UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE CÓRDOBA

DEPARTAMENTO DE
INFORMÁTICA Y ANÁLISIS NUMÉRICO

PROGRAMACIÓN DECLARATIVA

INGENIERÍA INFORMÁTICA

CUARTO CURSO

PRIMER CUATRIMESTRE

Tema 1.- Introducción al Lenguaje Scheme

Primera parte: Scheme

Tema 1.- Introducción al Lenguaje Scheme

Tema 2.- Expresiones y Funciones

Tema 3.- Predicados y sentencias condicionales

Tema 4.- Iteración y Recursión

Tema 5.- Tipos de Datos Compuestos

Tema 6.- Abstracción de Datos

Tema 7.- Lectura y Escritura

Segunda parte: Prolog

Tema 8.- Introducción al Lenguaje Prolog

Tema 9.- Elementos Básicos de Prolog

Tema 10.- Listas

Tema 11.- Reevaluación y el “corte”

Tema 12.- Entrada y Salida

Primera parte: Scheme

Tema 1.- Introducción al Lenguaje Scheme

Tema 2.- Expresiones y Funciones

Tema 3.- Predicados y sentencias condicionales

Tema 4.- Iteración y Recursión

Tema 5.- Tipos de Datos Compuestos

Tema 6.- Abstracción de Datos

Tema 7.- Lectura y Escritura

Índice

Índice

1. Características Fundamentales de la Programación Funcional

- La Programación **Funcional** es un **subtipo** de la Programación **Declarativa**

1. Características Fundamentales de la Programación Funcional

- **Programación Declarativa (1 / 7)**
  - **Objetivo:** Descripción del Problema

    ¿**"Qué"** problema debe ser resuelto?

    - **Observación:**

      ❑ No importa "**cómo**" es resuelto el problema

      ❑ **Evita** aspectos o características de implementación

1. Características Fundamentales de la Programación Funcional

- **Programación Declarativa (2 / 7)**
  - **Características**
    - Expresividad
    - Extensible: regla del 10% - 90%
    - Protección
    - Elegancia Matemática

1. Características Fundamentales de la Programación Funcional

- **Programación Declarativa (3 / 7)**
  - **Características**
    - Expresividad
      - ❑ Muestra con claridad el significado de la programación
    - Extensible: regla del 10% - 90%
    - Protección
    - Elegancia Matemática

1. Características Fundamentales de la Programación Funcional

- **Programación Declarativa (4 / 7)**
  - **Características**
    - Expresividad
    - Extensible: regla del 10% - 90%
      - ❑ Facilidad para ampliar el lenguaje.
      - ❑ El 10 % del lenguaje permite resolver el 90% de los problemas.
    - Protección
    - Elegancia Matemática

1. Características Fundamentales de la Programación Funcional

- **Programación Declarativa (5 / 7)**
  - **Características**
    - Expresividad
    - Extensible: regla del 10% - 90%
    - Protección
      - ❑ El programador no tiene que preocuparse por detalles internos de gestión de memoria.
    - Elegancia Matemática

1. Características Fundamentales de la Programación Funcional

- **Programación Declarativa (6 / 7)**
  - **Características**
    - Expresividad
    - Extensible: regla del 10% - 90%
    - Protección
    - Elegancia Matemática
      - ❑ Precisión y sencillez

1. Características Fundamentales de la Programación Funcional

- **Programación Declarativa (7 / 7)**
  - **Tipos:**
    - **Programación Funcional o Aplicativa:**
      - Lisp, **Scheme**, Haskell, Scala, Erlang,…
    - Programación **Lógica:**
      - **Prolog**

1. Características Fundamentales de la Programación Funcional

- **Principio** de la Programación **Funcional** **"Pura"**

  "El **valor de la expresión** sólo **depende** del valor de sus **subexpresiones**, si las tiene"

- **No existen efectos colaterales**

  El valor de "a + b" **sólo** depende de "a" y "b".

- El término **función** es usado en su sentido **matemático**
- **No hay instrucciones**: programación **sin** asignaciones
  - La Programación Funcional **impura** **permite** la

    "sentencia de asignación"

1. Características Fundamentales de la Programación Funcional

- **Estructura de los programas** en la Programación **Funcional**
  - El programa es una **función** compuesta de **expresiones** o **funciones** más simples
  - **Ejecución de una función:**
    1. Evaluación de los **argumentos** o parámetros de la función
    2. Evaluación de las **expresiones o funciones** más simples
    3. Devolución del **valor** calculado por la función

1. Características Fundamentales de la Programación Funcional

- **Tipos de lenguajes funcionales**
  - La **mayoría** son lenguajes **interpretados**
  - Algunas versiones son lenguajes **compilados**

1. Características Fundamentales de la Programación Funcional

- **Gestión de la memoria**
  - **Gestión implícita de la memoria**
    - Tarea del intérprete.
    - El programador **no** debe **preocuparse** por la gestión de la memoria.
  - **Recolección de basura**
    - Tarea del intérprete.

1. Características Fundamentales de la Programación Funcional

- **En resumen:**
  - El programador sólo se debe de preocupar por la **Descripción del Problema**

Índice

2. Reseña Histórica de Scheme

- LISP
- Comparación entre Compilación e Interpretación
- Comparación entre el ámbito léxico (o estático) y el dinámico
- Origen de Scheme

2. Reseña Histórica de Scheme

- **LISP**
- Comparación entre Compilación e Interpretación
- Comparación entre el ámbito léxico (o estático) y el dinámico
- Origen de Scheme

2. Reseña Histórica de Scheme

- **LISP**
  - **John McCarthy** (MIT)
  - El programa **"Advice Taker"** :
    - Fundamentos teóricos: Lógica Matemática
    - Objetivo: deducción e inferencias
  - **LISP**: ***LIS**t **P**rocessing* (1956 – 1958)
    - Segundo lenguaje histórico de **Inteligencia Artificial** (después de IPL)
    - En la actualidad, segundo lenguaje histórico **en uso** (después de Fortran)
    - LISP está basado en el Lambda Calculus (**Alonzo Church**)
  - **Scheme** es un **dialecto** de **LISP**

2. Reseña Histórica de Scheme

- **LISP**
  - **Características de la Programación Funcional**
    - **Recursión**
    - **Listas**
    - Gestión **implícita** de la memoria
    - Programas interactivos e **interpretados**
    - Programación **Simbólica**
    - Reglas de ámbito **dinámico** para identificadores **no** locales

2. Reseña Histórica de Scheme

- **LISP**
  - **Contribuciones de** LISP:
    - Funciones **“Built – in”**
    - **Recolección de basura**
    - **Lenguaje de Definición Formal:**
      - ❑ El propio lenguaje **LISP**

2. Reseña Histórica de Scheme

- **LISP**
  - **Aplicaciones**: programas de **Inteligencia Artificial**
    - Verificación y prueba de Teoremas
    - Diferenciación e Integración Simbólica
    - Problemas de Búsqueda
    - Procesamiento del Lenguaje Natural
    - Visión Artificial
    - Robótica
    - Sistemas de Representación del Conocimiento
    - Sistemas Expertos
    - Etc.

2. Reseña Histórica de Scheme

- **LISP**
  - **Dialectos (1 /2)**
    - **Mac LISP** (*Man and computer or Machine – aided cognition*): versión de la Costa **Este**
    - **Inter LISP** (*Interactive* LISP): versión de la Costa **Oeste**
      - Compañía de Bolt, Beranek y Newman (BBN)
      - Centro de Investigación de Xerox en Palo Alto (Texas)
      - **Máquina LISP**

2. Reseña Histórica de Scheme

- **LISP**
  - **Dialectos (2 / 2)**
    - **Mac LISP** (*Man and computer or Machine – aided cognition*): versión de la Costa **Este**
      - ❑ C-LISP: Universidad de Massachusetts
      - ❑ Franz LISP: Universidad de California (Berkeley). **Versión compilada.**
      - ❑ NIL (*New implementation of* LISP): MIT.
      - ❑ PSL (*Portable Standard* LISP): Universidad de Utah
      - ❑ **Scheme**: MIT.
      - ❑ T (True): Universidad de Yale
      - ❑ Common LISP

2. Reseña Histórica de Scheme

- LISP
- **Comparación entre Compilación e Interpretación**
- Comparación entre el ámbito léxico (o estático) y el dinámico
- Origen de Scheme

2. Reseña Histórica de Scheme

- **Comparación entre Compilación e Interpretación**
  - **Compilación:**
    - El **código fuente** (**alto nivel**) es **transformado** en **código ejecutable** (**bajo nivel**), que puede ser ejecutado independientemente.

2. Reseña Histórica de Scheme

- Comparación entre Compilación e Interpretación
  - **Compilación**

Código fuente → **Compilador**

2. Reseña Histórica de Scheme

- Comparación entre Compilación e Interpretación
  - **Compilación**

Código fuente → **Compilador**

↓

Errores de compilación

2. Reseña Histórica de Scheme

- Comparación entre Compilación e Interpretación
  - **Compilación**

Código fuente → **Compilador** → **Código ejecutable**

2. Reseña Histórica de Scheme

- Comparación entre Compilación e Interpretación
  - **Compilación**

2. Reseña Histórica de Scheme

- Comparación entre Compilación e Interpretación
  - **Compilación**

2. Reseña Histórica de Scheme

- Comparación entre Compilación e Interpretación
  - **Compilación**

2. Reseña Histórica de Scheme

- Comparación entre Compilación e Interpretación
  - **Interpretación**

2. Reseña Histórica de Scheme

- **Comparación entre Compilación e Interpretación**
  - **Interpretación** o **simulación**: consiste en un ciclo de tres fases

2. Reseña Histórica de Scheme

- **Comparación entre Compilación e Interpretación**
  - **Interpretación** o simulación: consiste en un ciclo de tres fases
    1. **Análisis**
       - El código fuente es analizado para determinar la siguiente **sentencia correcta** que va a ser ejecutada.

2. Reseña Histórica de Scheme

- **Comparación entre Compilación e Interpretación**
  - **Interpretación** o simulación: consiste en un ciclo de tres fases
    1. **Análisis**
       - El código fuente es analizado para determinar la siguiente sentencia correcta que va a ser ejecutada.
    2. **Generación**
       - La sentencia es **transformada** en código ejecutable.

2. Reseña Histórica de Scheme

- **Comparación entre Compilación e Interpretación**
  - **Interpretación** o simulación: consiste en un ciclo de tres fases
    1. **Análisis**
       - El código fuente es analizado para determinar la siguiente sentencia correcta que va a ser ejecutada.
    2. **Generación**
       - La sentencia es transformada en Código ejecutable.
    3. **Ejecución**
       - El código generado es **ejecutado**.

2. Reseña Histórica de Scheme

- Comparación entre Compilación e Interpretación
  - **Interpretación**

Código fuente → **Intérprete**

2. Reseña Histórica de Scheme

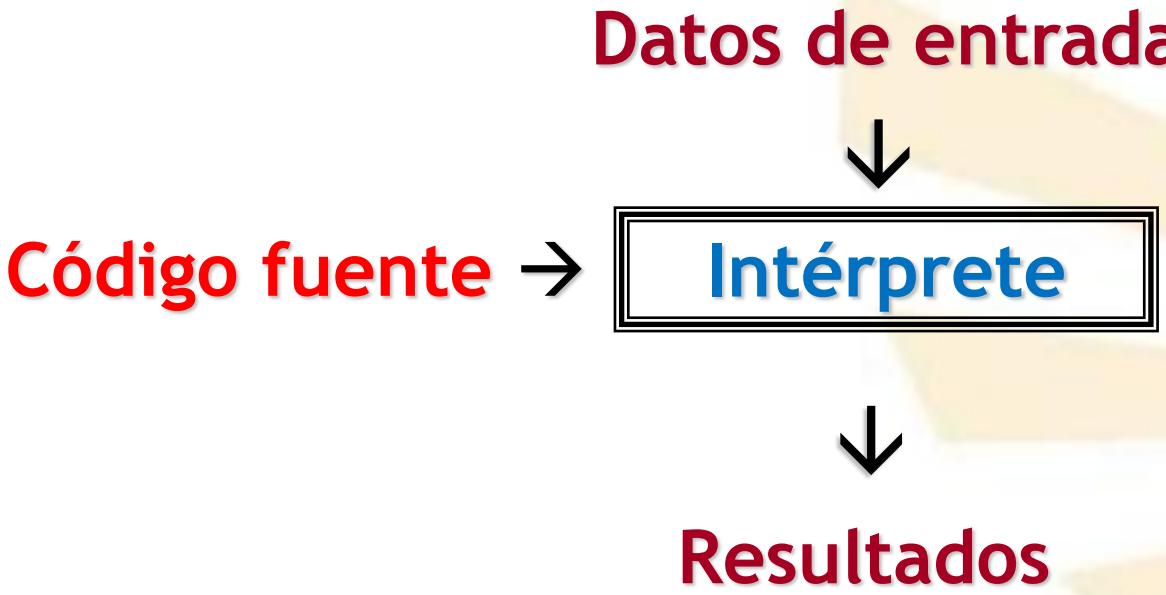
- Comparación entre Compilación e Interpretación
  - Interpretación

2. Reseña Histórica de Scheme

- Comparación entre Compilación e Interpretación
  - Interpretación

2. Reseña Histórica de Scheme

- Comparación entre Compilación e Interpretación
  - Interpretación



2. Reseña Histórica de Scheme

- **Comparación entre Compilación e Interpretación**
  - **Compilación**
    - Independencia
    - Necesidades de memoria
    - Eficiencia
    - Global
    - No interactividad
    - Código cerrado durante la ejecución
  - **Interpretación**
    - Dependencia
    - Sin necesidades de memoria
    - Menos eficiencia
    - Local
    - Interactividad
    - Código abierto durante la ejecución

2. Reseña Histórica de Scheme

- LISP
- Comparación entre Compilación e Interpretación
- **Comparación entre el ámbito léxico (o estático) y el dinámico**
- Origen de Scheme

2. Reseña Histórica de Scheme

- **Comparación entre el ámbito léxico (o estático) y el dinámico**
  - Las **reglas** de **ámbito** determinan la **declaración** de identificadores **no** locales
  - Identificadores **no** locales:
    - **Variables, Funciones o Procedimientos**
      - que **son usados** en otra función o procedimiento
      - donde **no** han sido declarados.

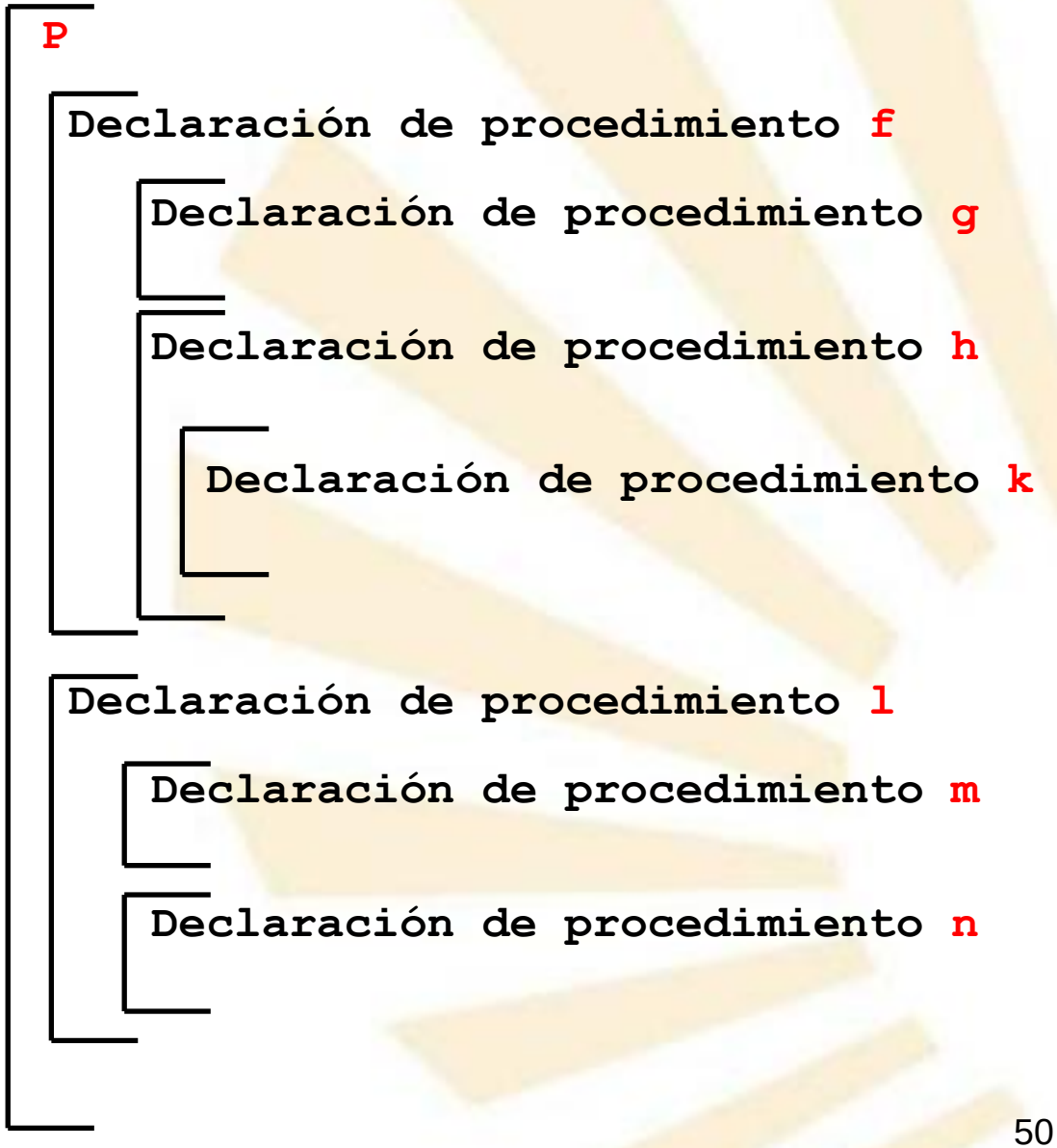
2. Reseña Histórica de Scheme

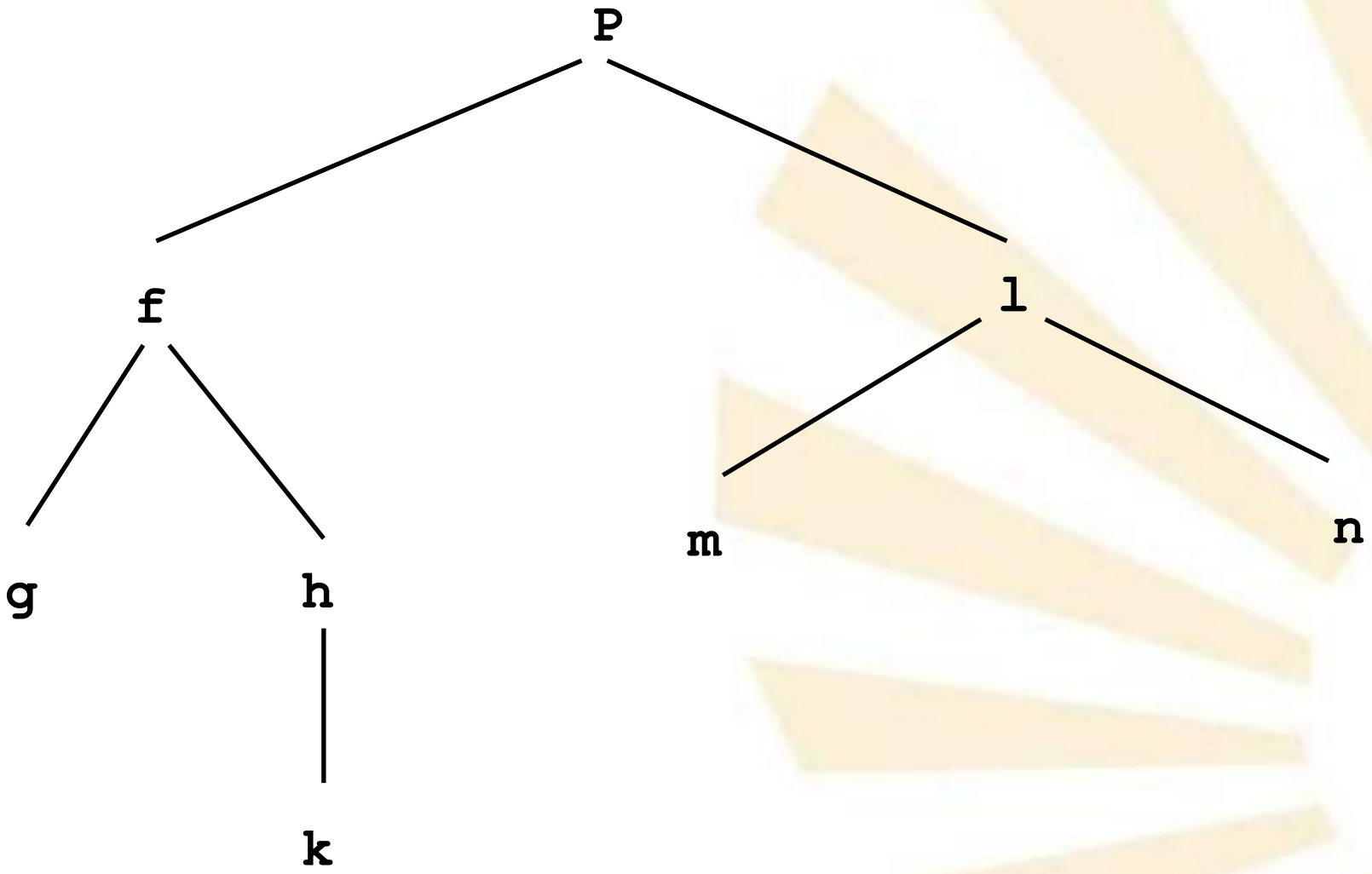
- **Comparación entre el ámbito léxico (o estático) y el dinámico**
  - **Tipos**
    - **Ámbito Léxico o Estático**
      - **Con** "estructura de bloques": Pascal, **Scheme**
      - **Sin** "estructura de bloques": C, Fortran
    - **Ámbito Dinámico**
      - **Siempre con** "estructura de bloques":
        - Lisp, SNOBOL, APL

2. Reseña Histórica de Scheme

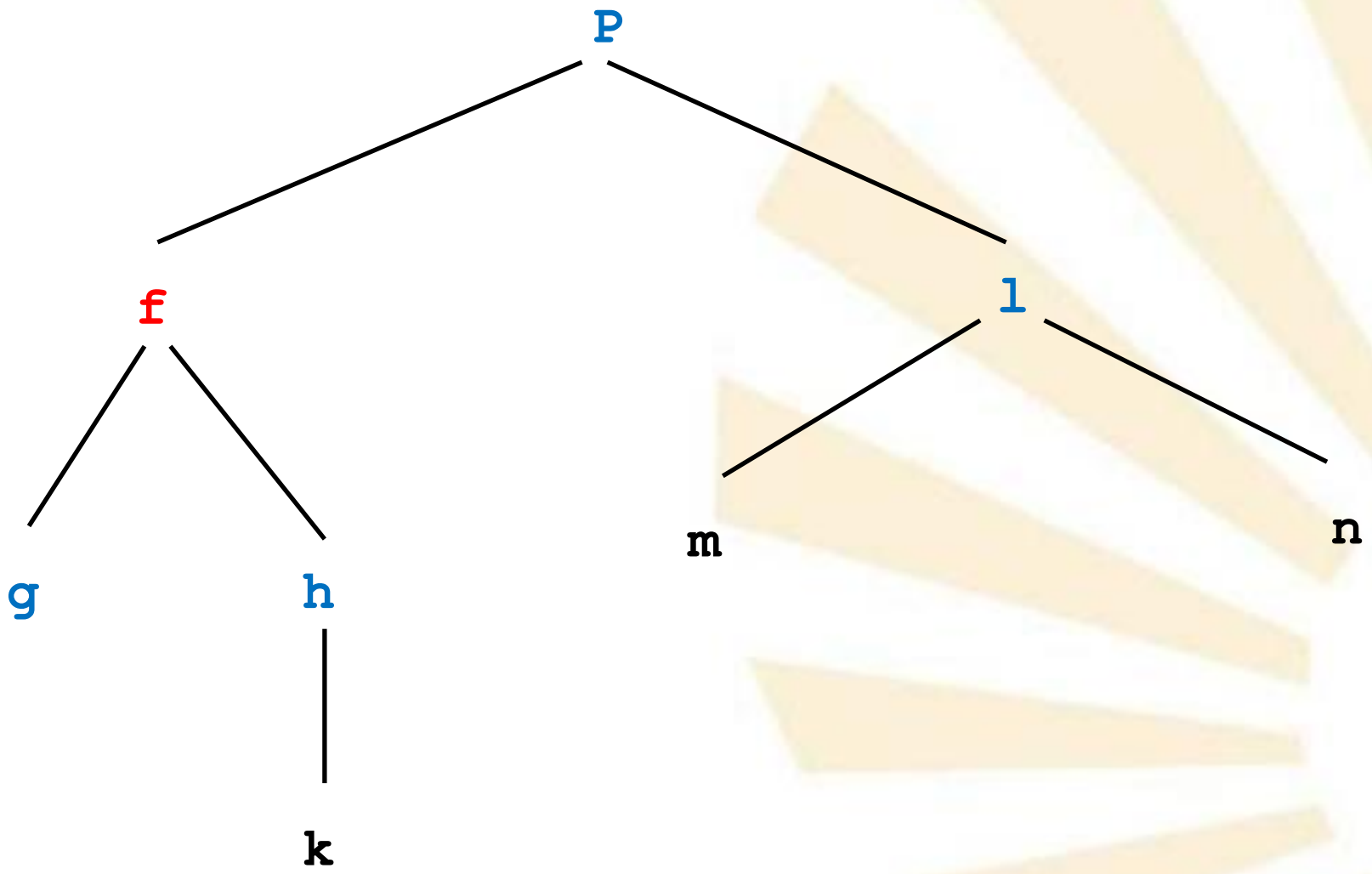
- **Comparación entre el ámbito léxico (o estático) y el dinámico**
  - **Estructura de bloques**
    - Un procedimiento o función puede **llamar a**
      - Sí mismo
      - Sus hijos (pero **no** a sus nietos…)
      - Sus hermanos (pero **no** a sus sobrinos)
      - Su padre, abuelo, bisabuelo, …
      - Los hermanos de su padres, abuelo, …
    - Un procedimiento o función puede **ser llamado por**
      - Sí mismo
      - Su padre (pero **no** por su abuelo, …)
      - Sus hijos, nietos, bisnietos, …
      - Sus hermanos y sus hijos, nietos, ...

