	$E.Val = T.Val$
$T := T_1 \times F$	$T.Val = T_1.Val * F.Val$
$T := F$	$T.Val = F.Val$
$F := (E)$	$T.Val = E.Val$
$F := \text{dígito}$	$T.Val = \text{dígito}.Val$

$G = (\{\text{dígito}, +, \times, (,)\}, \{E, T, F\}, E, P)$

Definimos **Val** como atributo numérico que representa el **valor** almacenado en una variable asignada a cada símbolo.

Para dígito, **dígito.Val** es el valor determinado durante el análisis léxico. Para los otros símbolos, en el lenguaje **C**:

$E.Val$ = valor de la variable E $+$: $+$ en C

$T.Val$ = valor de la variable T \times : $*$ en C

$F.Val$ = valor de la variable T

Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
- Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

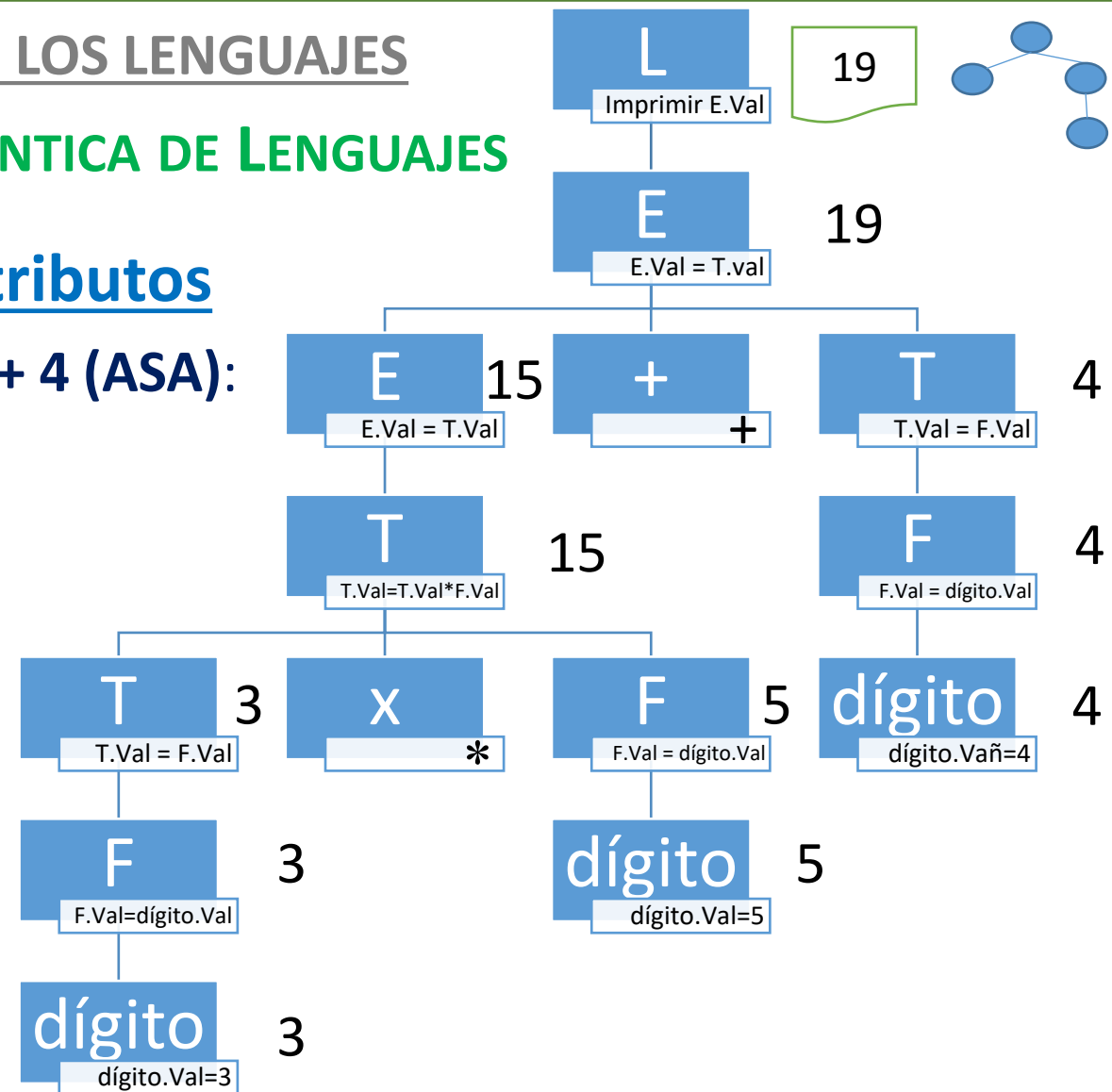
SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

ESF – Gramática con Atributos

Ejemplo 1: Expresión $3 \times 5 + 4$ (ASA):

P (BNF) Producciones	R (en lenguaje C) (acción semántica)
$L := E$	Imprimir E.Val
$E := E_1 + T$	$E.Val = E_1.Val + T.Val$
$E := T$	$E.Val = T.Val$
$T := T_1 \times F$	$T.Val = T_1.Val * F.Val$
$T := F$	$T.Val = F.Val$
$F := (E)$	$T.Val = E.Val$
$F := \text{dígito}$	$T.Val = \text{dígito.Val}$