Ejemplo de estructura de bloques

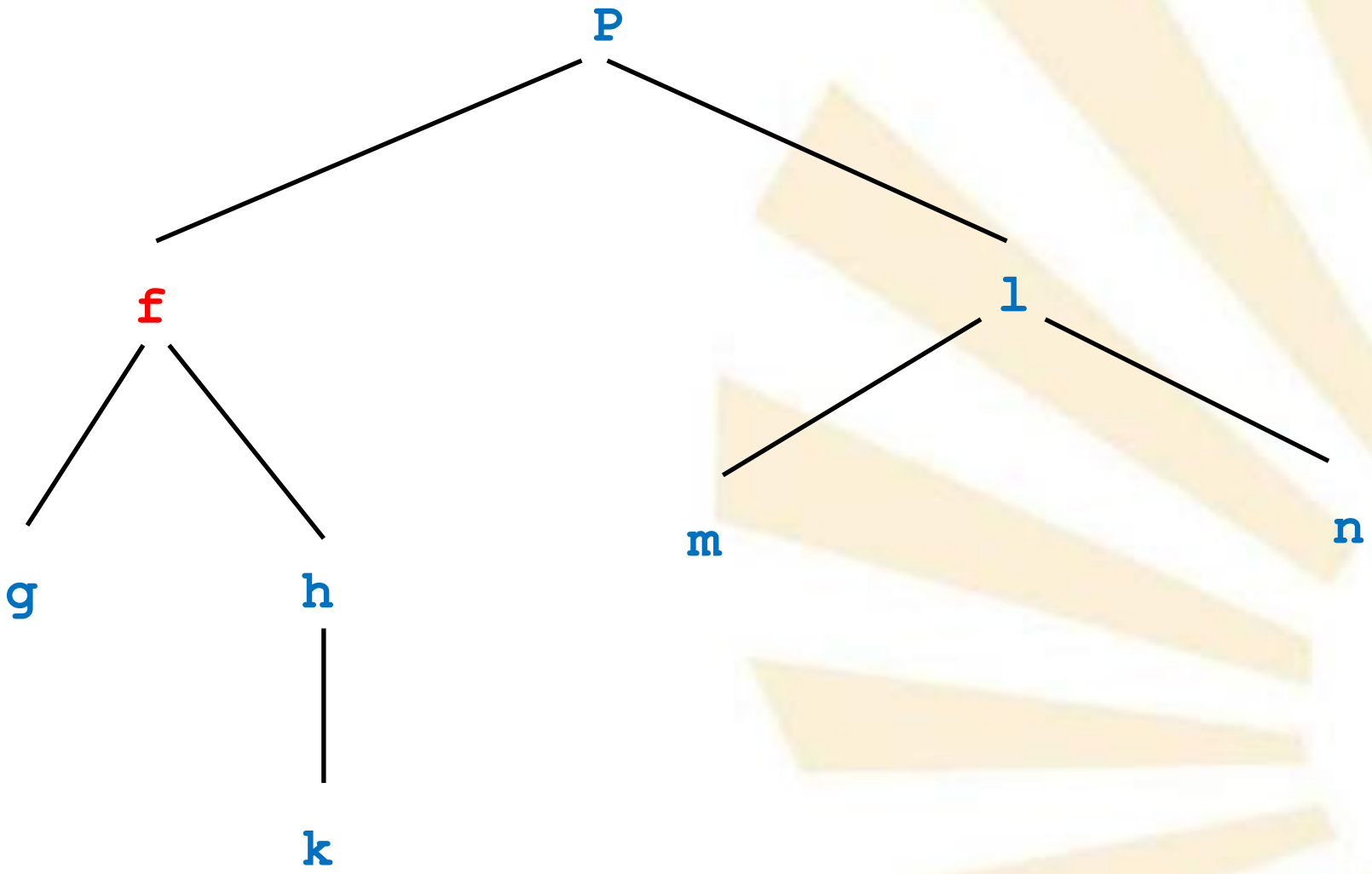




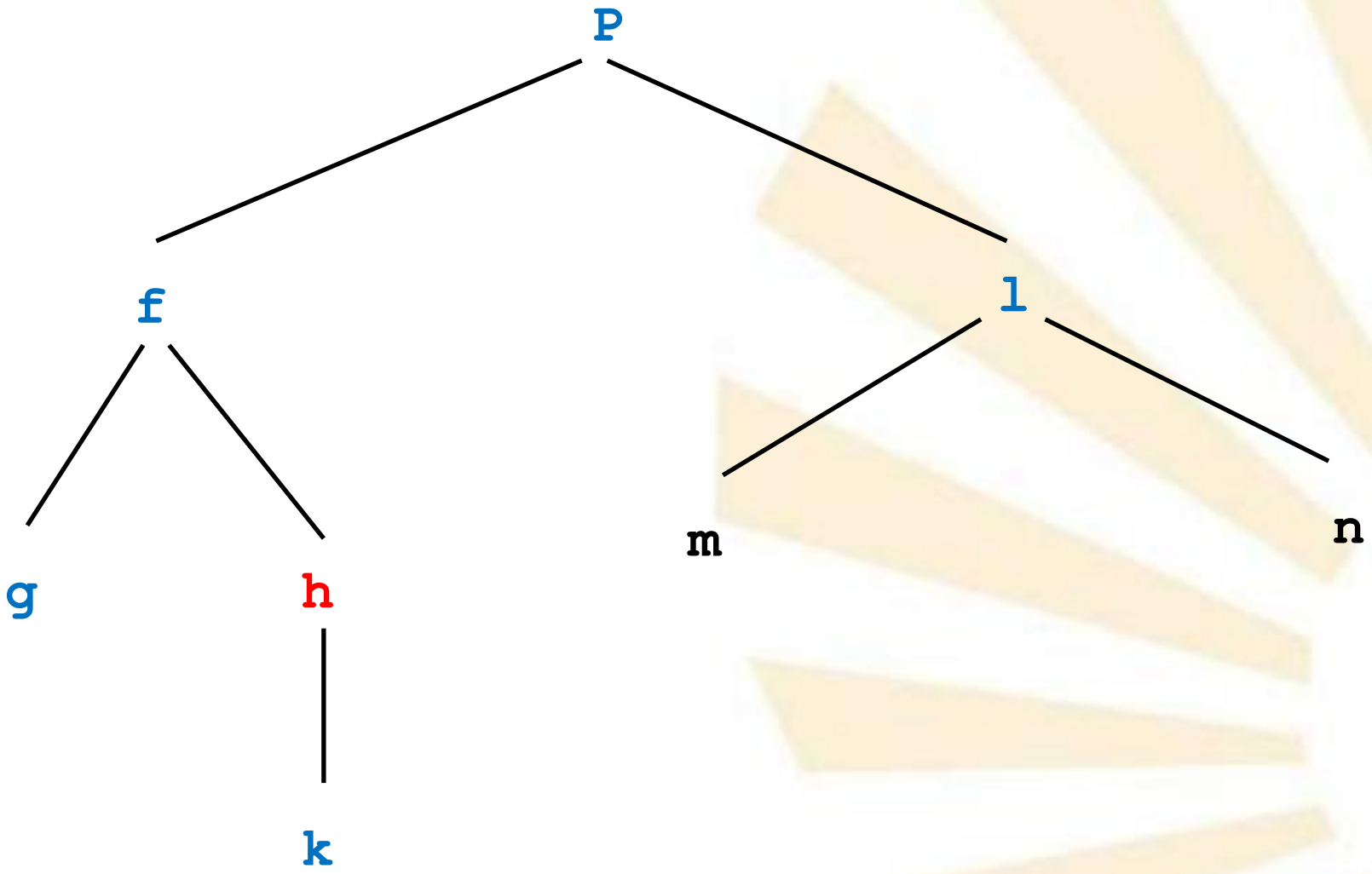
Jerarquía de la estructura de bloques



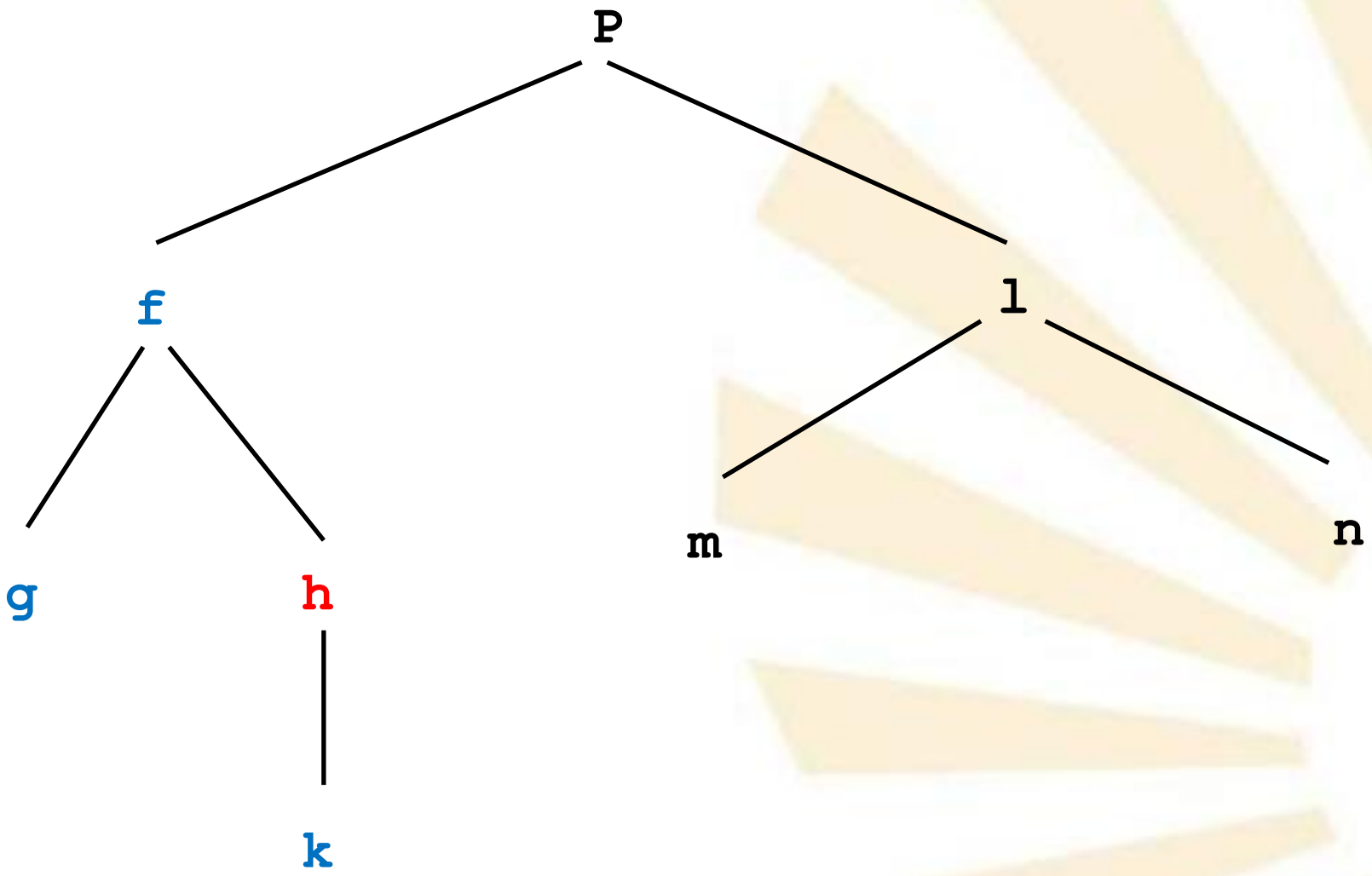
Funciones que pueden ser llamadas por f



Funciones que pueden llamar a f



Funciones que pueden ser llamadas por h



Funciones que pueden llamar a h

2. Reseña Histórica de Scheme

- **Comparación entre el ámbito léxico (o estático) y el dinámico**
  - **Ámbito léxico o estático**
    - La **declaración** de un identificador **no** local depende del **contexto léxico más cercano**
    - **Reglas del anidamiento más cercano**

2. Reseña Histórica de Scheme

- **Comparación entre el ámbito léxico (o estático) y el dinámico**
  - **Ámbito léxico o estático**
    - La **declaración** de un identificador **no** local depende del **contexto léxico más cercano**
    - Sólo hay que **leer** el programa para determinar la **declaración** de un **identificador**

2. Reseña Histórica de Scheme

- **Comparación entre el ámbito léxico (o estático) y el dinámico**
  - **Ámbito léxico o estático**
    - **Reglas del anidamiento más cercano**
      - El **ámbito** de un procedimiento (*) **f** incluye al procedimiento **f**.
      - Si un identificador **no** local **x** es usado en **f** entonces la declaración de **x** debe ser encontrada en procedimiento más **cercano** **g** que incluya a **f**
      - **Observación** (*) : procedimiento, función o bloque.

Ejemplo:

Ámbito léxico

con

“estructura de bloques”

```
Declaración de procedimiento h
 Declaración de una variable x   (x1)
 Declaración de una variable y   (y1)
 Declaración de una variable z   (z1)

 Declaración de procedimiento g
  Declaración de una variable x (x2)
  Declaración de una variable y (y2)

  Declaración de procedimiento f
    Declaración de una variable x (x3)

    Uso de x   (→ x3)
    Uso de y   (→ y2)
    Uso de z   (→ z1)

    Uso de x   (→ x2)
    Uso de y   (→ y2)
    Uso de z   (→ z1)
    Llamada a f

    Uso de x   (→ x1)
    Uso de y   (→ y1)
    Uso de z   (→ z1)
    Llamada a g
```

2. Reseña Histórica de Scheme

- **Comparación entre el ámbito léxico (o estático) y el dinámico**
  - **Ámbito léxico o estático**
    - **Sin** estructura de bloques
      - Si **x** **no** es local para una función **específica** entonces **no** es local para **todas** las funciones

Ejemplo en C:

Ámbito léxico

sin

"estructura de bloques"

```
int x;   /* x1 */
int y;   /* y1 */
int z;   /* z1 */

main()
  {
     int x;   /* x2 */
     int y;   /* y2 */

     /* Uso de x → x2 */
     /* Uso de y → y2 */
     /* Uso de z → z1 */
     /* Llamada a f */
     f ();
  }

 f()
   {
    int x;   /* x3 */
     /* Uso de x → x3 */
     /* Uso de y → y1 */
     /* Uso de z → z1 */
     }
```

Las variables globales no son recomendables

2. Reseña Histórica de Scheme

- Comparación entre el ámbito léxico (o estático) y el dinámico
  - Ámbito dinámico
    - La **declaración** de un **identificador** depende de la **ejecución del programa.**
    - **Regla de activación más cercana.**

2. Reseña Histórica de Scheme

- **Comparación entre el ámbito léxico (o estático) y el dinámico**
  - **Ámbito dinámico**
    - La **declaración** de un **identificador** **depende** de la **ejecución del programa.**
    - Hay que **ejecutar** el programa para determinar la **declaración** de un **identificador**

2. Reseña Histórica de Scheme

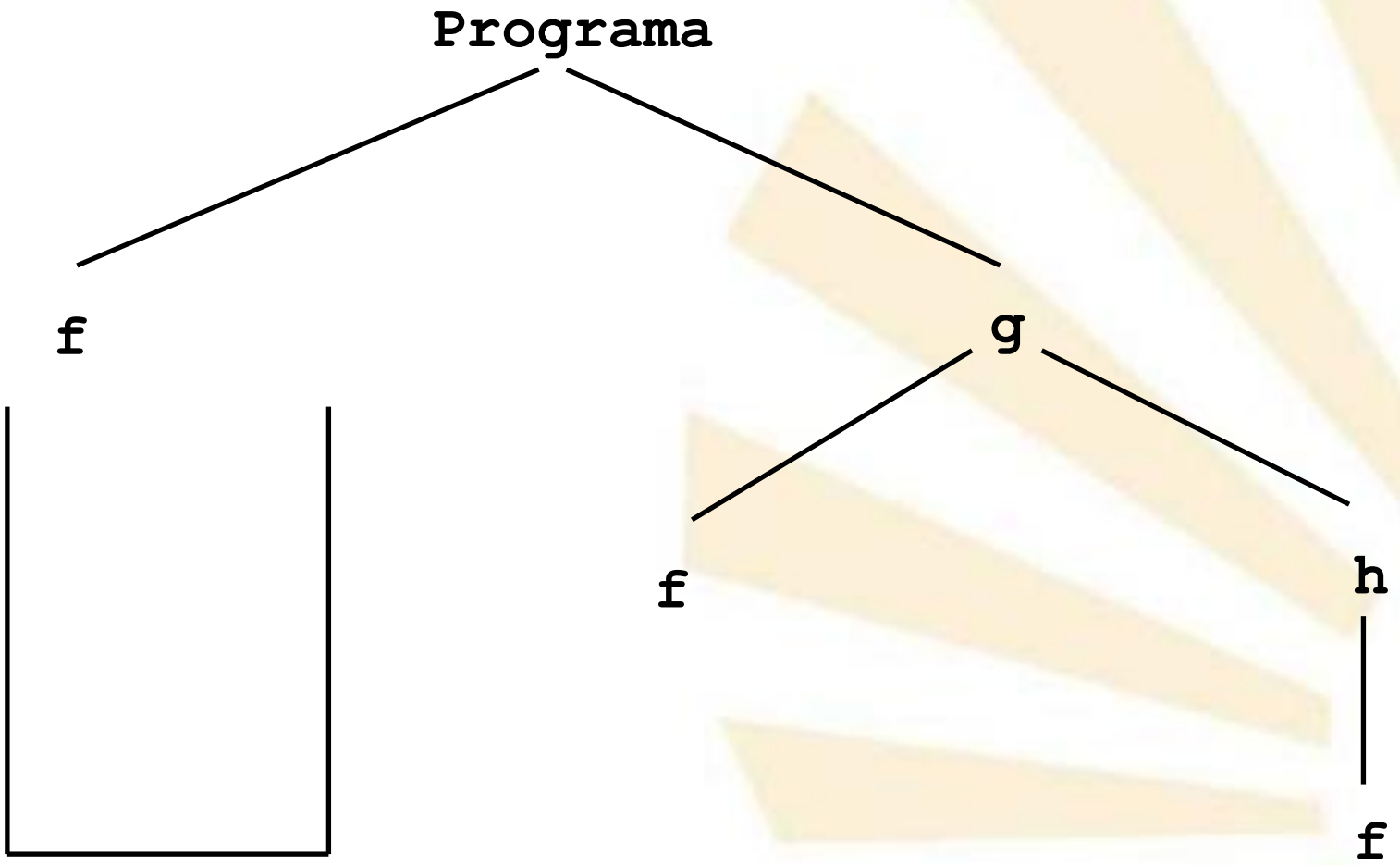
- **Comparación entre el ámbito léxico (o estático) y el dinámico**
  - **Ámbito dinámico**
    - **Reglas de la activación más cercana**
      - El **ámbito** de un procedimiento (*) **f** incluye al procedimiento **f**.
      - Si un identificador **no** local **x** es usado en la **activación** de **f** entonces la declaración de **x** debe ser encontrada en el procedimiento **activo más cercano g** con una declaración de x
      - **Observación** (*): procedimiento, función o bloque

2. Reseña Histórica de Scheme

- **Comparación entre el ámbito léxico (o estático) y el dinámico**
  - **Observación:**
    - El **Ámbito dinámico** permite que un **identificador** pueda estar asociado a **declaraciones diferentes** durante la ejecución del programa.

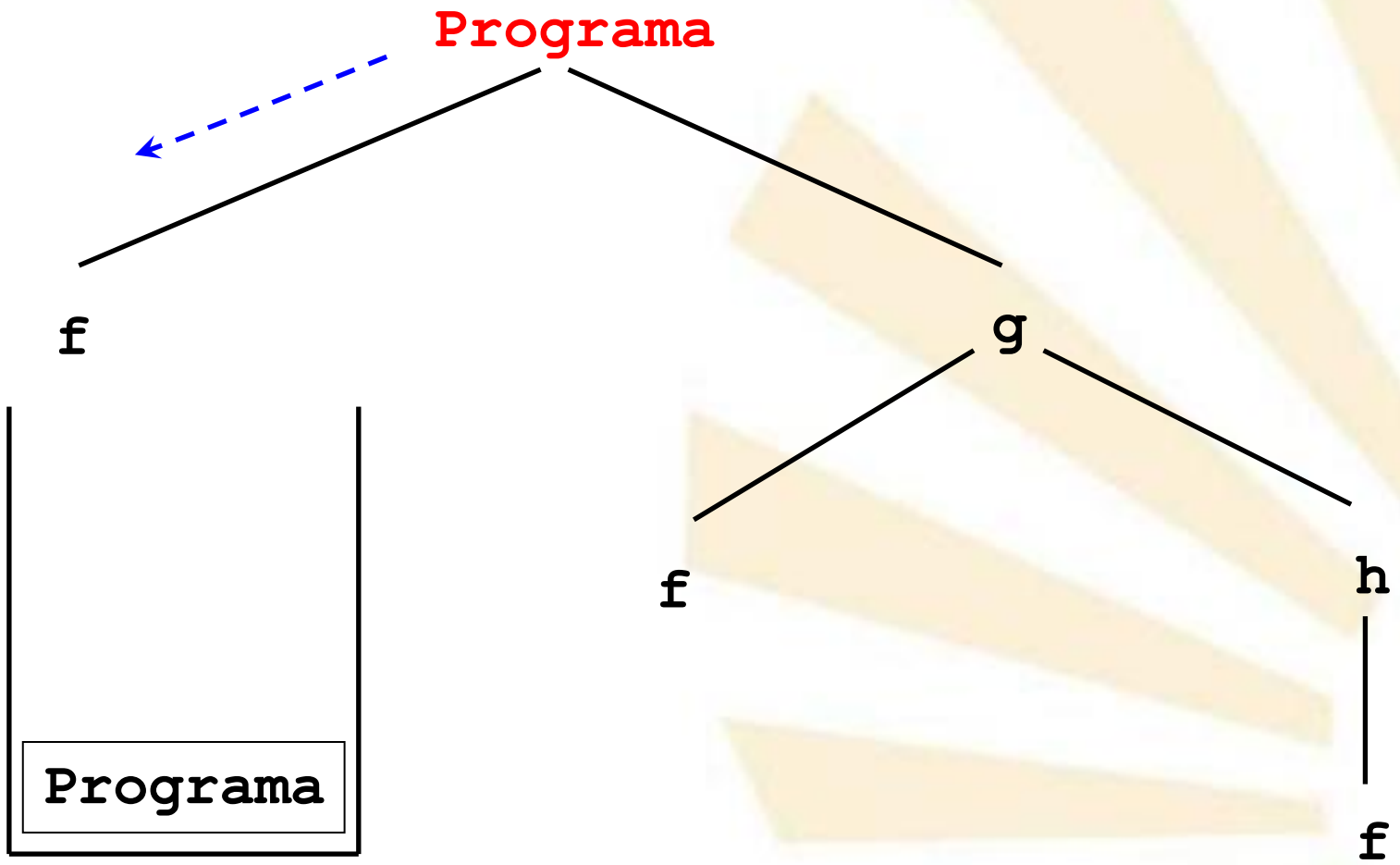
Ejemplo: Comparación entre los ámbitos léxico y dinámico

```
Programa
    Declaración de una variable x

    Declaración de procedimiento f
     Uso de x

    Declaración de procedimiento g
     Declaración de una variable x

     Declaración de procedimiento h
      Uso de x
      Llamada a f

      Llamada a f
      Llamada a h
      Si condición = verdadero
         entonces Llamada a g
         si no    Uso de x
      fin si
     Uso de x
     Llamada a f
     Llamada a g
```