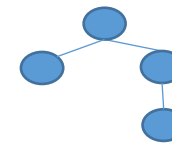


$L \rightarrow E \rightarrow E + T \rightarrow E + F \rightarrow E + \text{dígito} \rightarrow T \times F + \text{dígito} \rightarrow T \times \text{dígito} + \text{dígito} \rightarrow F \times \text{dígito} + \text{dígito} \rightarrow \text{dígito} \times \text{dígito} + \text{dígito} \leftarrow \text{valores dados a dígito desde el análisis léxico} \leftarrow 3 \times 5 + 4$

Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
- Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES



INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LENGUAJES

Especificación Semántica Formal – Gramática con Atributos

Ejemplo 2: Veamos una gramática para declaración de variables:

P (BNF) Producción	R (en lenguaje C) (acción semántica)
D := T L	L.tipo = T.tipo
T := int	T.tipo = int
T := real	T.tipo = real
L := L₁ , id	L₁.tipo = L.tipo agregarTS(id.lex, L.tipo)
L := id	agregarTS(id.lex, L.tipo)

G = ({id, int, real}, {D, T, L}, D, P)

Definimos **tipo** y **lex** como atributo de tipo de datos y de nombre de un identificador (variable).

El atributo **tipo** se asigna a los símbolos no terminales **L** y **T**, y **lex** se asigna al terminal **id** y lo calcula el análisis léxico. Para una instrucción:

int pepe

realizamos un ASD.

Semántica

- Introducción
- Concepto
- Compilador
- Especificación
 - Natural
 - Ejemplo
- Formal
 - Concepto
 - Operacional
 - Denotacional
 - Axiomática
 - Algebraico
 - De acciones
 - Gramática con atributos
- Gram. Atribuidas
 - Atributos
 - GA: Definición
 - Funcionamiento
 - Clasificación
 - Ejemplo 1 2

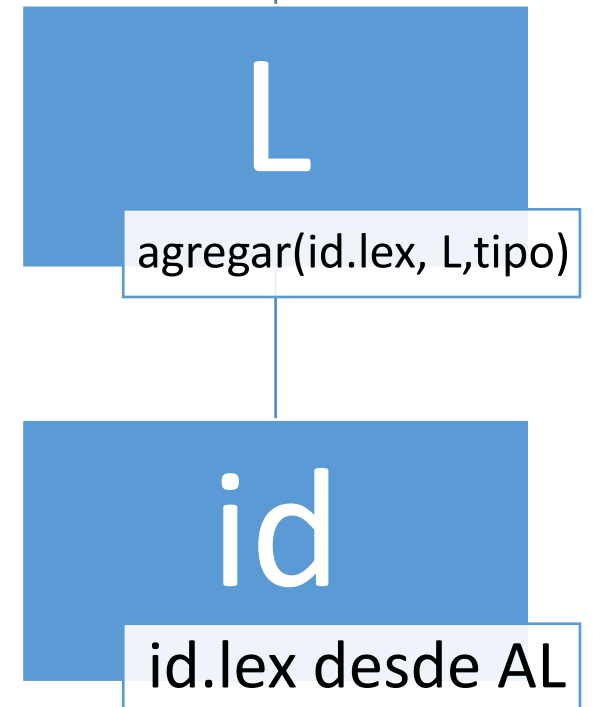
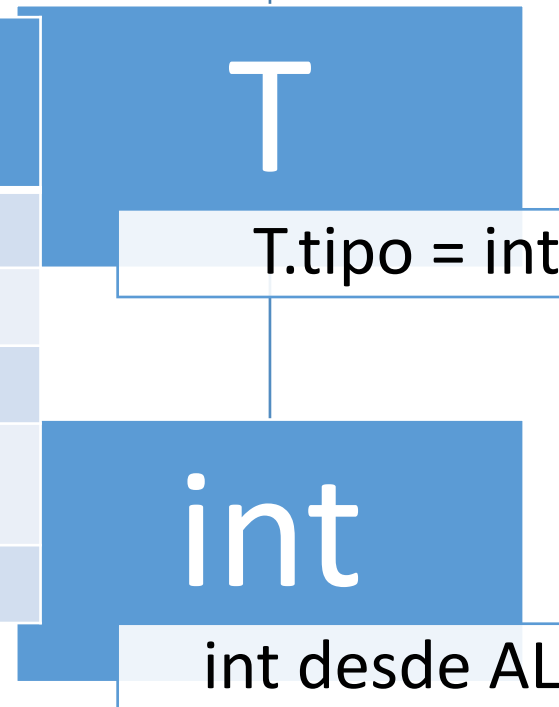
SINTAXIS Y SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

INTRODUCCIÓN A LA SEMÁNTICA DE LOS LENGUAJES

ESF – Gramática con Atributos

Ejemplo 2: Sentencia **int pepe** (ASD):

P (BNF) Producción	R (en lenguaje C) (acción semántica)
$D := T L$	$L.tipo = T.tipo$
$T := int$	$T.tipo = int$
$T := real$	$T.tipo = real$
$L := L_1 , id$	$L_1.tipo = L.tipo$ $agregarTS(id.lex, L.tipo)$
$L := id$	$agregarTS(id.lex, L.tipo)$



$D \rightarrow T L \rightarrow int L \rightarrow int id \leftarrow id.lex$ agregado en el análisis léxico a tabla de símbolos