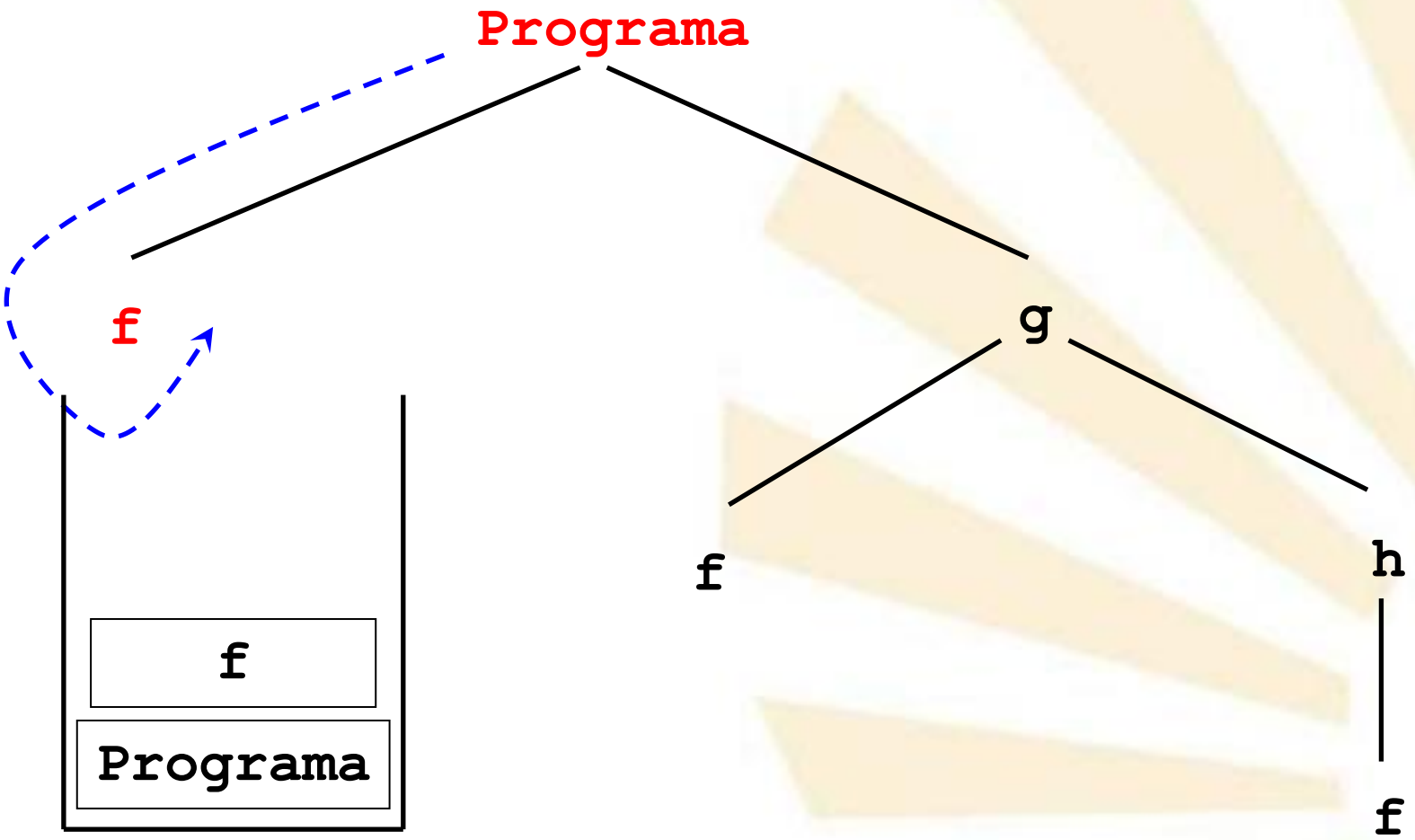
Pila de Activación

Árbol de Activación



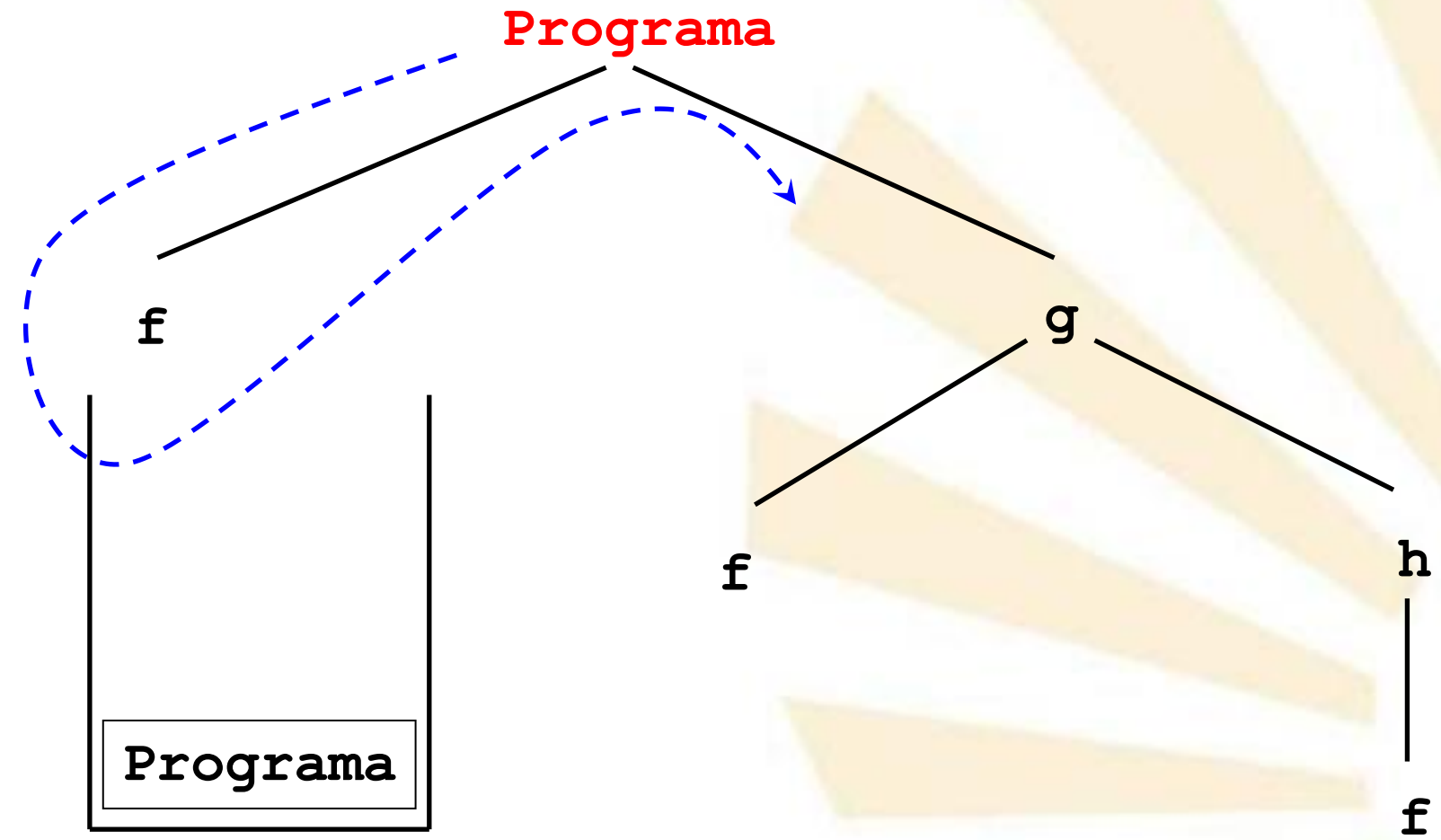
Pila de Activación

Árbol de Activación



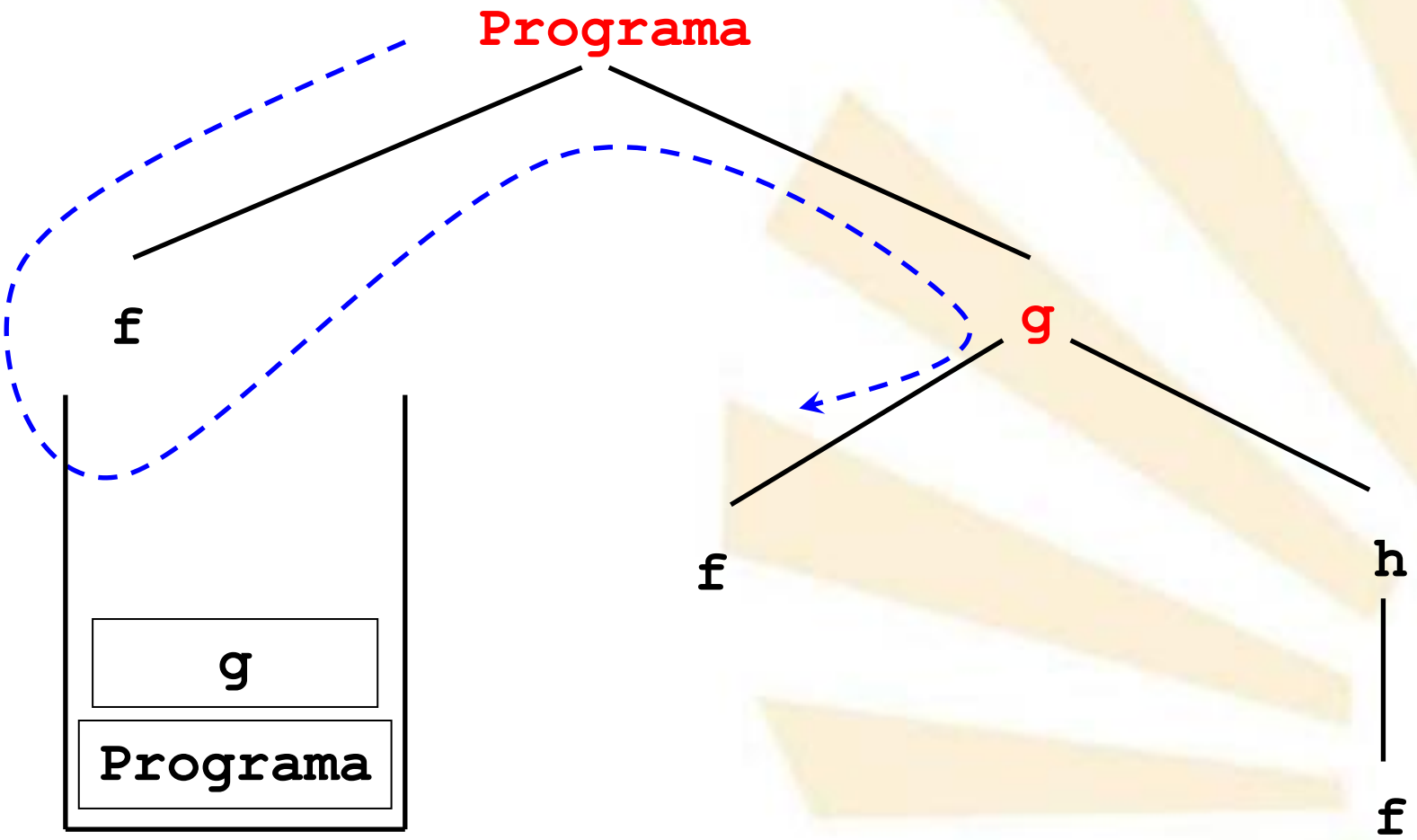
Pila de Activación

Árbol de Activación



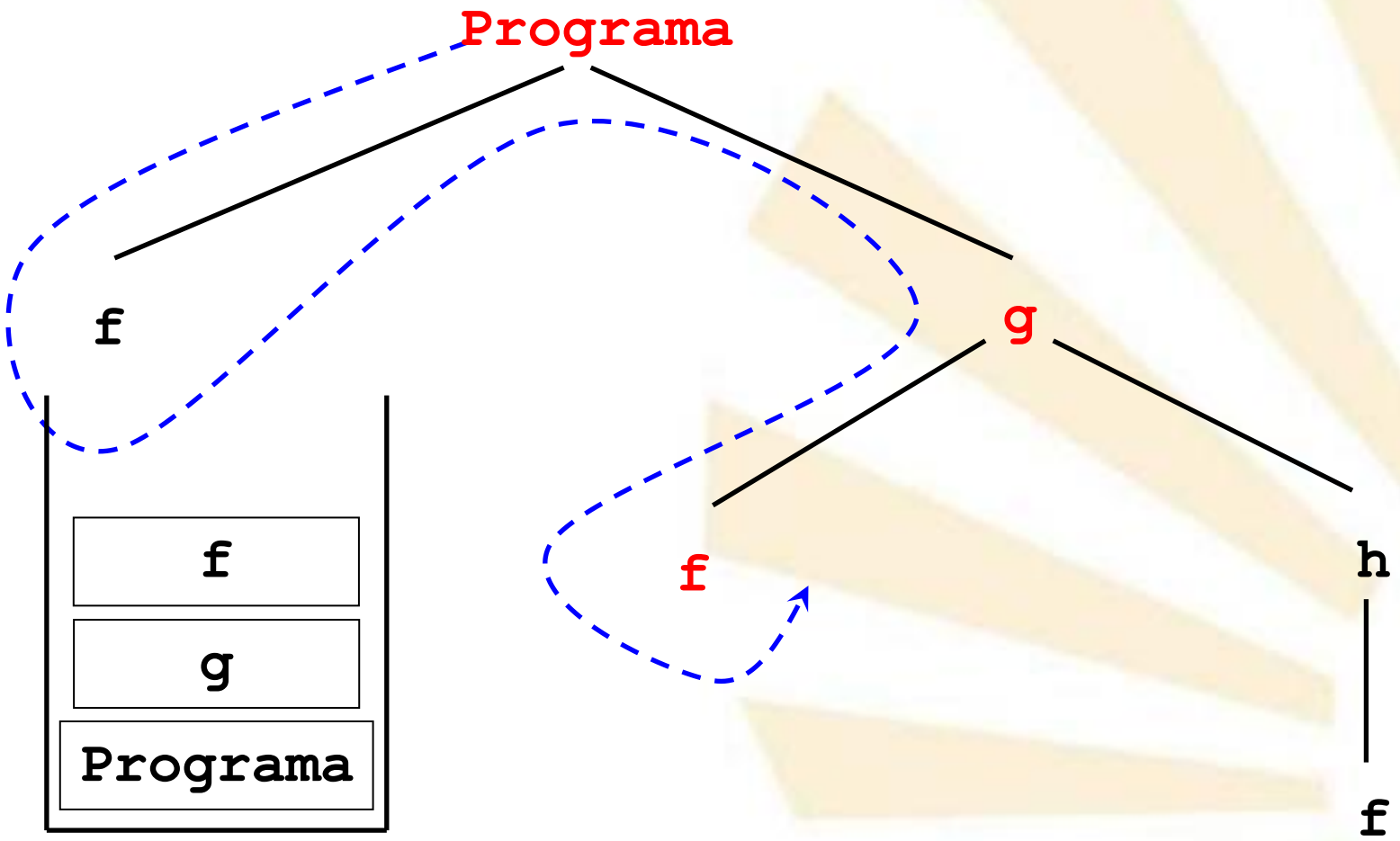
Pila de Activación

Árbol de Activación



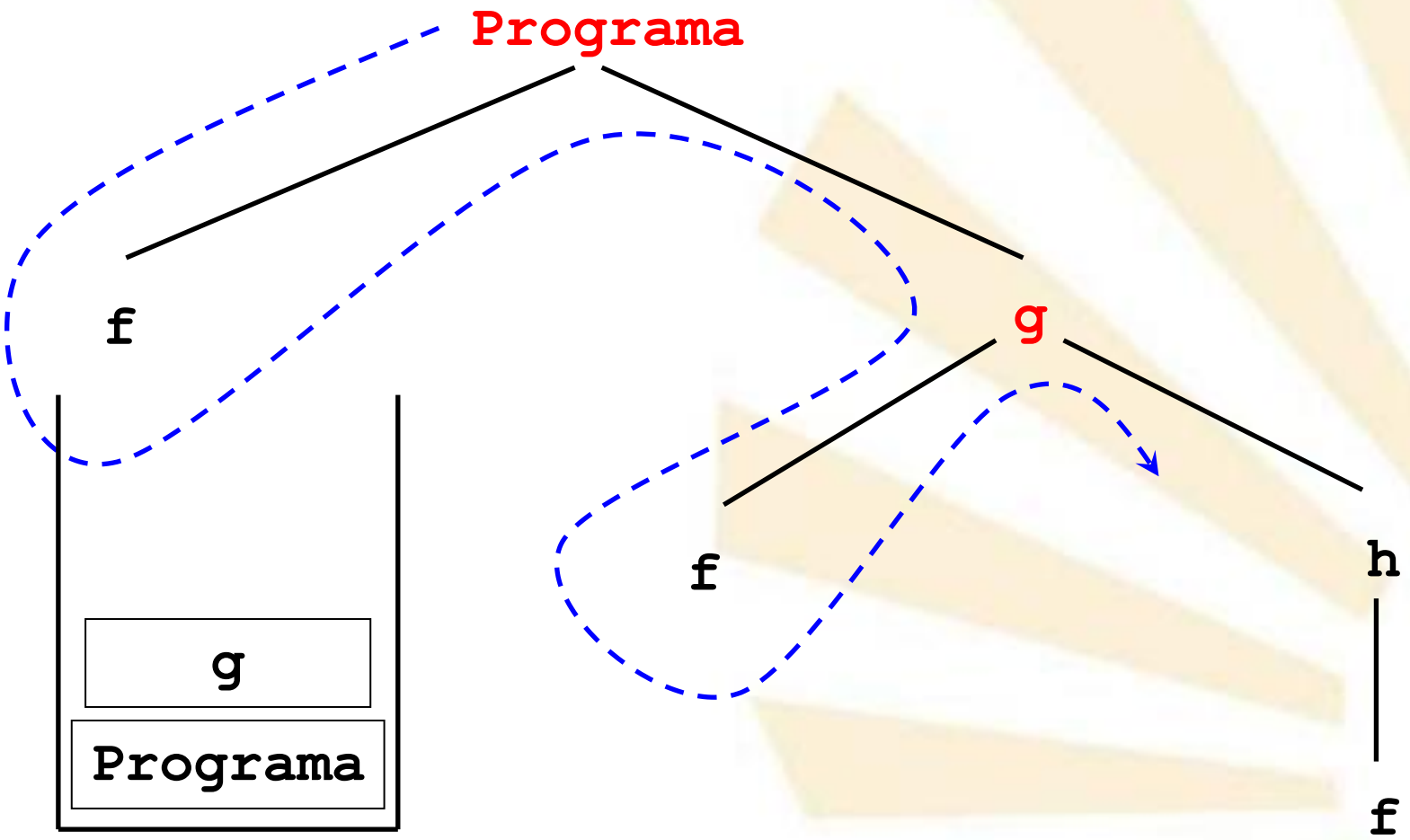
Pila de Activación

Árbol de Activación



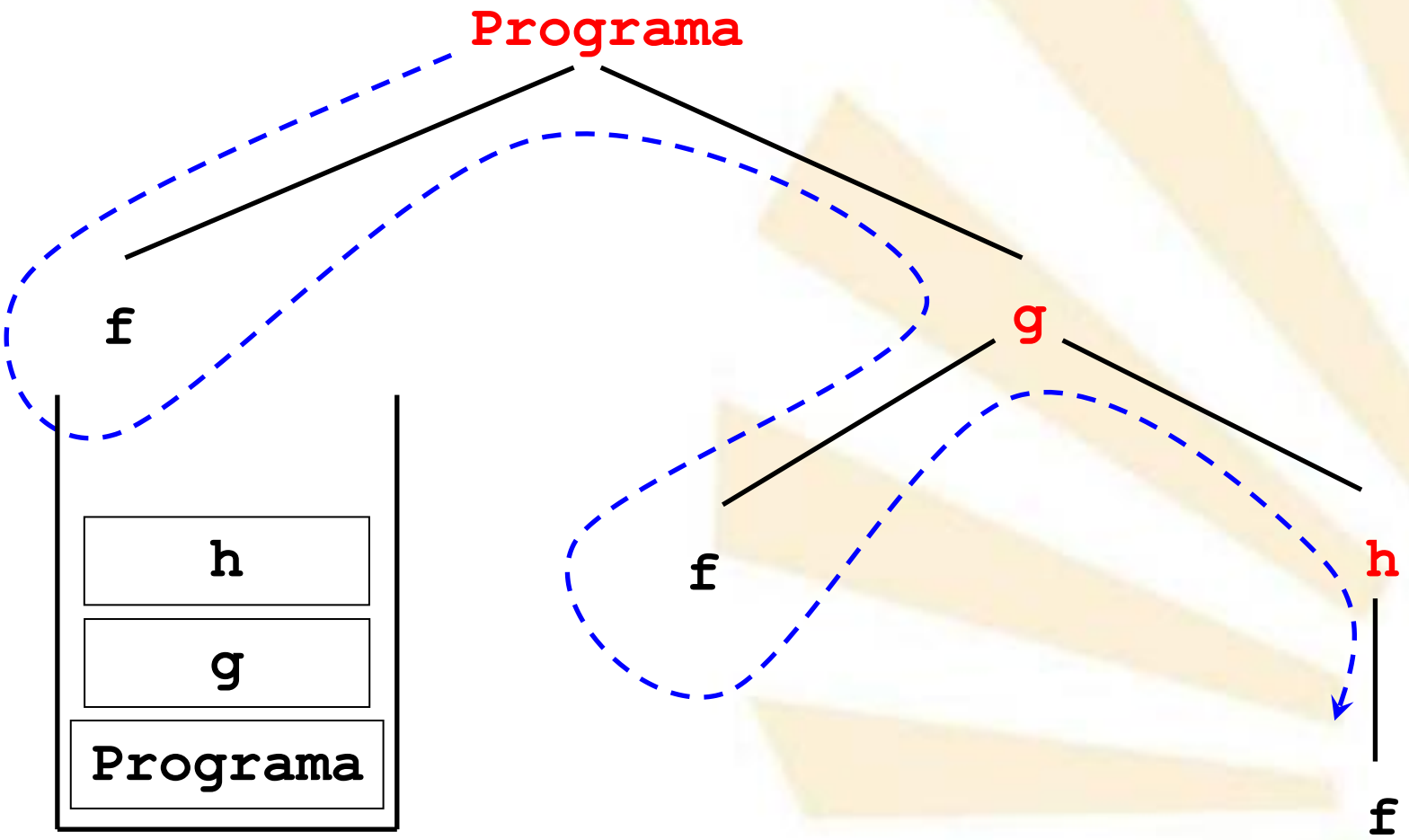
Pila de Activación

Árbol de Activación



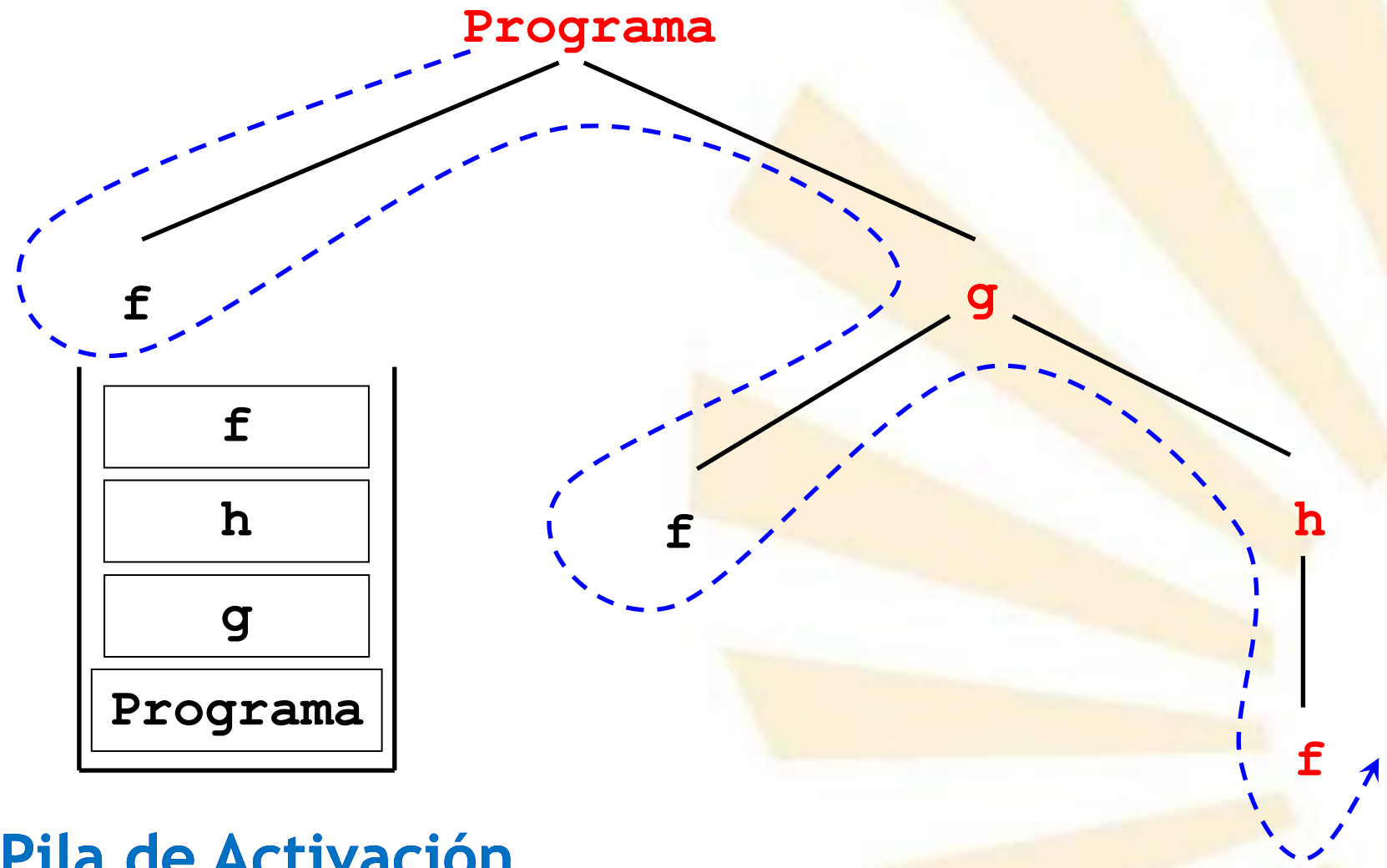
Pila de Activación

Árbol de Activación



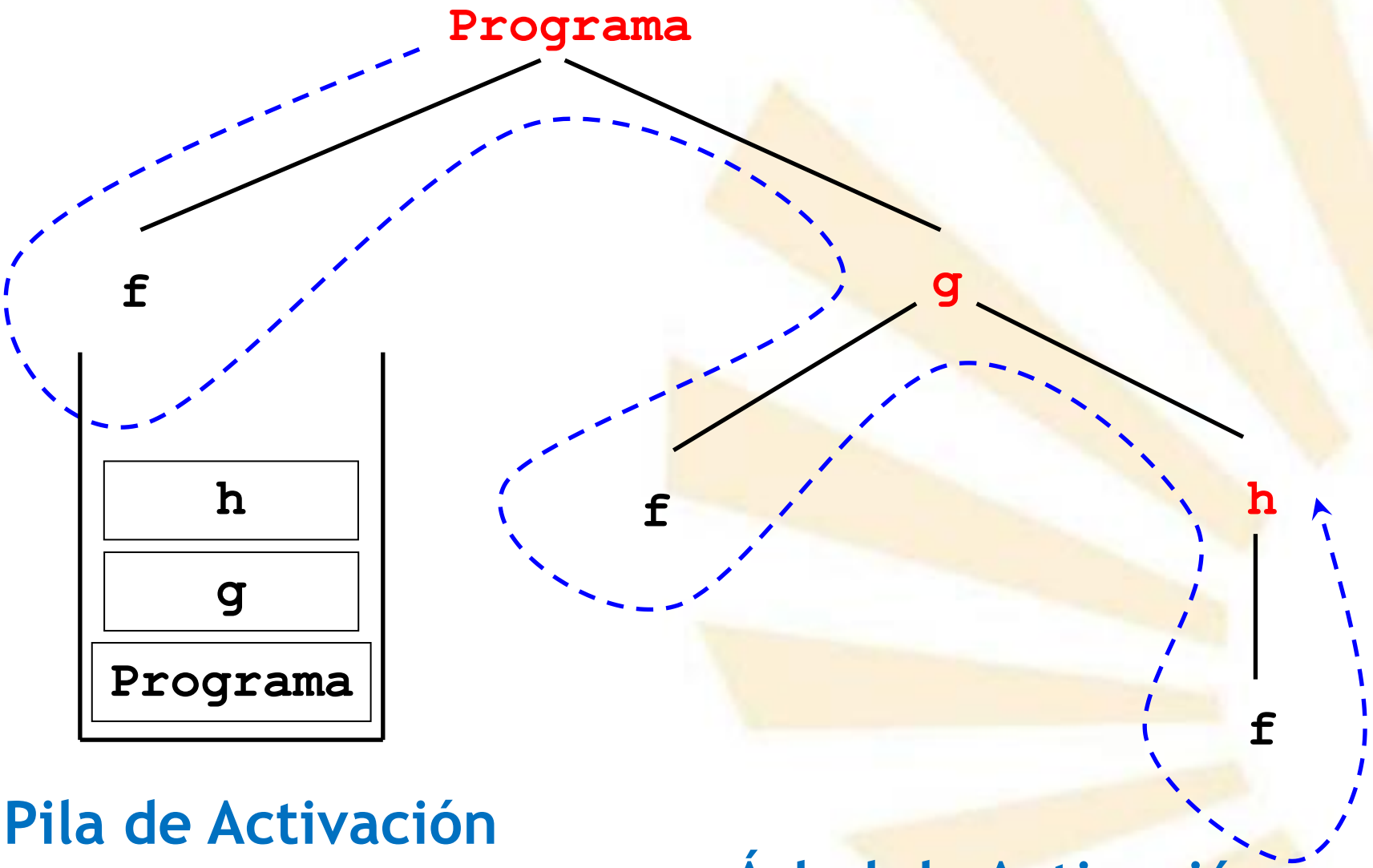
Pila de Activación

Árbol de Activación



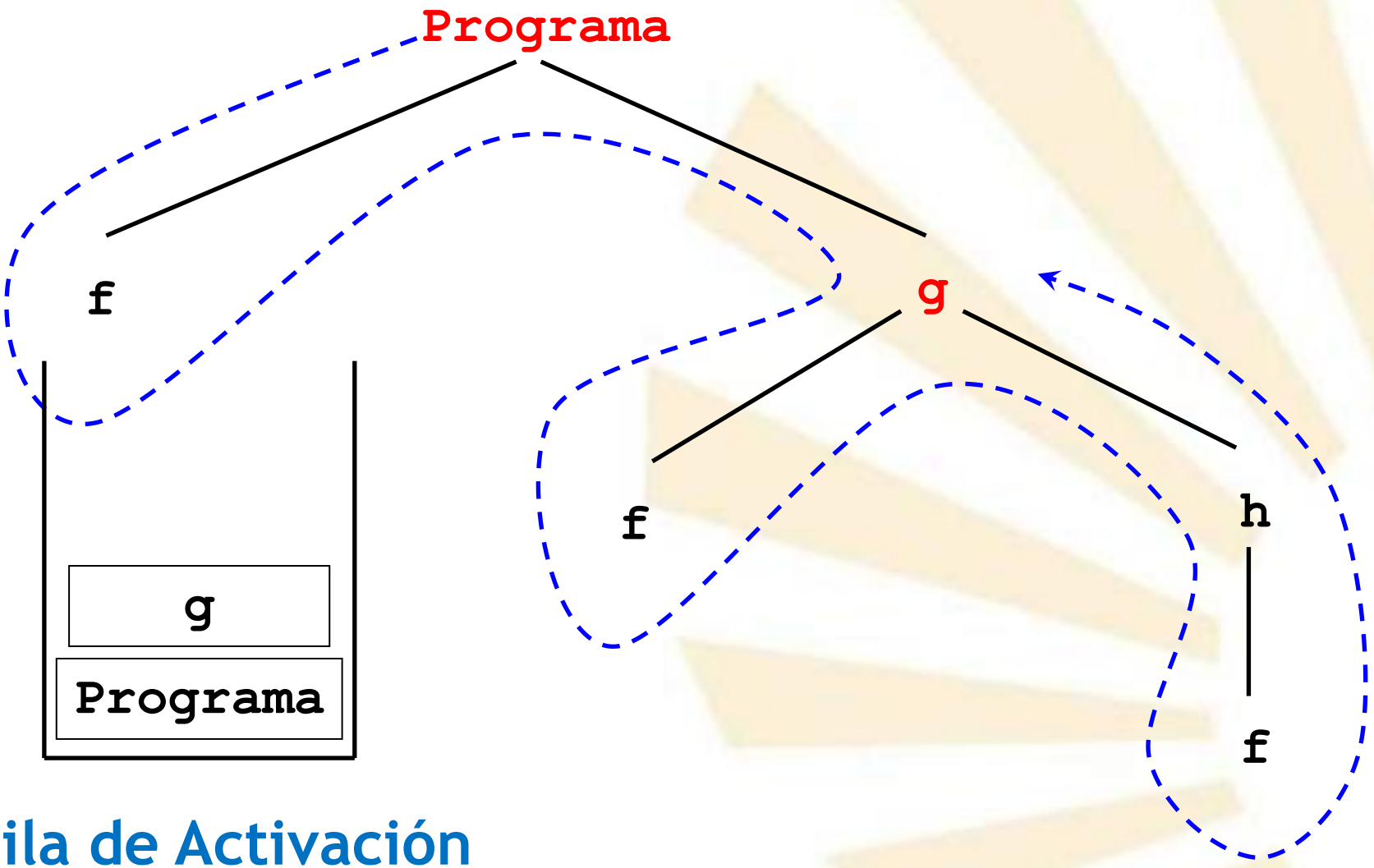
Pila de Activación

Árbol de Activación



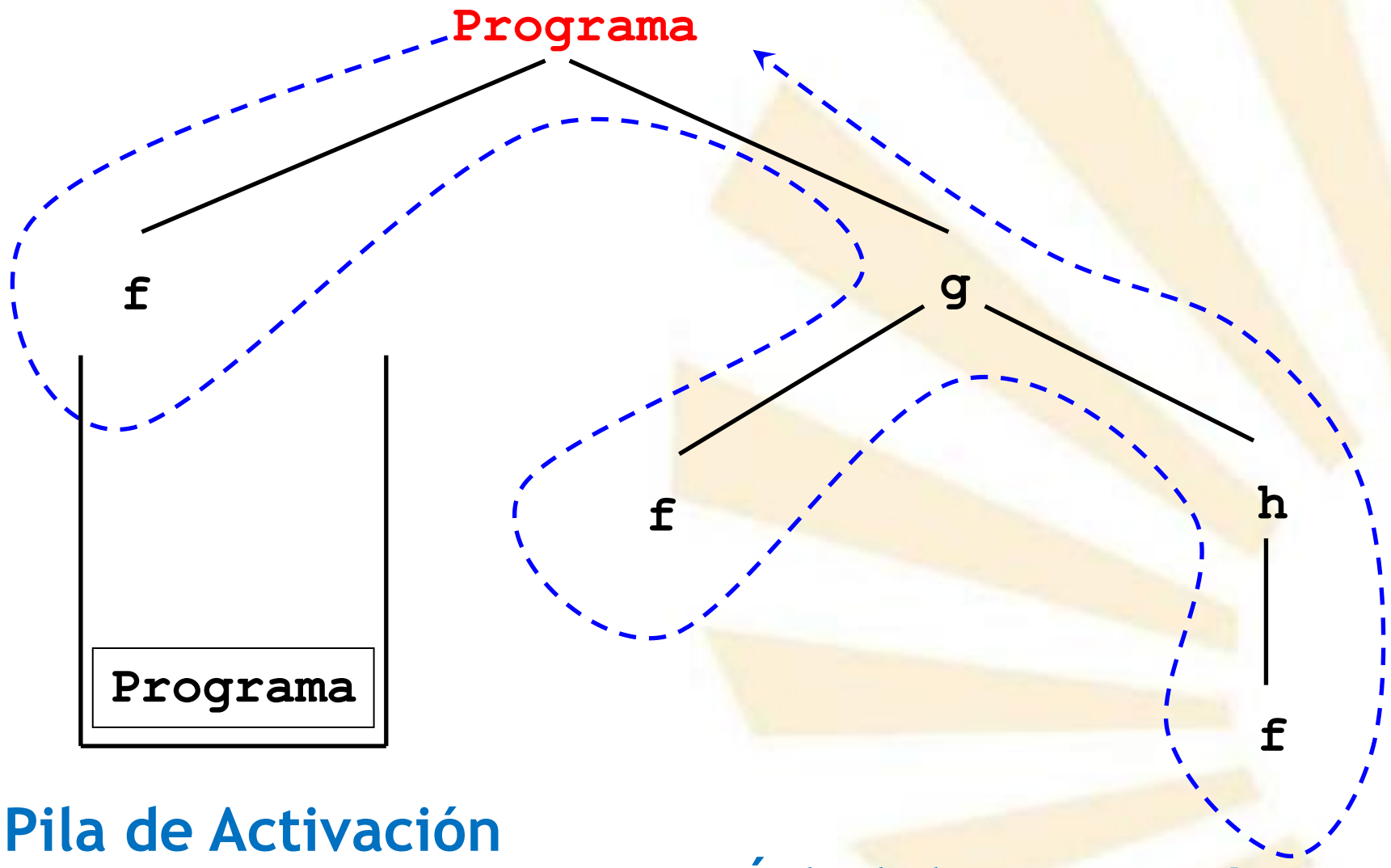
Pila de Activación

Árbol de Activación



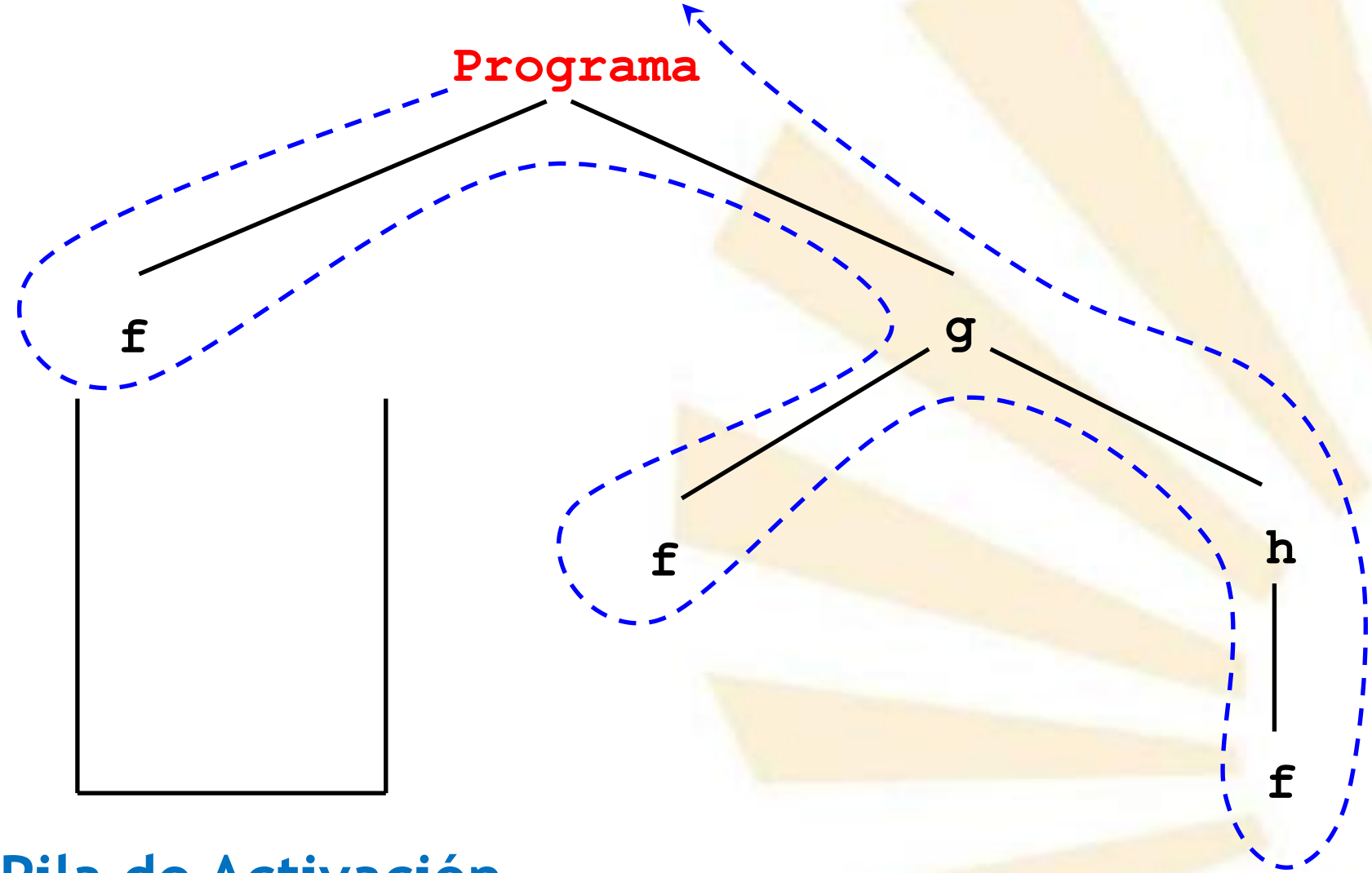
Pila de Activación

Árbol de Activación



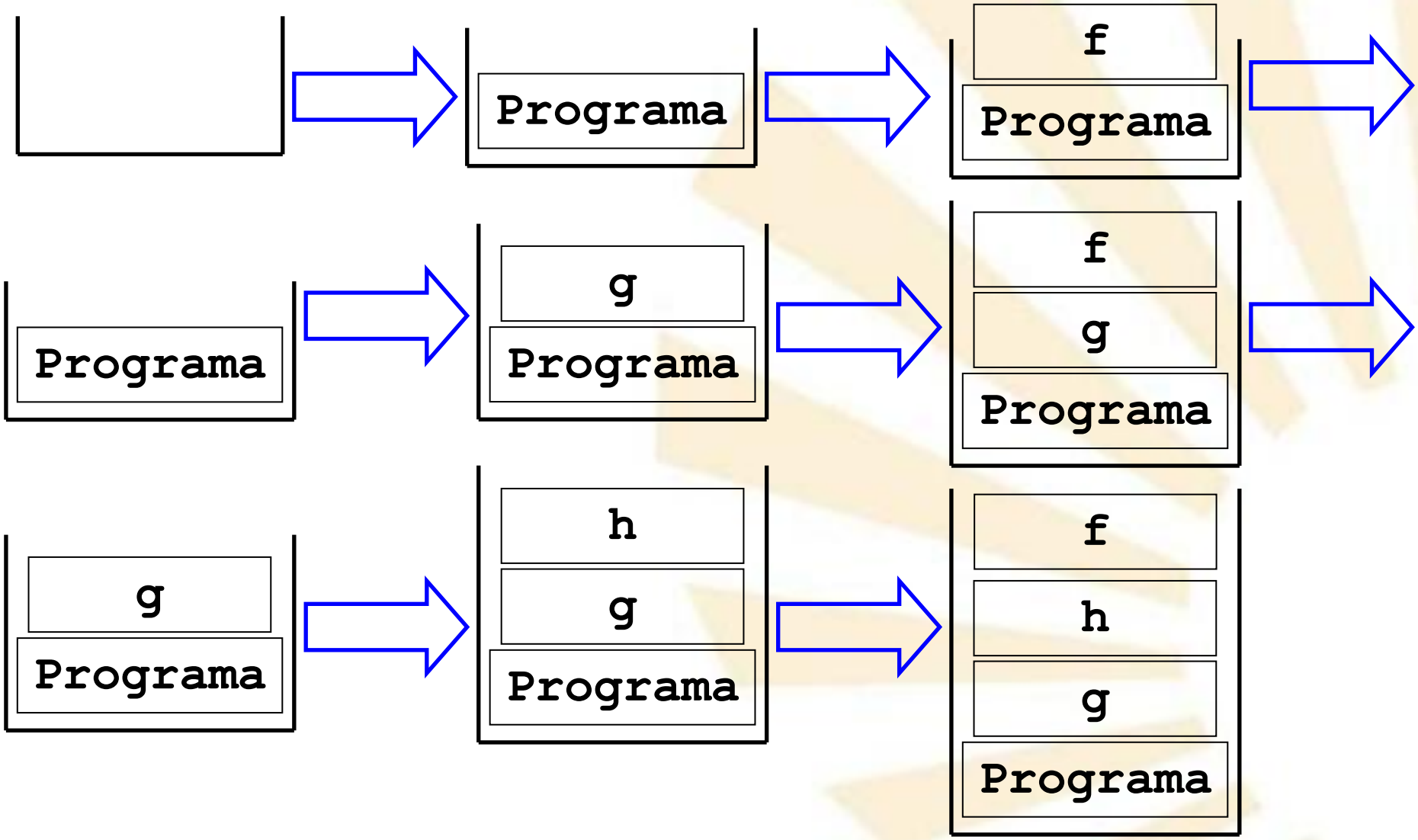
Pila de Activación

Árbol de Activación

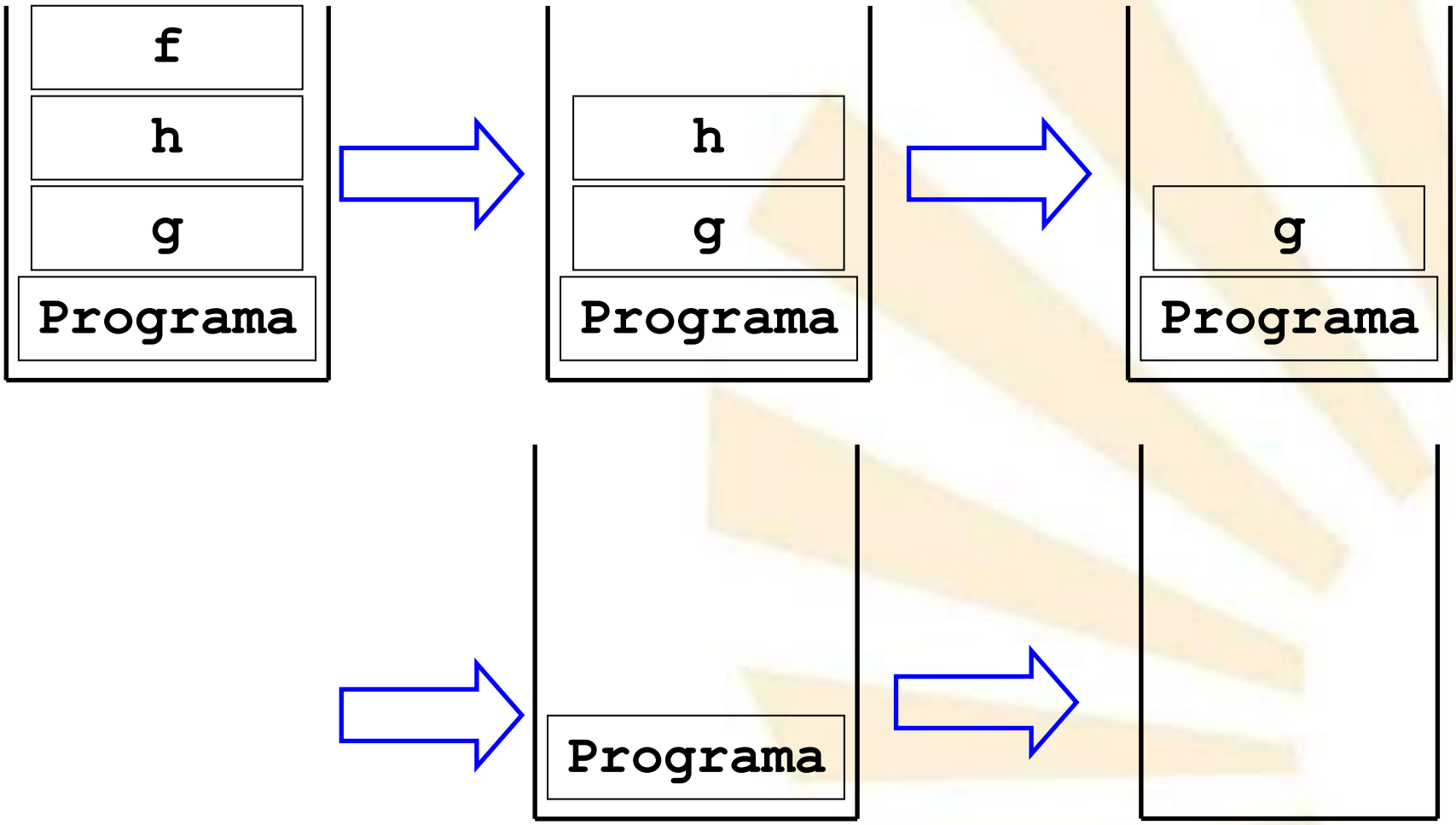


Pila de Activación

Árbol de Activación



Cambios en la Pila de Activación (1 / 2)

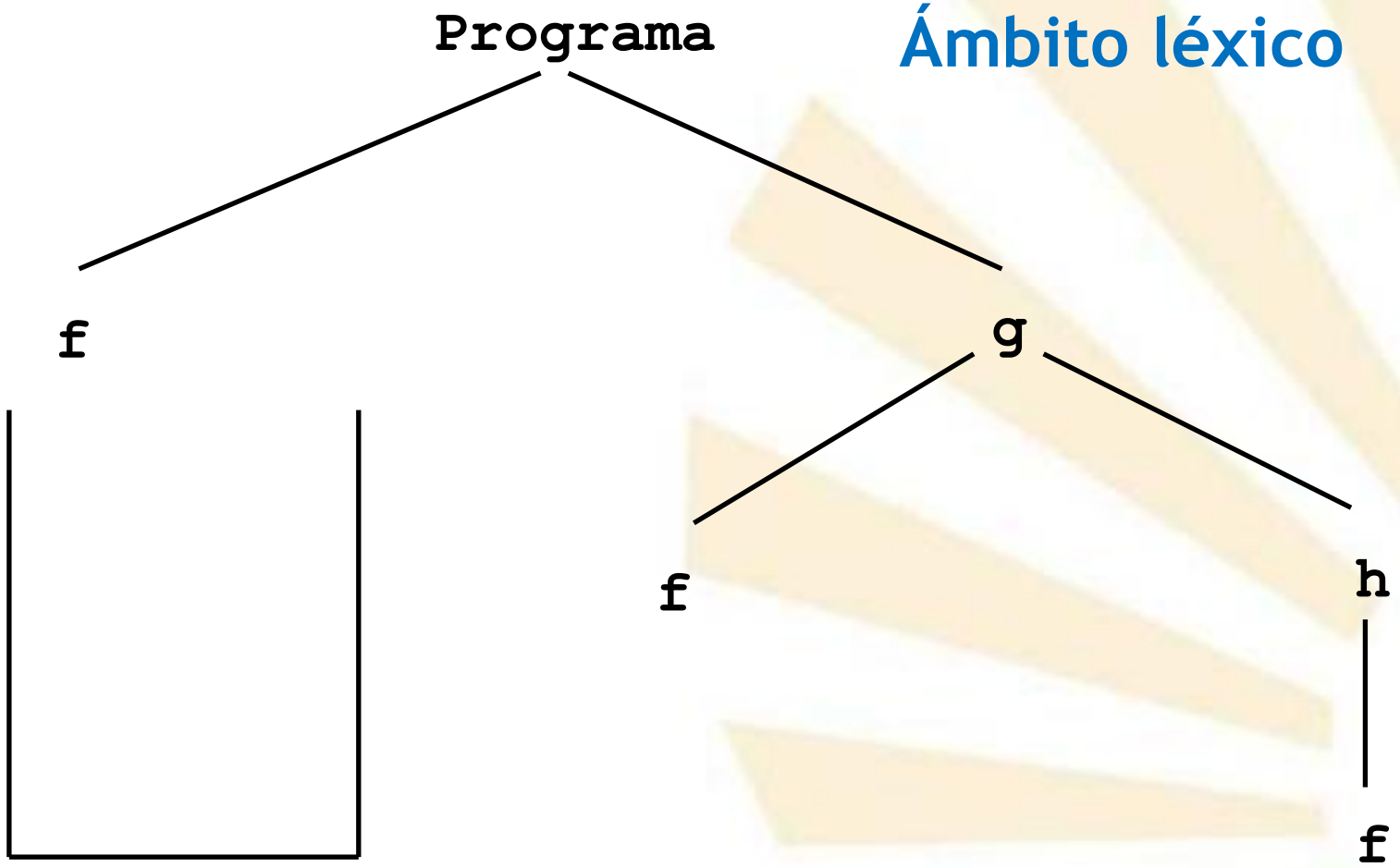


Cambios en la Pila de Activación (2 / 2)

Ejecución con ámbito léxico

```
Programa
    Declaración de una variable x   (x1)
    Declaración de procedimiento f
     Uso de x
    Declaración de procedimiento g
     Declaración de una variable x   (x2)
     Declaración de procedimiento h
      Uso de x
      Llamada a f
     Llamada a f
     Llamada a h
     Si condición = verdadero
        entonces Llamada a g
        si no    Uso de x
     fin si
    Uso de x
    Llamada a f
    Llamada a g
```

Ámbito léxico

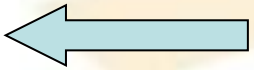


Pila de Activación

Árbol de Activación

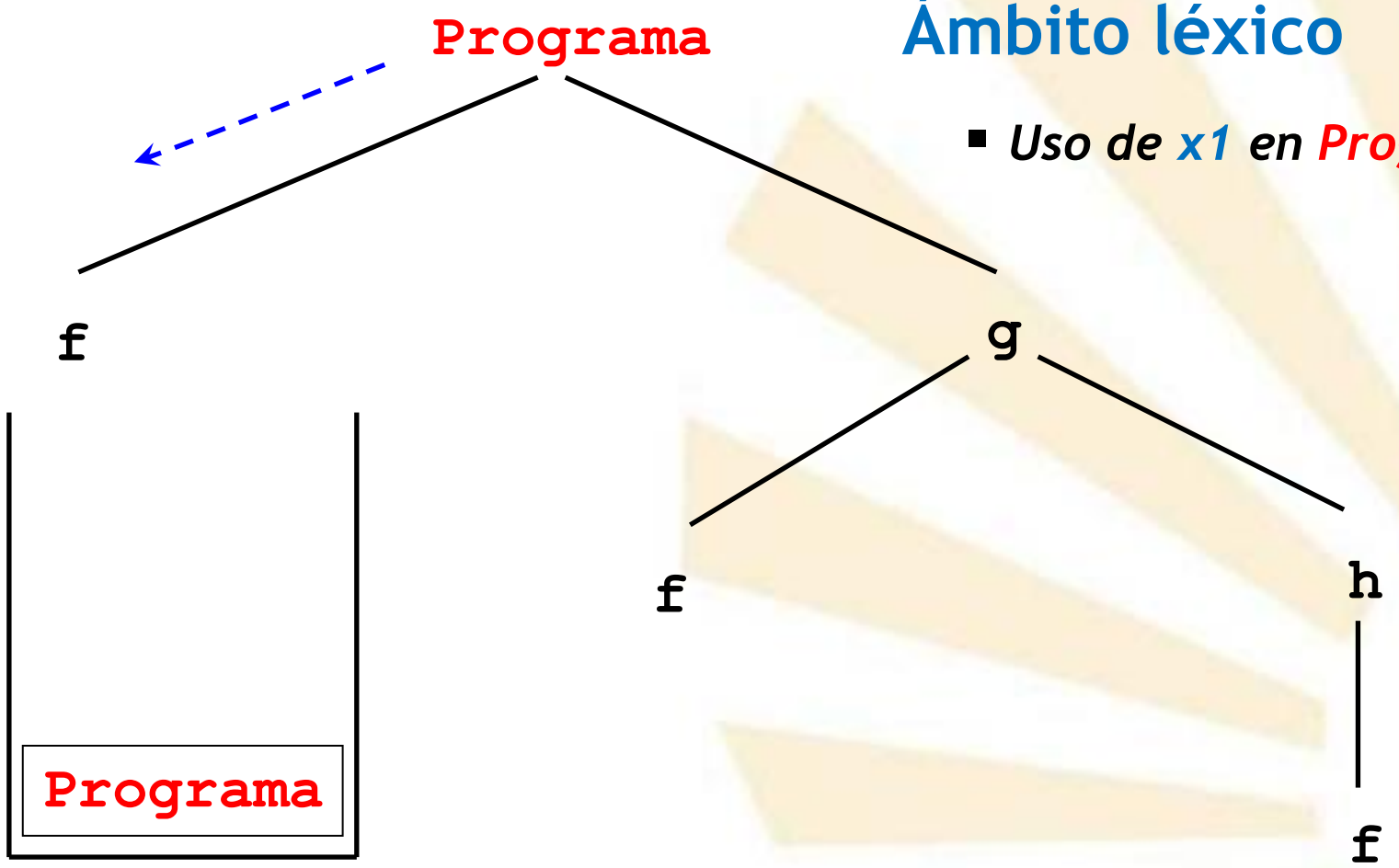
Ejecución con ámbito léxico

```
Programa
    Declaración de una variable x   (x1)
    Declaración de procedimiento f
     Uso de x
    Declaración de procedimiento g
     Declaración de una variable x   (x2)
     Declaración de procedimiento h
      Uso de x
      Llamada a f
     Llamada a f
     Llamada a h
     Si condición = verdadero
        entonces Llamada a g
        si no    Uso de x
     fin si
    Uso de x
    Llamada a f
    Llamada a g
```



Ámbito léxico

- *Uso de x1 en Programa*

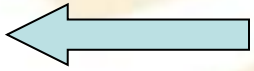


Pila de Activación

Árbol de Activación

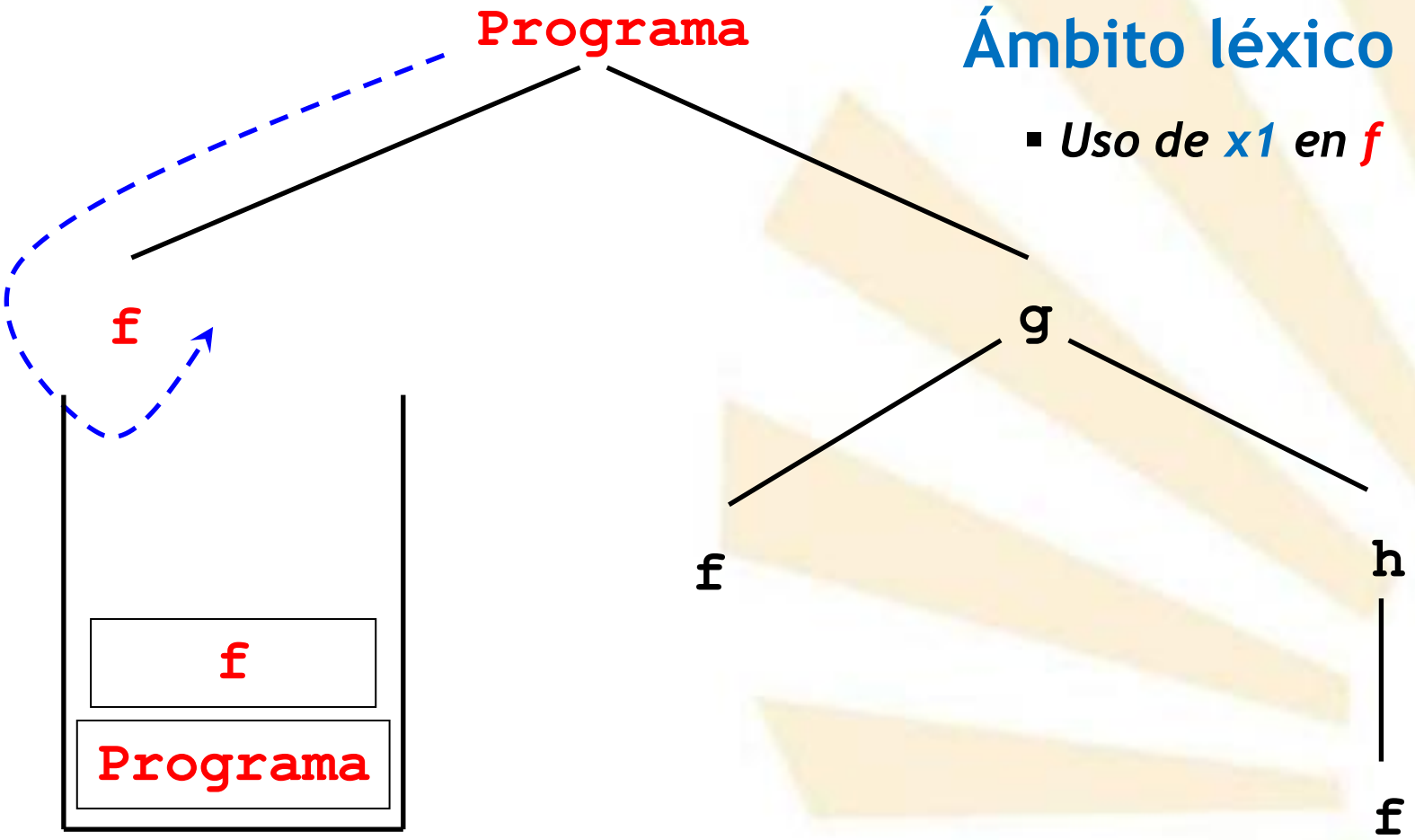
Ejecución con ámbito léxico

```
Programa
    Declaración de una variable x   (x1)
    Declaración de procedimiento f
     Uso de x
    Declaración de procedimiento g
     Declaración de una variable x   (x2)
     Declaración de procedimiento h
      Uso de x
      Llamada a f
     Llamada a f
     Llamada a h
     Si condición = verdadero
        entonces Llamada a g
        si no    Uso de x
     fin si
    Uso de x
    Llamada a f
    Llamada a g
```



Ejecución con ámbito léxico

```
Programa
    Declaración de una variable x   (x1)
    Declaración de procedimiento f
     Uso de x
    Declaración de procedimiento g
     Declaración de una variable x   (x2)
     Declaración de procedimiento h
      Uso de x
      Llamada a f
     Llamada a f
     Llamada a h
     Si condición = verdadero
        entonces Llamada a g
        si no    Uso de x
     fin si
    Uso de x
    Llamada a f
    Llamada a g
```

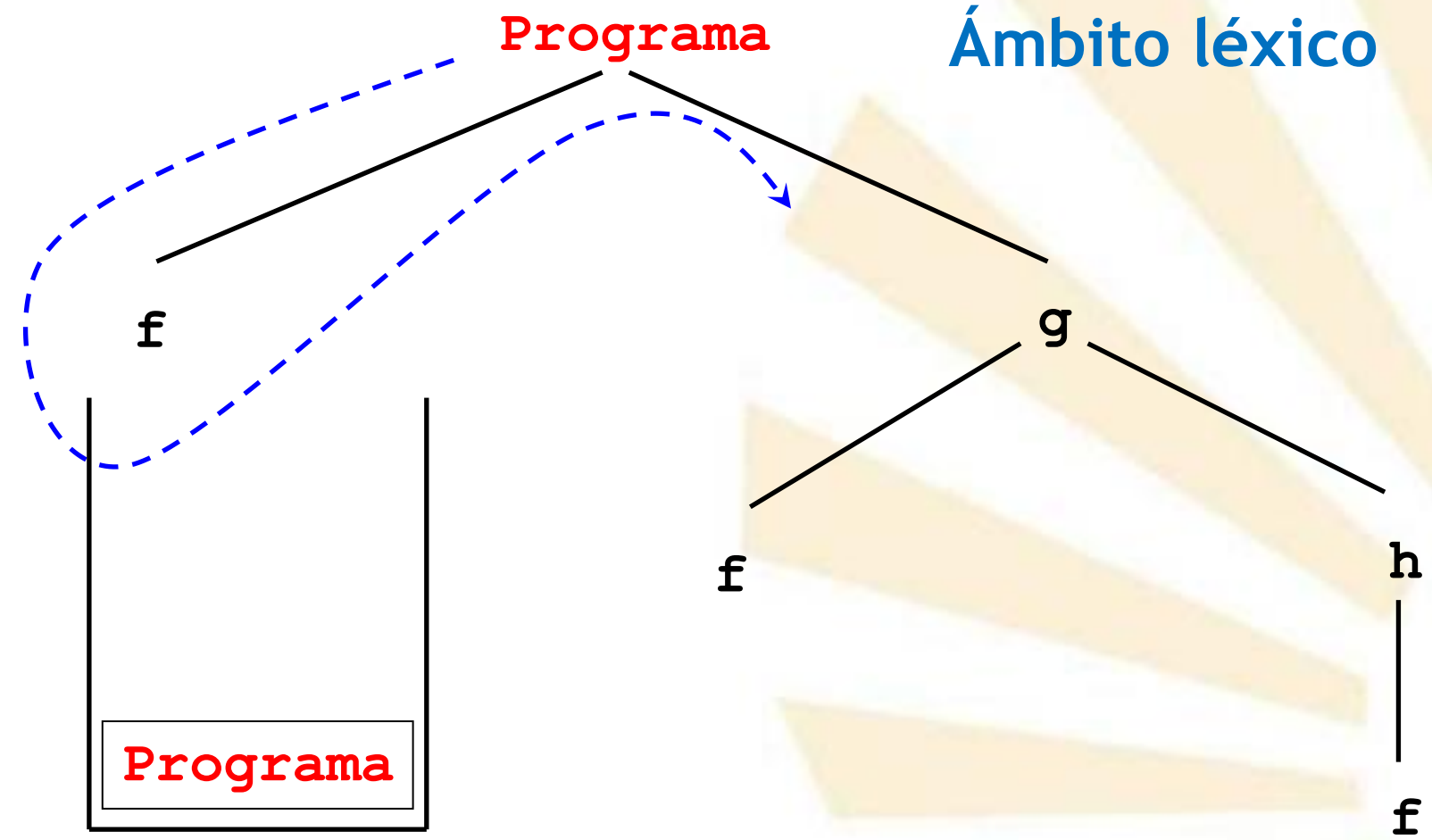


Ámbito léxico

- *Uso de x1 en f*

Pila de Activación

Árbol de Activación



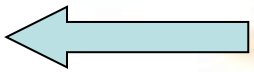
Pila de Activación

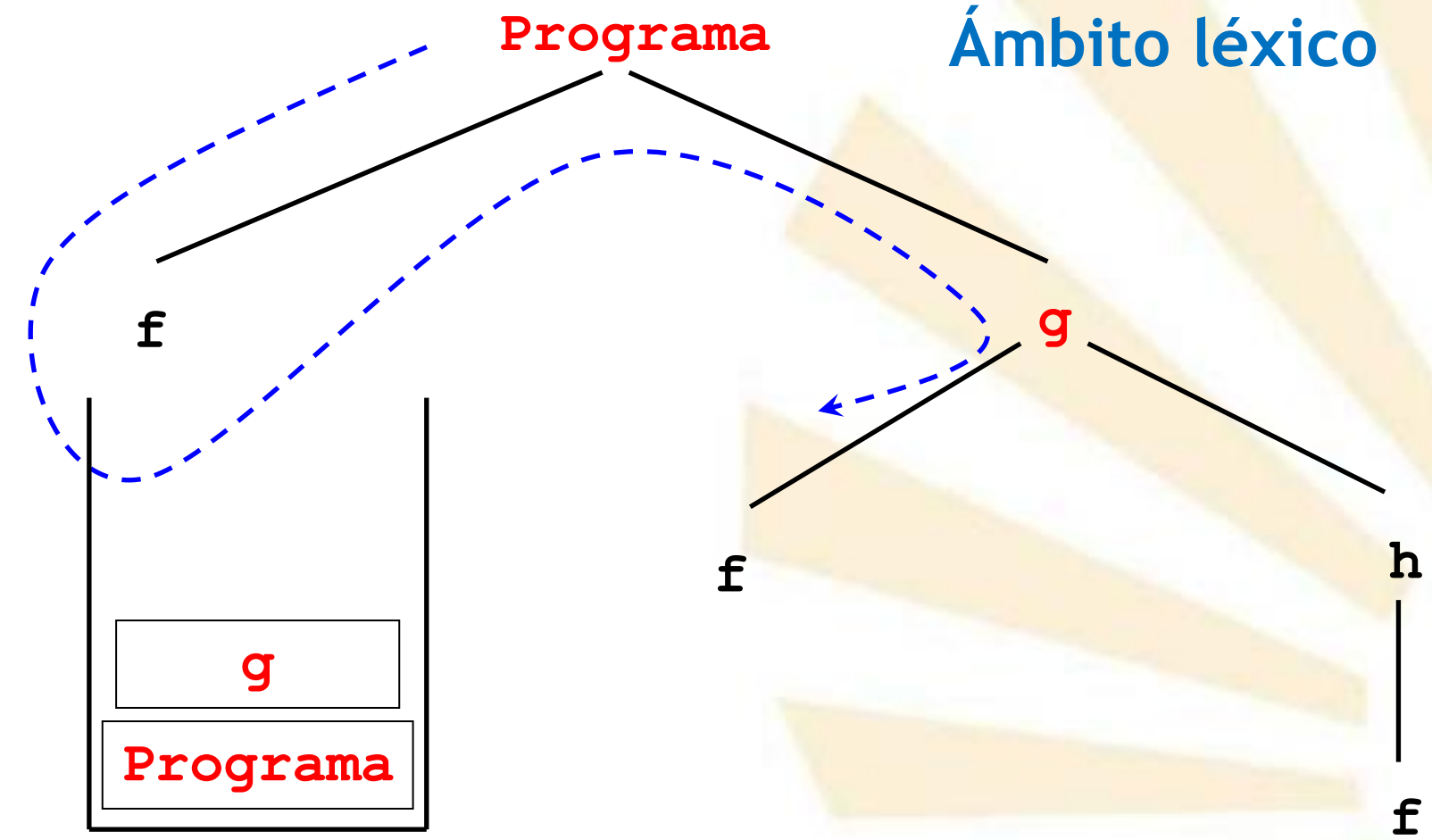
Ámbito léxico

Árbol de Activación

Ejecución con ámbito léxico

```
Programa
    Declaración de una variable x   (x1)
    Declaración de procedimiento f
     Uso de x
    Declaración de procedimiento g
     Declaración de una variable x   (x2)
     Declaración de procedimiento h
      Uso de x
      Llamada a f
     Llamada a f
     Llamada a h
     Si condición = verdadero
        entonces Llamada a g
        si no    Uso de x
     fin si
    Uso de x
    Llamada a f
    Llamada a g
```

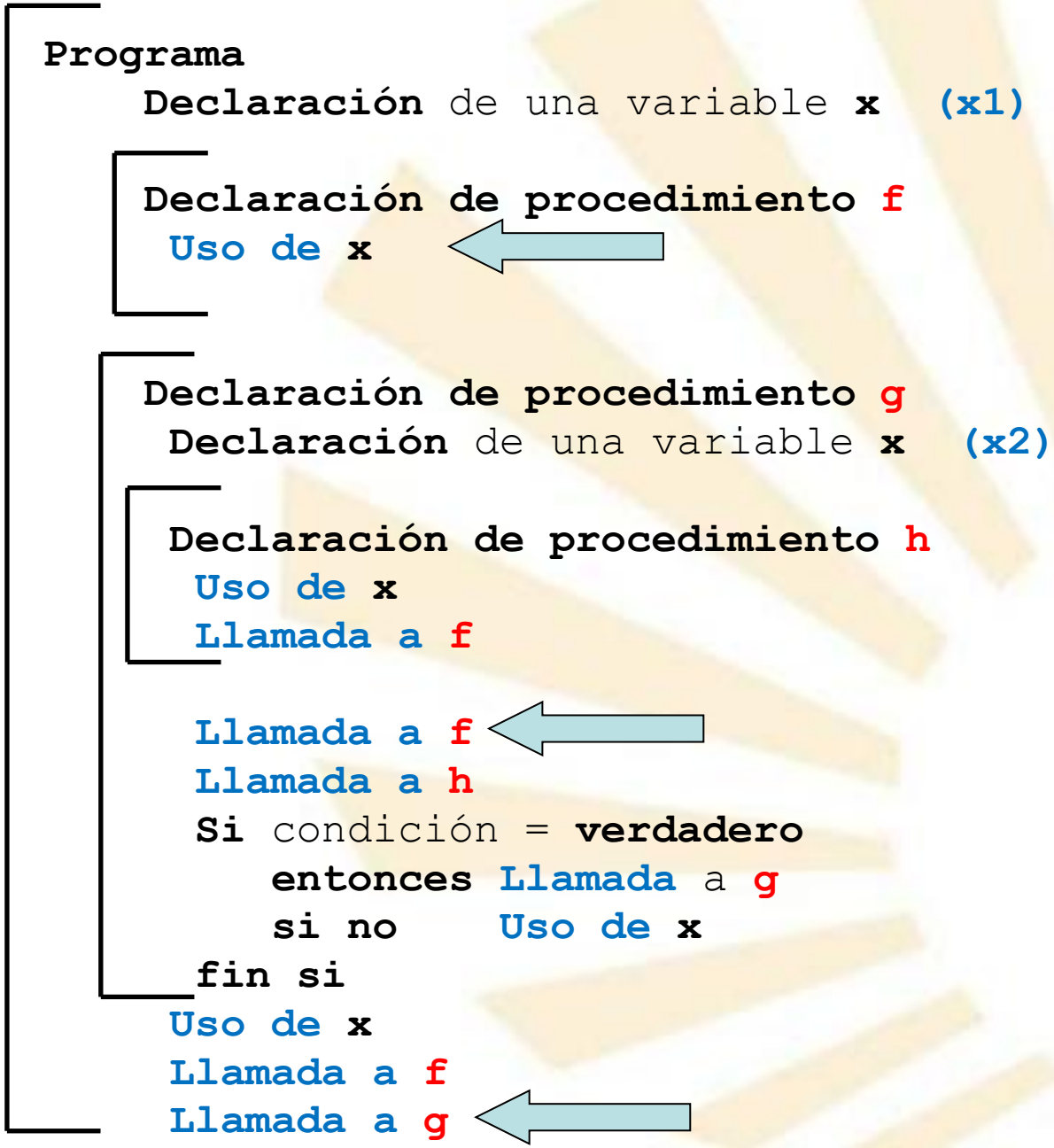


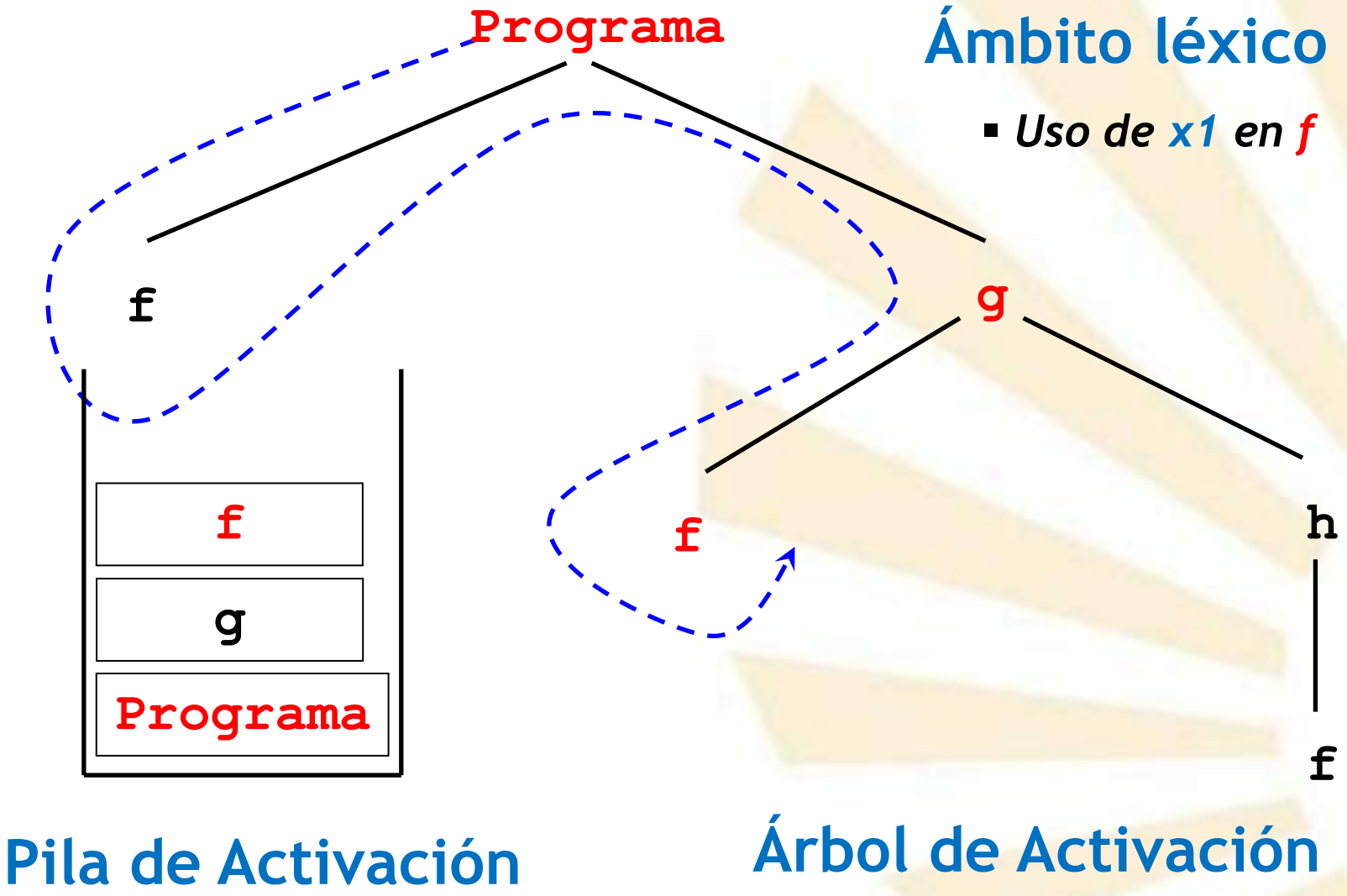

Programa
Ámbito léxico
f
g
f
h
f
g
Programa
Pila de Activación
Árbol de Activación

Ejecución con ámbito léxico

```
Programa
    Declaración de una variable x   (x1)
    Declaración de procedimiento f
     Uso de x
    Declaración de procedimiento g
     Declaración de una variable x   (x2)
     Declaración de procedimiento h
      Uso de x
      Llamada a f
      Llamada a f
      Llamada a h
      Si condición = verdadero
         entonces Llamada a g
         si no    Uso de x
      fin si
     Uso de x
     Llamada a f
     Llamada a g
```

Ejecución con ámbito léxico



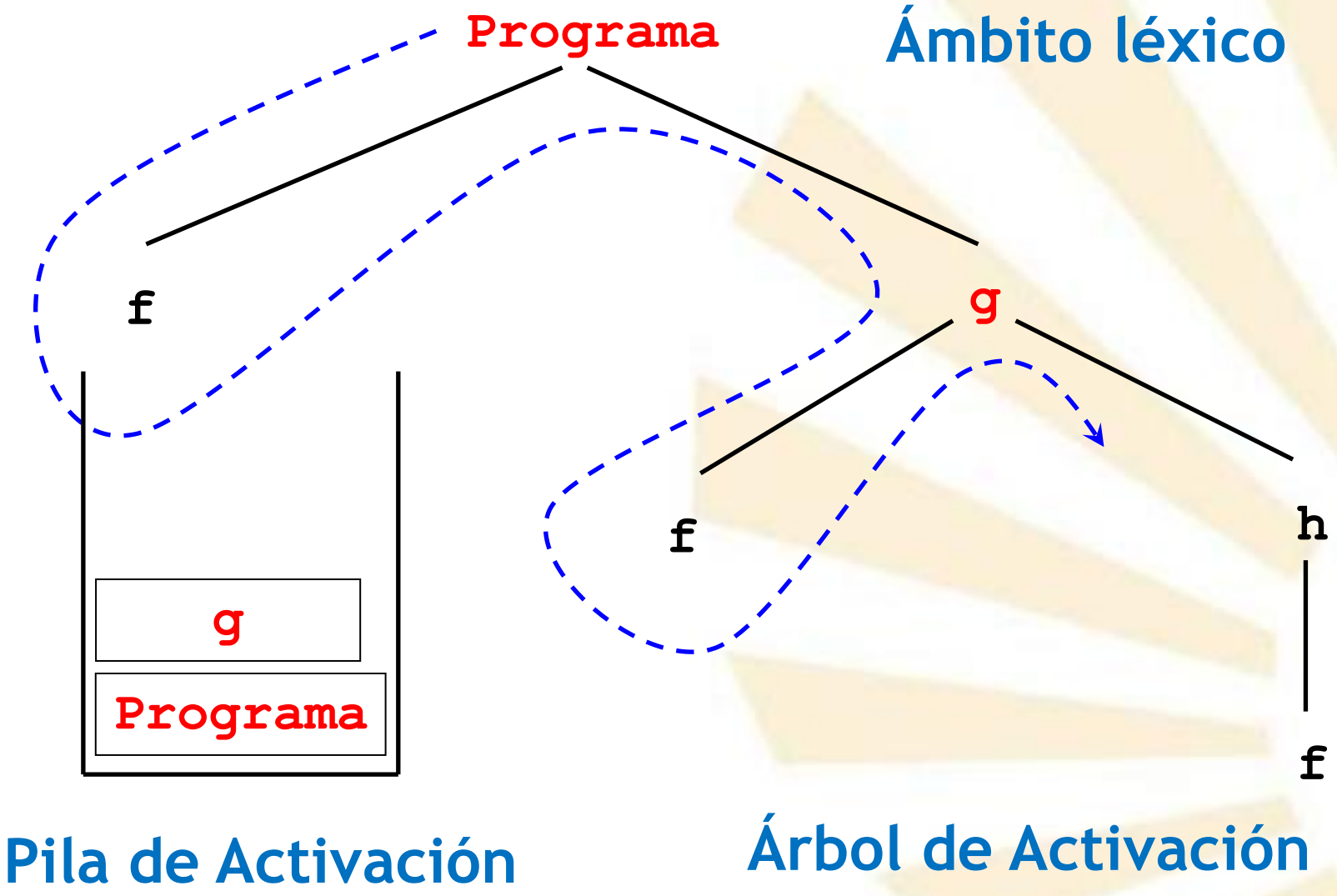


Ámbito léxico

- *Uso de x1 en f*

Pila de Activación

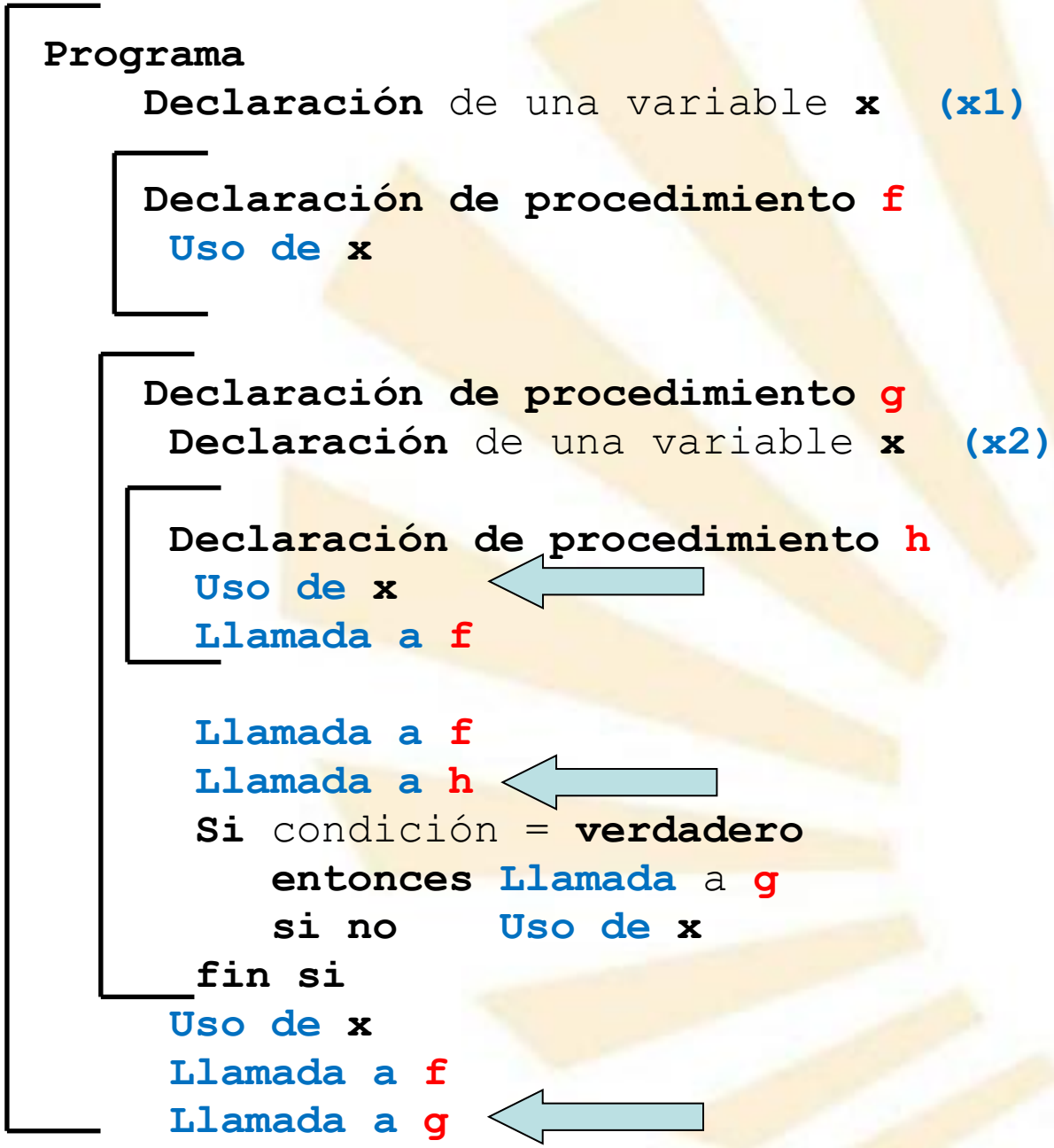
Árbol de Activación


Programa
Ámbito léxico
f
g
f
h
f
g
Programa
Pila de Activación
Árbol de Activación

Ejecución con ámbito léxico

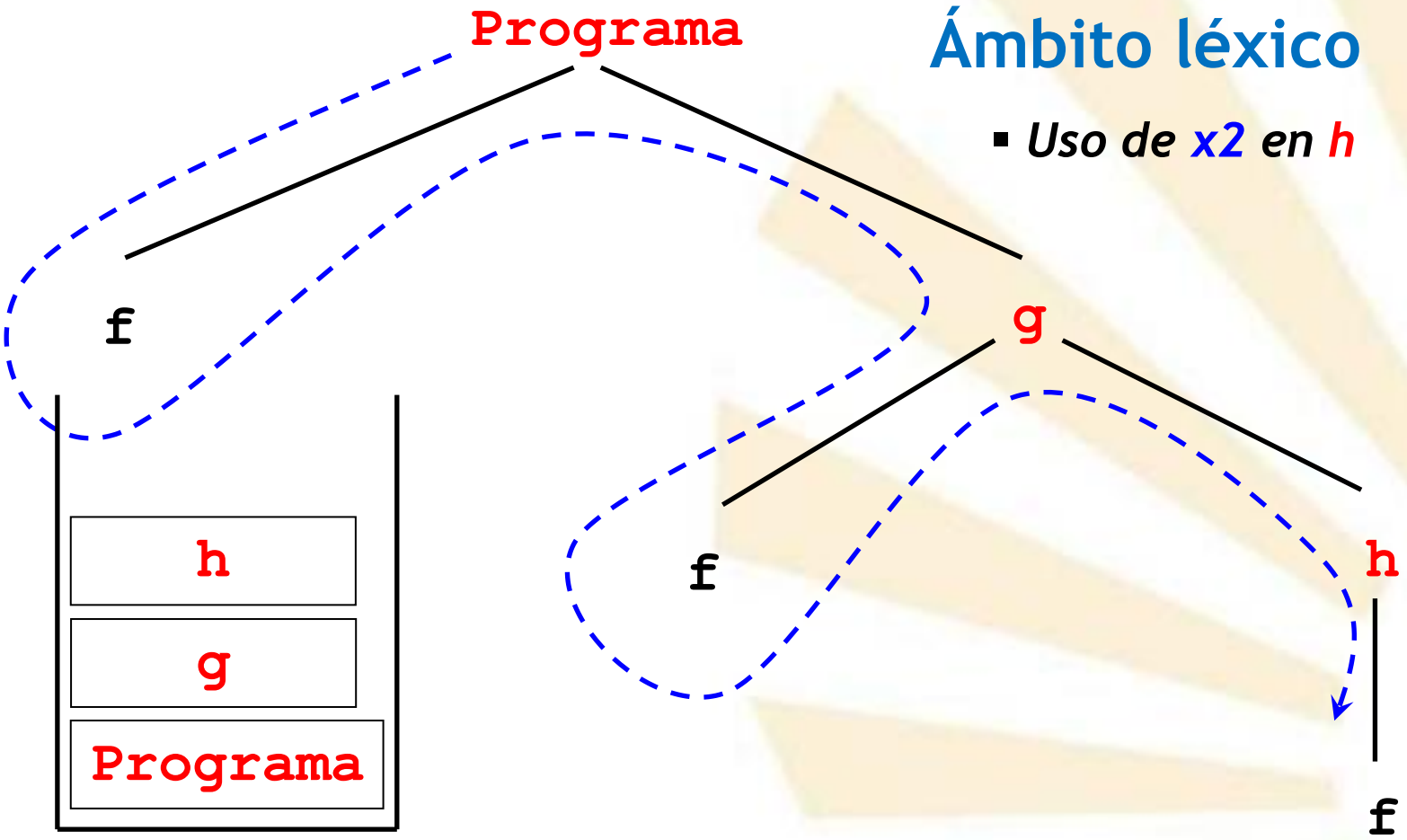
```
Programa
    Declaración de una variable x   (x1)
    Declaración de procedimiento f
     Uso de x
    Declaración de procedimiento g
     Declaración de una variable x   (x2)
     Declaración de procedimiento h
      Uso de x
      Llamada a f
     Llamada a f
     Llamada a h
     Si condición = verdadero
        entonces Llamada a g
        si no    Uso de x
     fin si
    Uso de x
    Llamada a f
    Llamada a g
```

Ejecución con ámbito léxico



Ámbito léxico

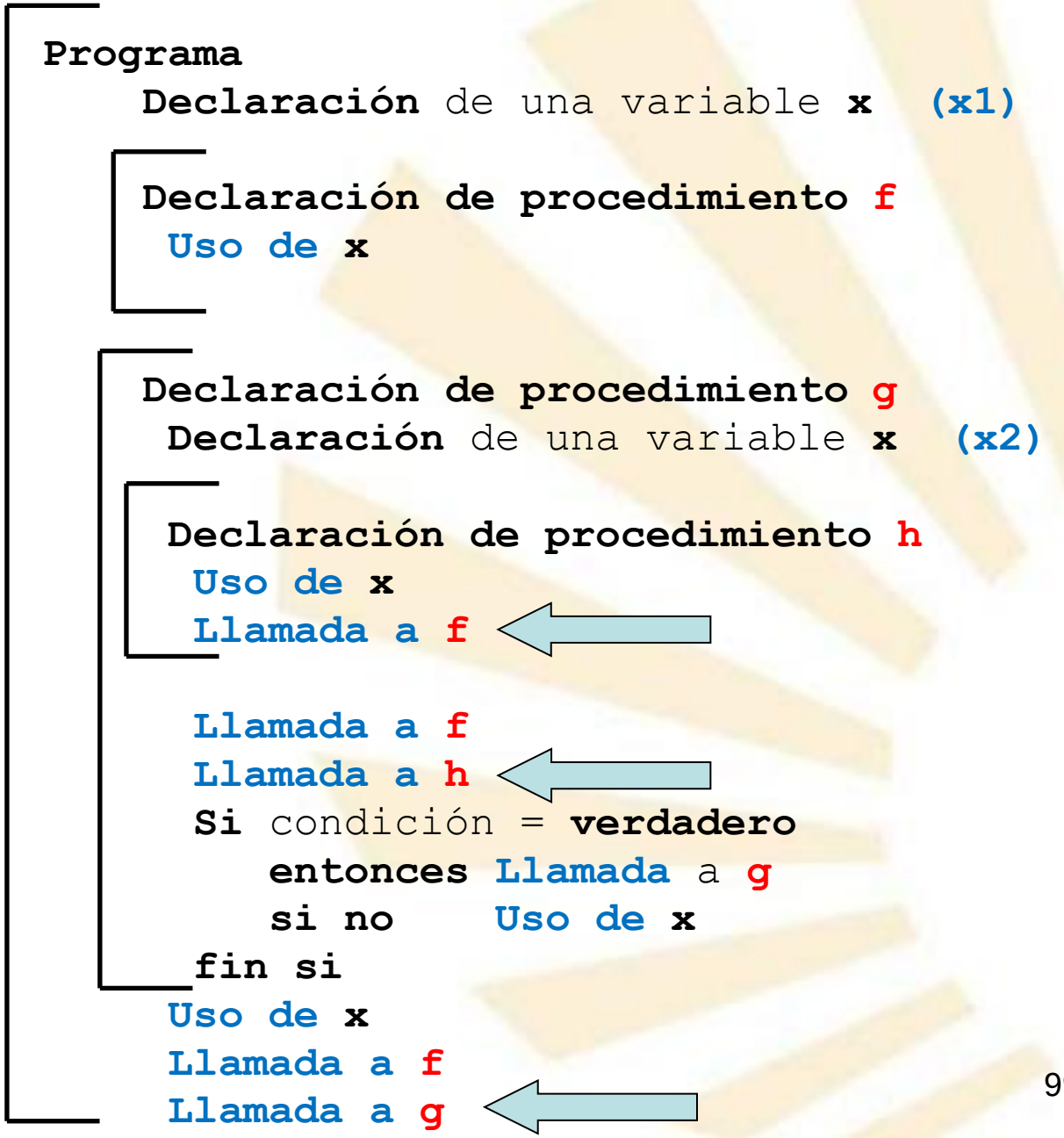
- *Uso de x2 en h*



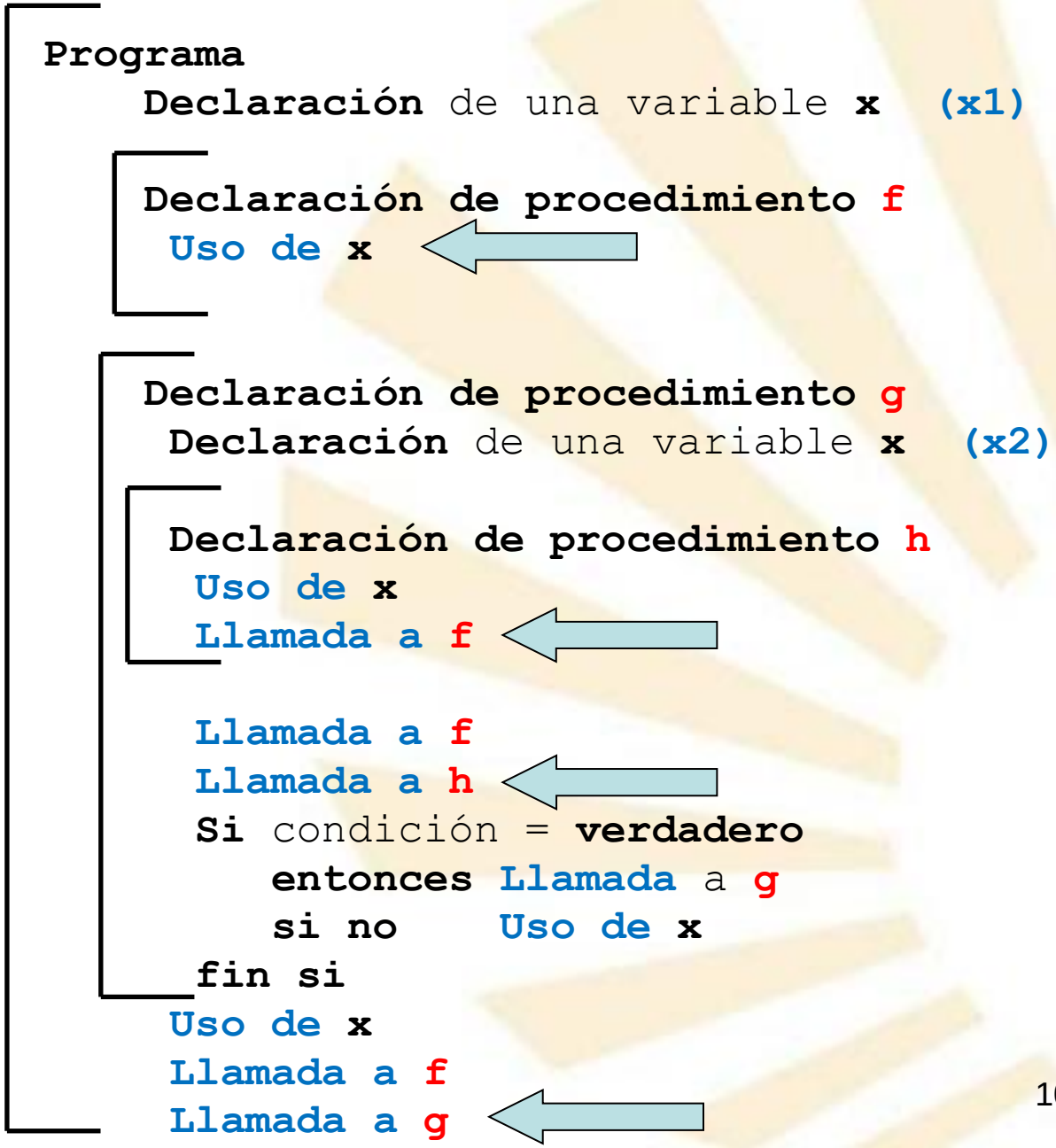
Pila de Activación

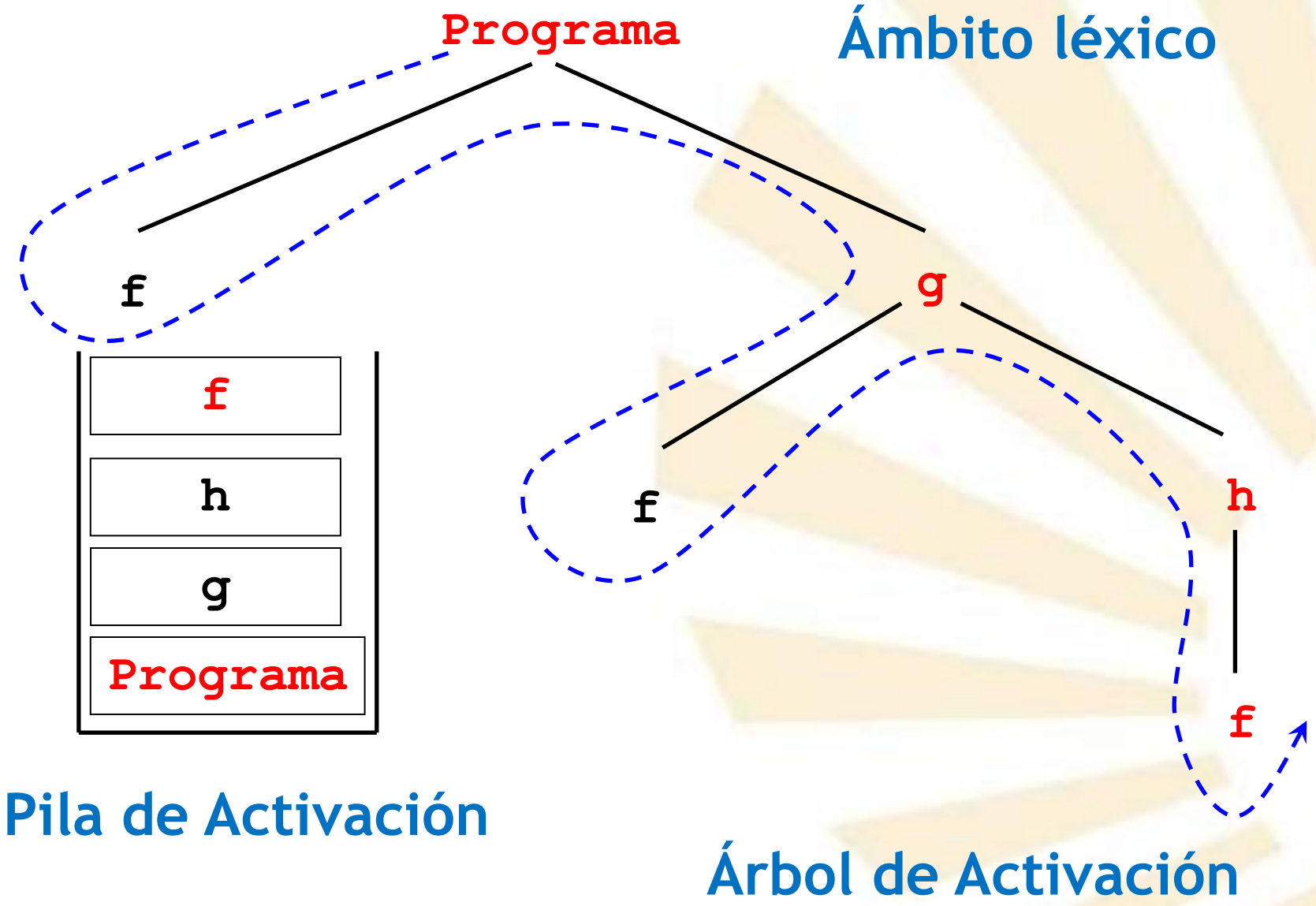
Árbol de Activación

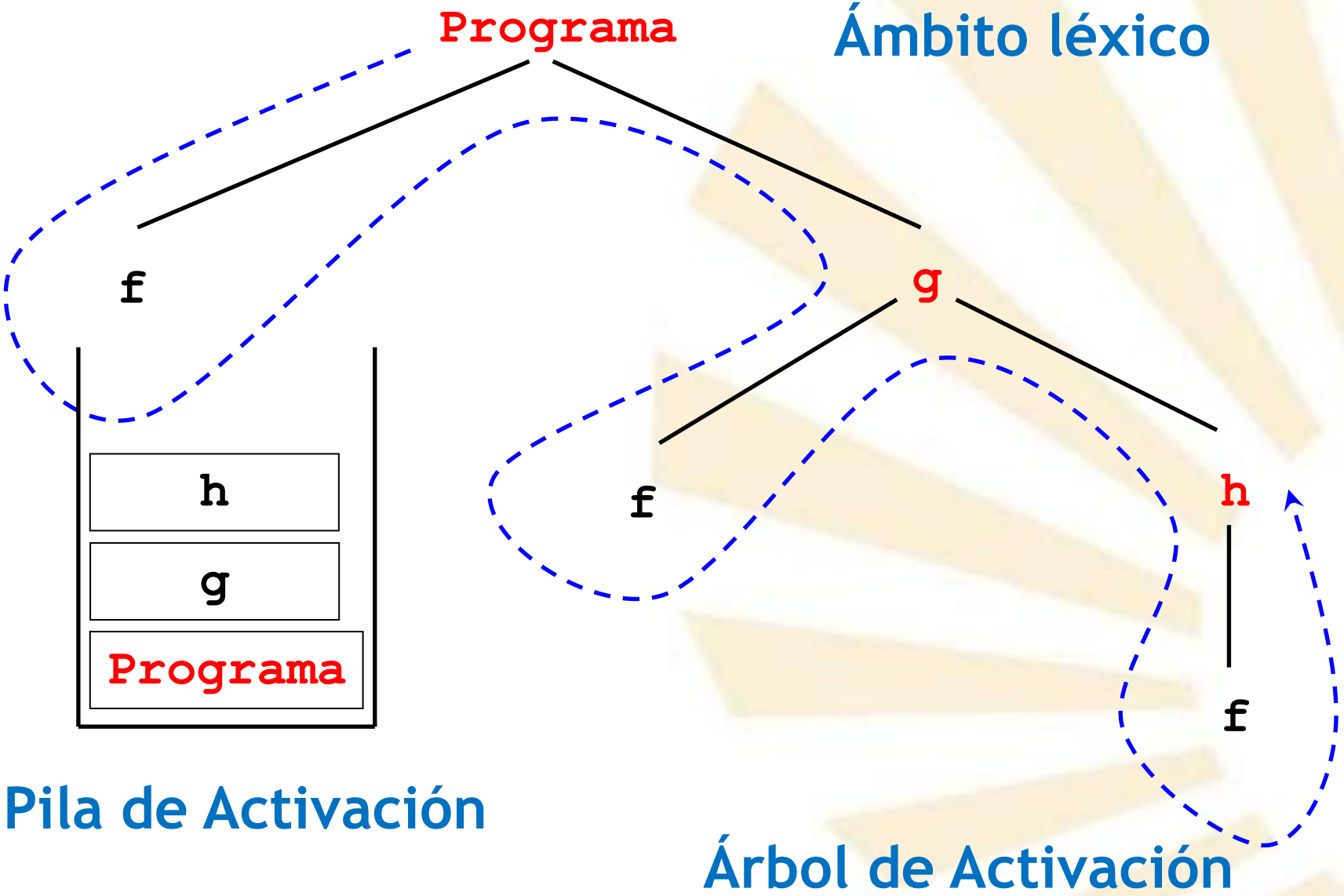
Ejecución con ámbito léxico



Ejecución con ámbito léxico

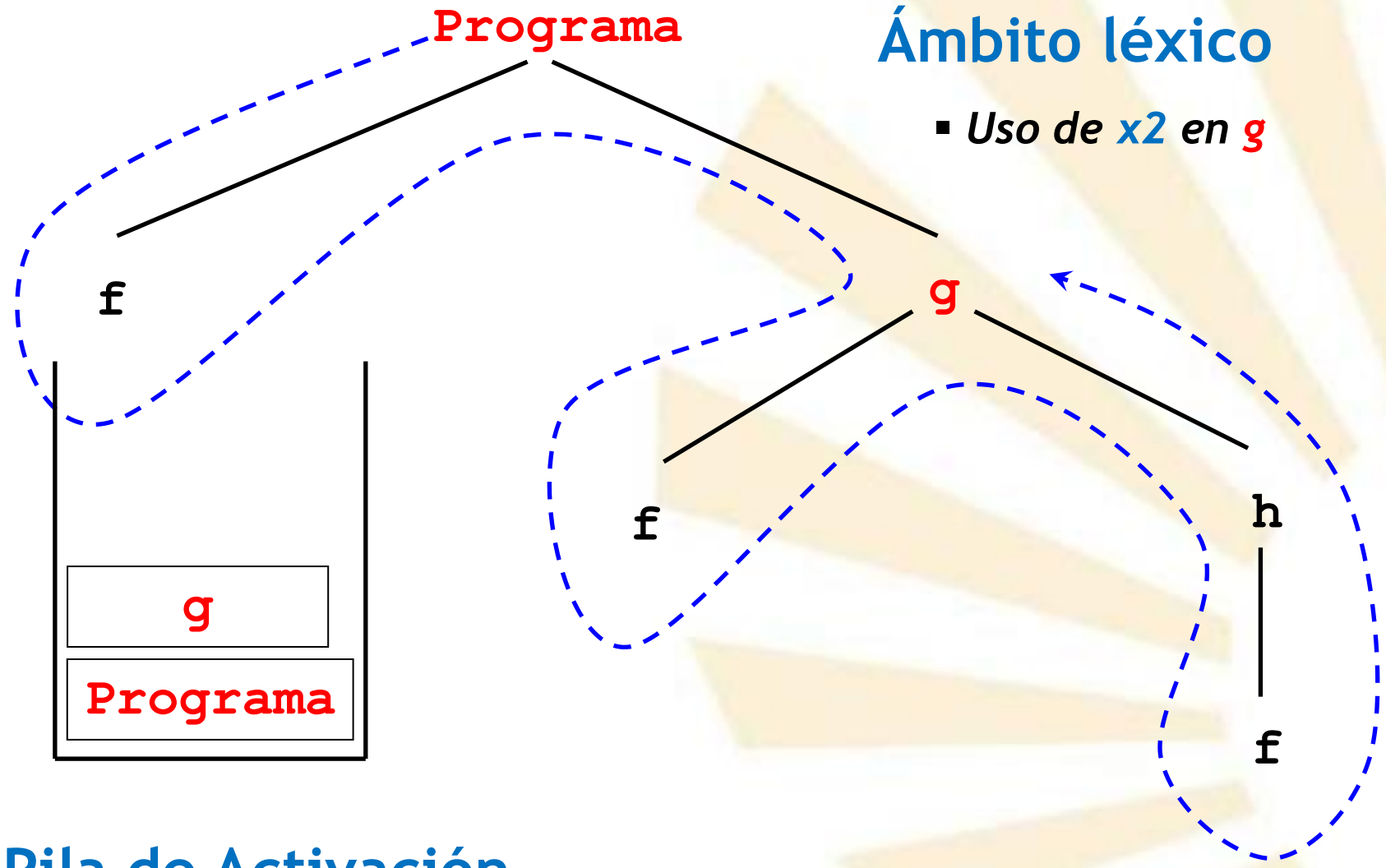



Programa
Ámbito léxico
f
g
f
h
f
h
g
Programa
f
Pila de Activación
Árbol de Activación


Programa
Ámbito léxico
f
g
h
g
Programa
f
h
f
Pila de Activación
Árbol de Activación

Ejecución con ámbito léxico

```
Programa
    Declaración de una variable x   (x1)
    Declaración de procedimiento f
     Uso de x
    Declaración de procedimiento g
     Declaración de una variable x   (x2)
     Declaración de procedimiento h
      Uso de x
      Llamada a f
     Llamada a f
     Llamada a h
     Si condición = verdadero
        entonces Llamada a g
        si no    Uso de x
     fin si
    Uso de x
    Llamada a f
    Llamada a g
```



Ámbito léxico

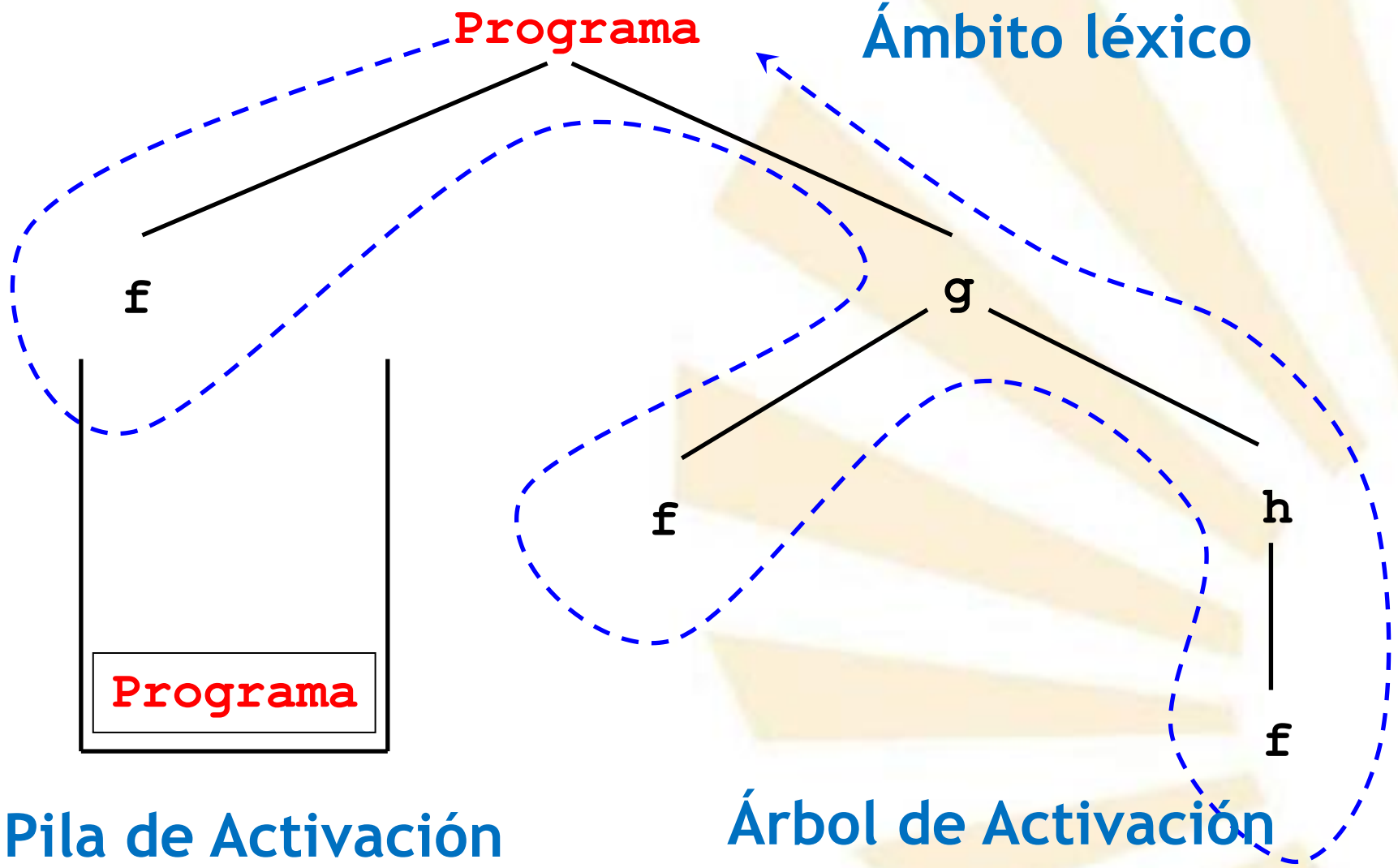
- *Uso de x2 en g*

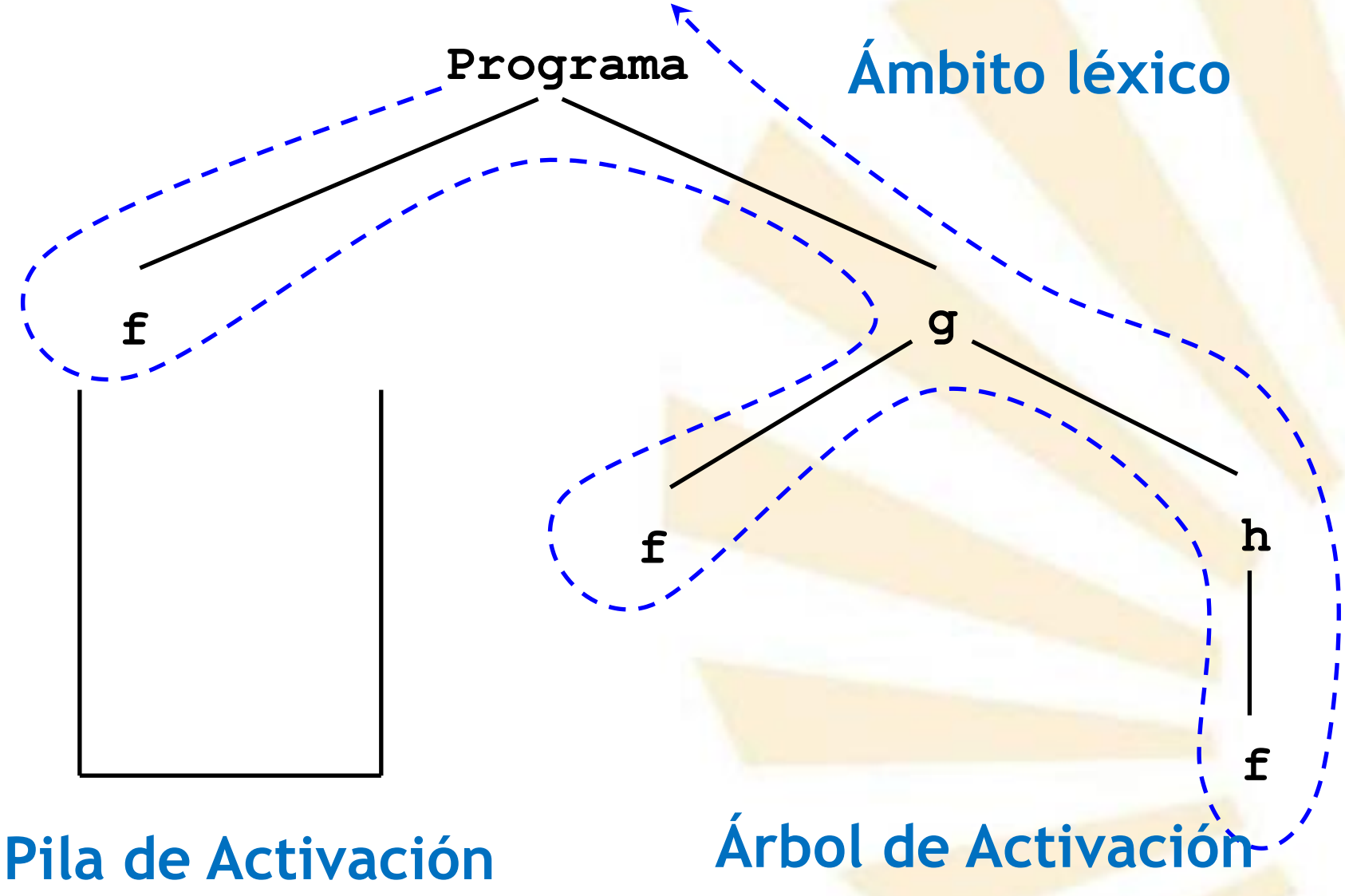
Pila de Activación

Árbol de Activación

Ejecución con ámbito léxico

```
Programa
    Declaración de una variable x   (x1)

    Declaración de procedimiento f
     Uso de x

    Declaración de procedimiento g
     Declaración de una variable x   (x2)

     Declaración de procedimiento h
      Uso de x
      Llamada a f

      Llamada a f
      Llamada a h
      Si condición = verdadero
         entonces Llamada a g
         si no    Uso de x
      fin si
    Uso de x
    Llamada a f
    Llamada a g
```

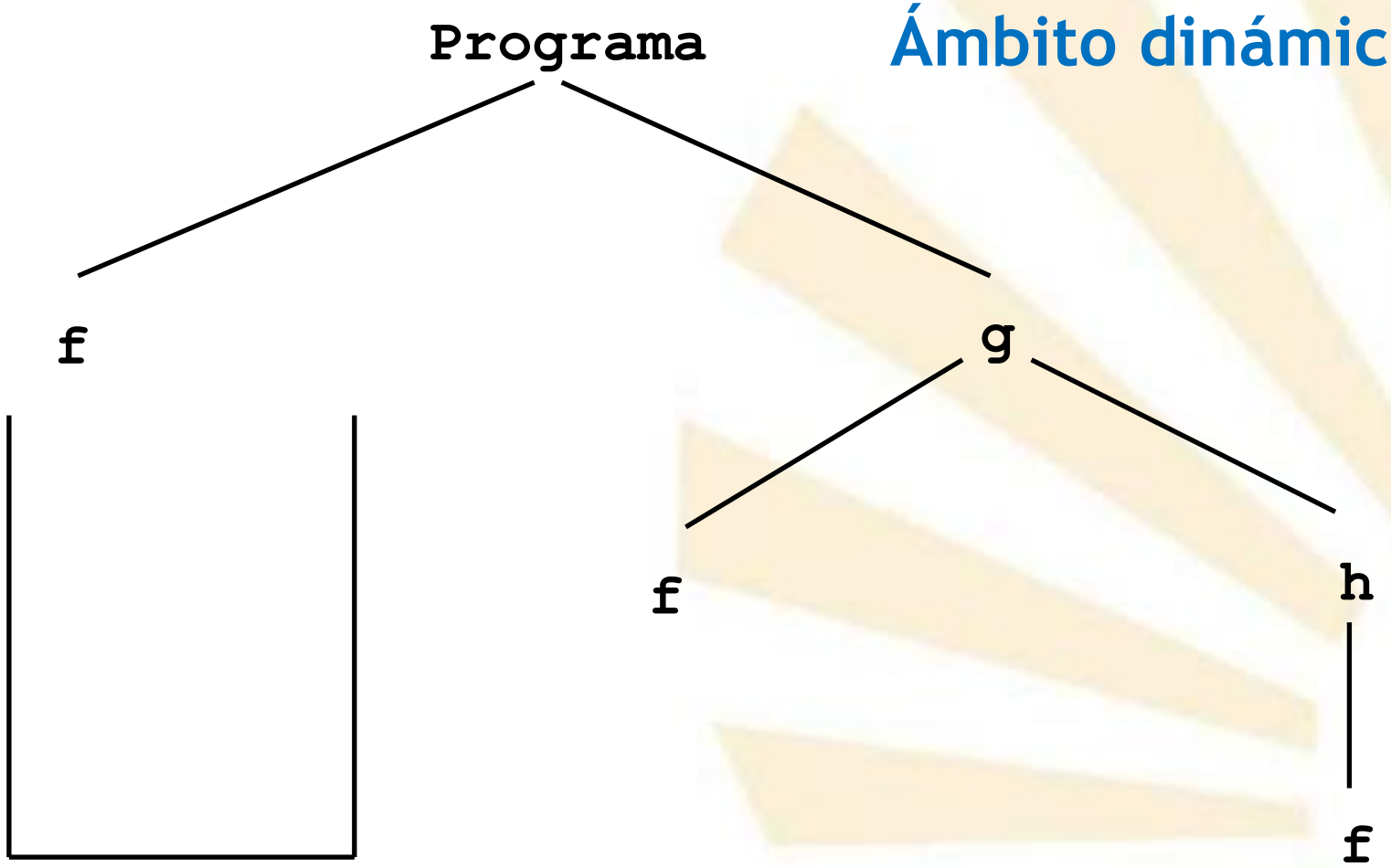

Programa
Ámbito léxico
f
g
f
h
f
Programa
Pila de Activación
Árbol de Activación


Programa
Ámbito léxico
f
g
f
h
f
Pila de Activación
Árbol de Activación

Ejecución con ámbito dinámico

```
Programa
    Declaración de una variable x   (x1)

    Declaración de procedimiento f
     Uso de x

    Declaración de procedimiento g
     Declaración de una variable x   (x2)

     Declaración de procedimiento h
      Uso de x
      Llamada a f

      Llamada a f
      Llamada a h
      Si condición = verdadero
         entonces Llamada a g
         si no    Uso de x
      fin si
    Uso de x
    Llamada a f
    Llamada a g
```

Ámbito dinámico

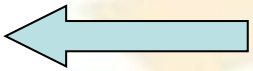


Pila de Activación

Árbol de Activación

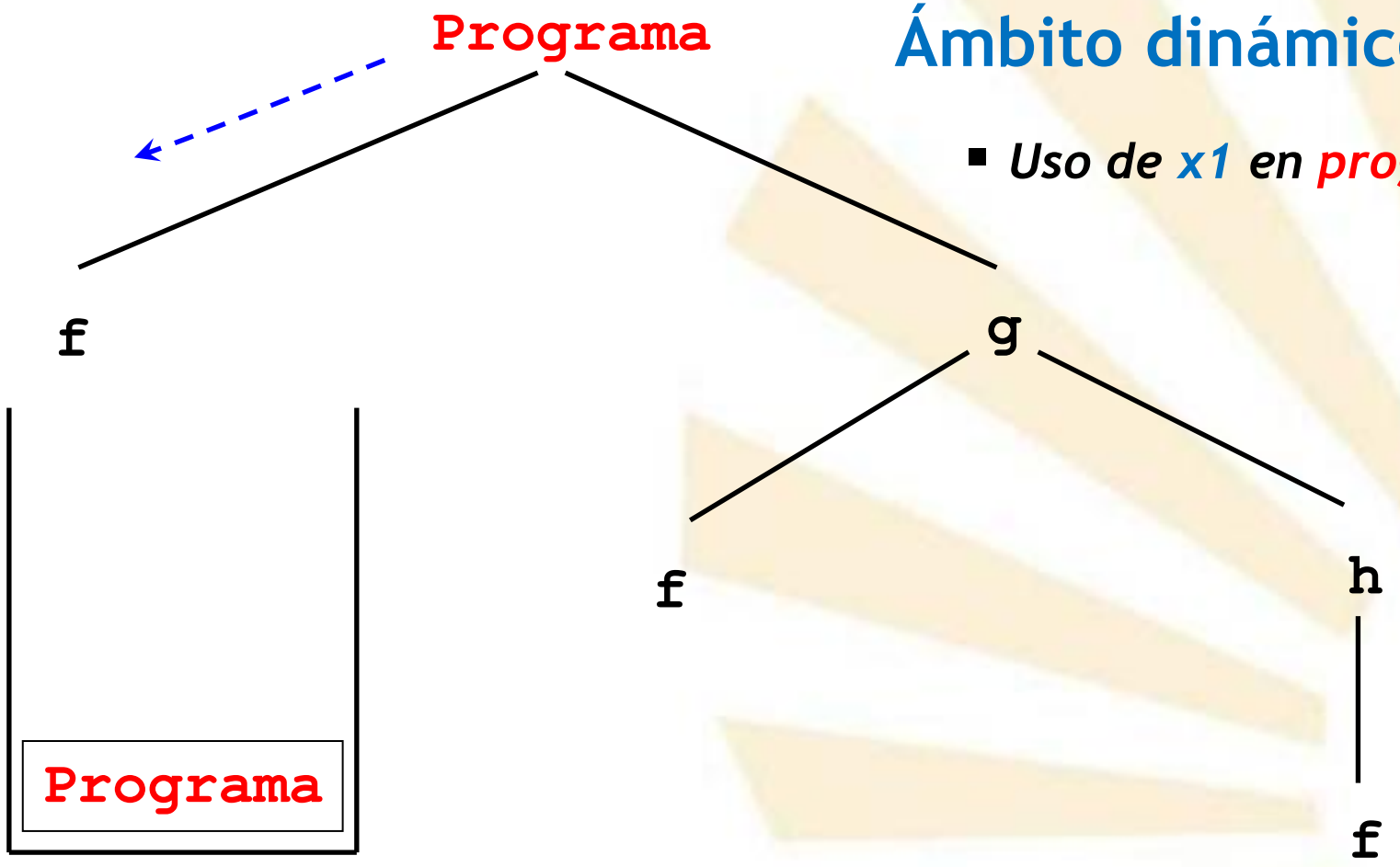
Ejecución con ámbito dinámico

```
Programa
    Declaración de una variable x   (x1)

    Declaración de procedimiento f
     Uso de x

    Declaración de procedimiento g
     Declaración de una variable x   (x2)

     Declaración de procedimiento h
      Uso de x
      Llamada a f

      Llamada a f
      Llamada a h
      Si condición = verdadero
         entonces Llamada a g
         si no    Uso de x
      fin si
    Uso de x
    Llamada a f
    Llamada a g
```



Ámbito dinámico

- *Uso de x1 en programa*



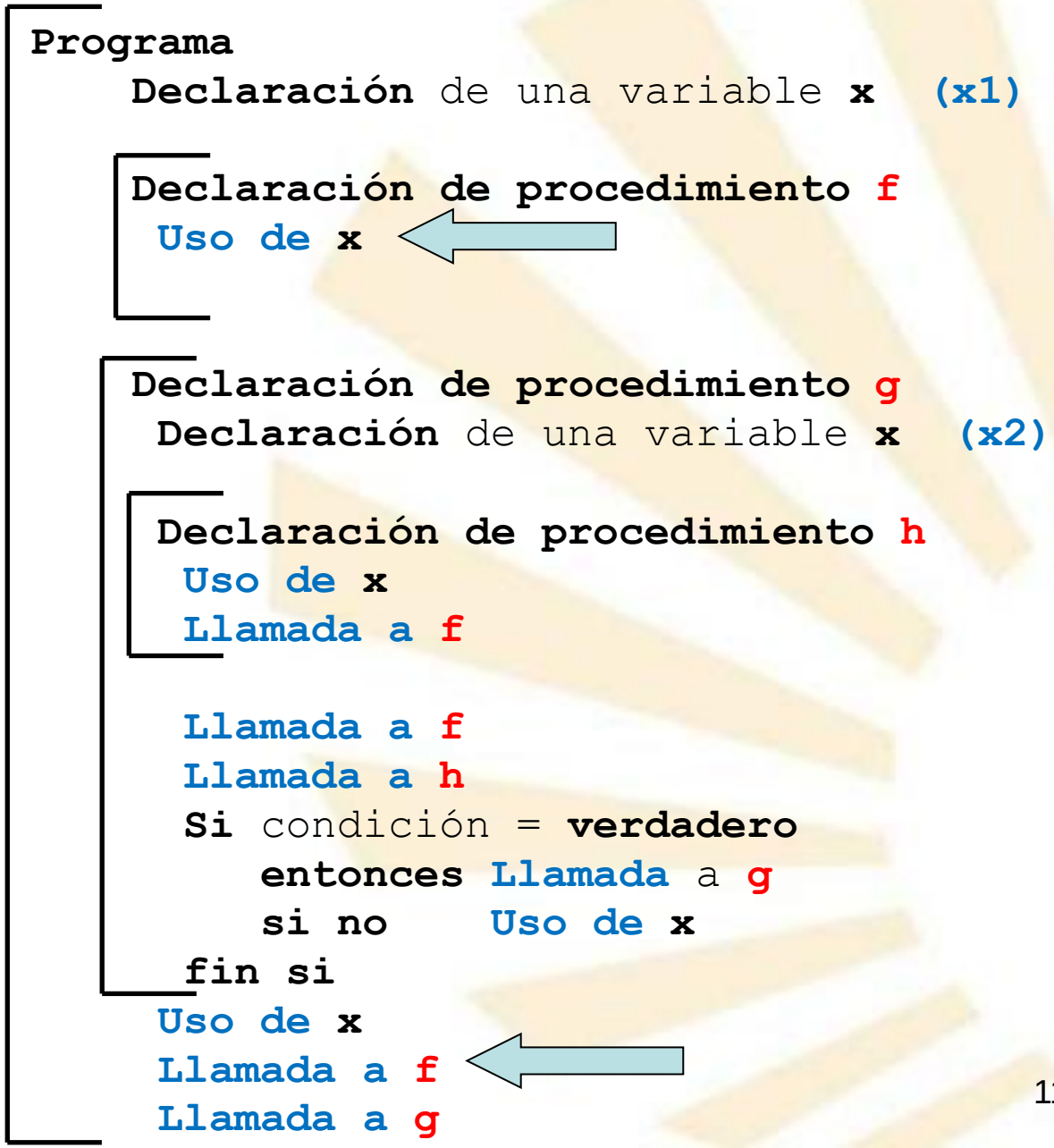
Pila de Activación

Árbol de Activación

Ejecución con ámbito dinámico

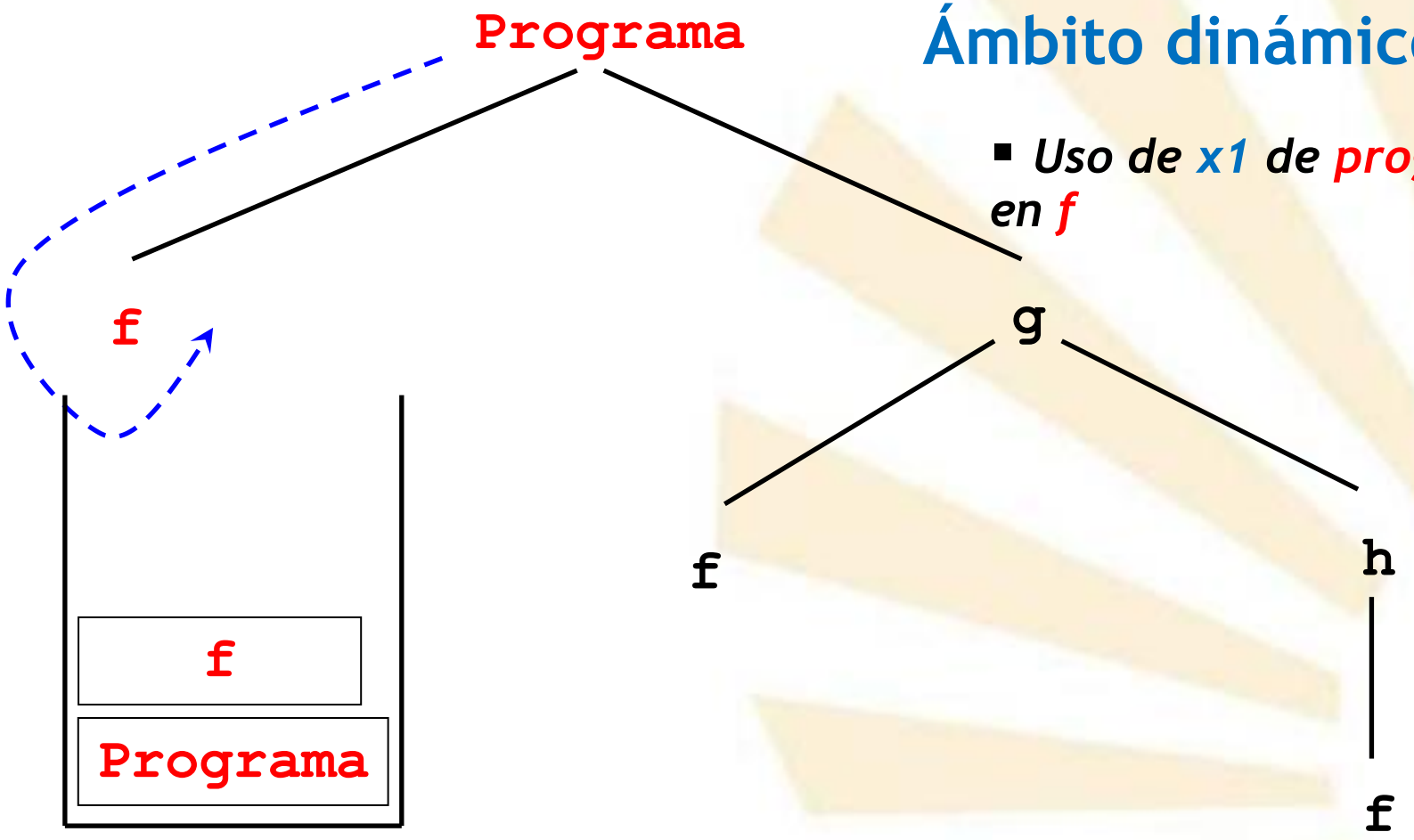
```
Programa
    Declaración de una variable x   (x1)

    Declaración de procedimiento f
     Uso de x

    Declaración de procedimiento g
     Declaración de una variable x   (x2)

     Declaración de procedimiento h
      Uso de x
      Llamada a f

      Llamada a f
      Llamada a h
      Si condición = verdadero
         entonces Llamada a g
         si no    Uso de x
      fin si
    Uso de x
    Llamada a f
    Llamada a g
```

Ejecución con ámbito dinámico



Ámbito dinámico

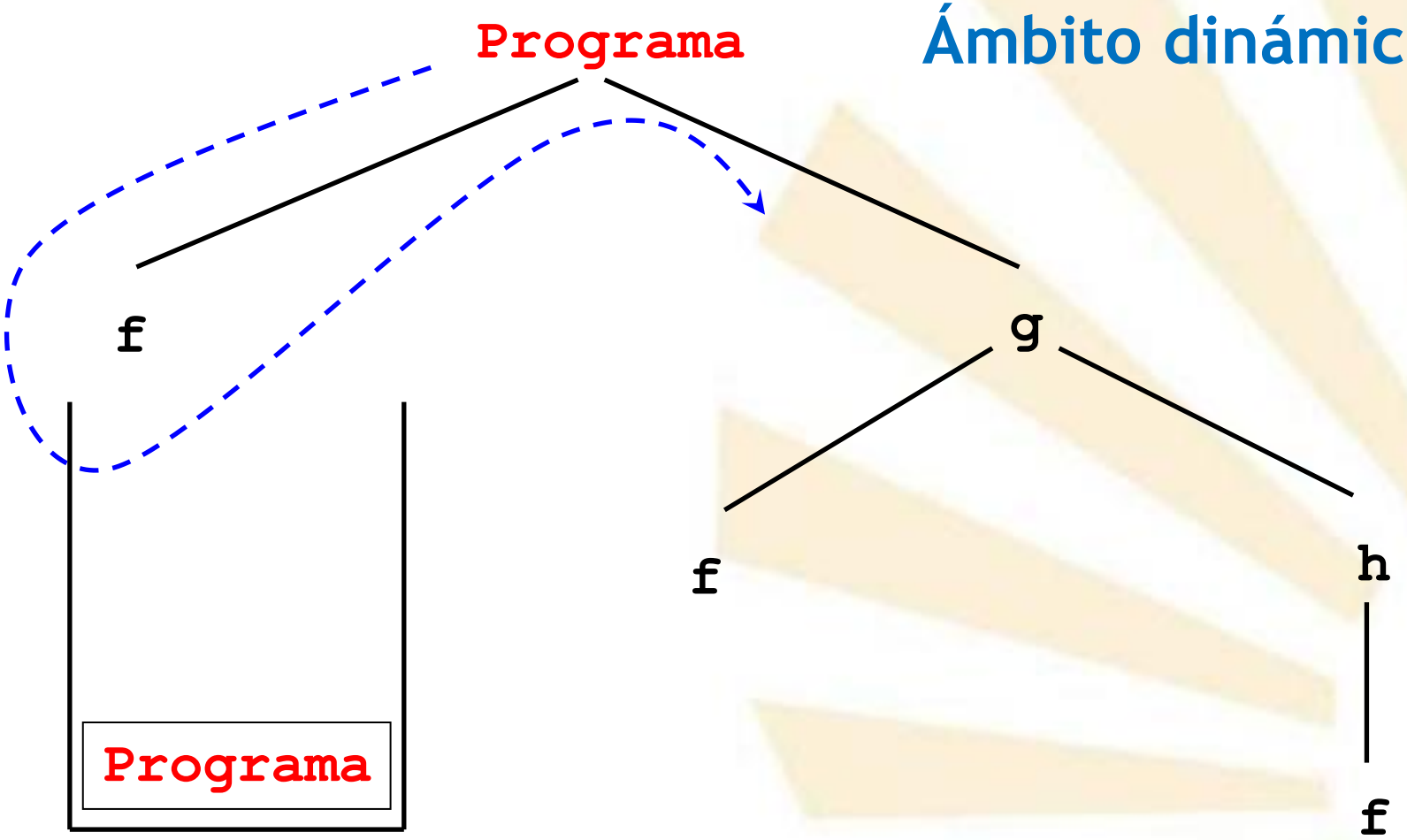
- *Uso de x1 de programa en f*



Pila de Activación

Árbol de Activación

Ámbito dinámico

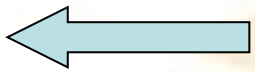


Pila de Activación

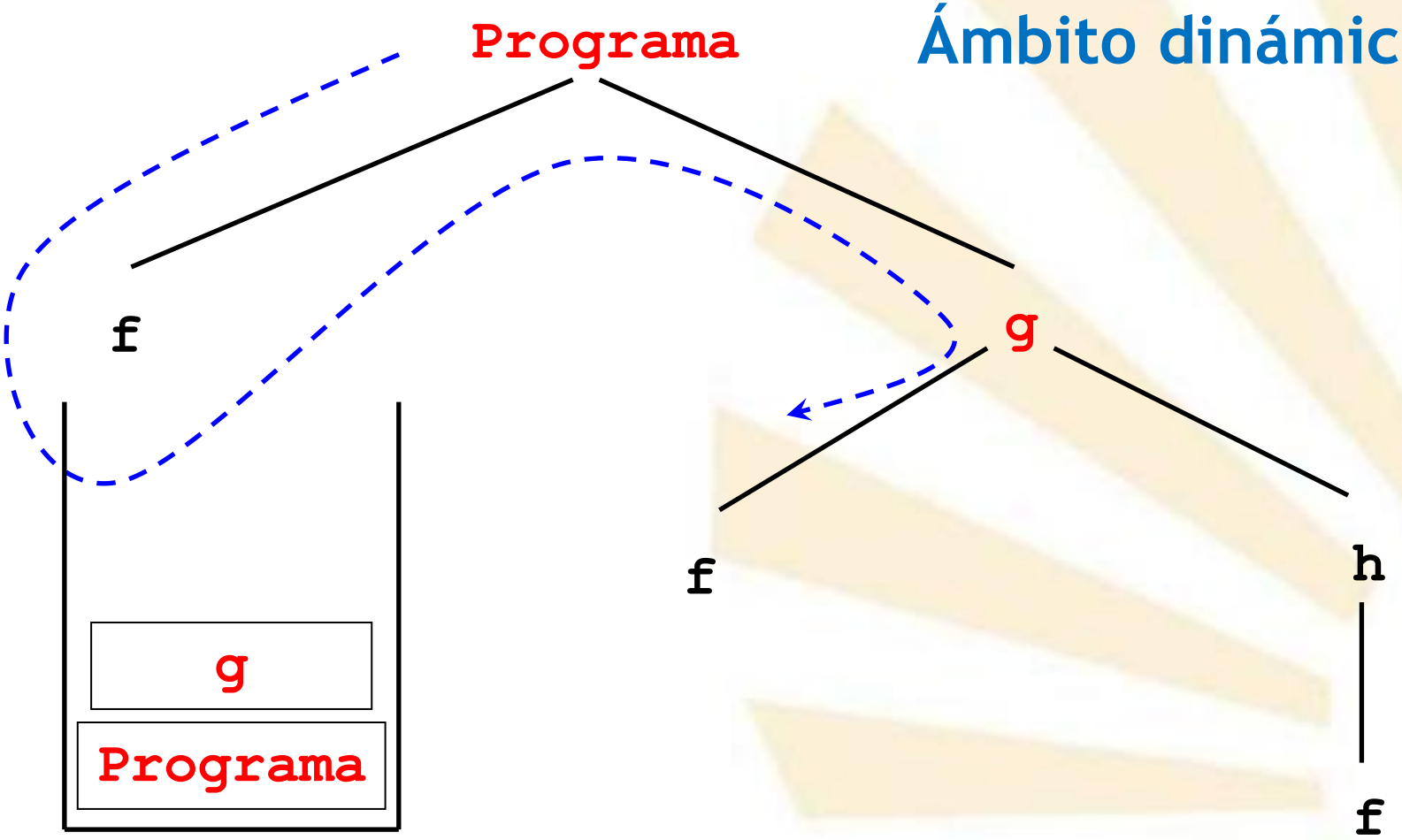
Árbol de Activación

Ejecución con ámbito dinámico

```
Programa
    Declaración de una variable x   (x1)

    Declaración de procedimiento f
     Uso de x

    Declaración de procedimiento g
     Declaración de una variable x   (x2)

     Declaración de procedimiento h
      Uso de x
      Llamada a f

      Llamada a f
      Llamada a h
      Si condición = verdadero
         entonces Llamada a g
         si no    Uso de x
      fin si
    Uso de x
    Llamada a f
    Llamada a g
```



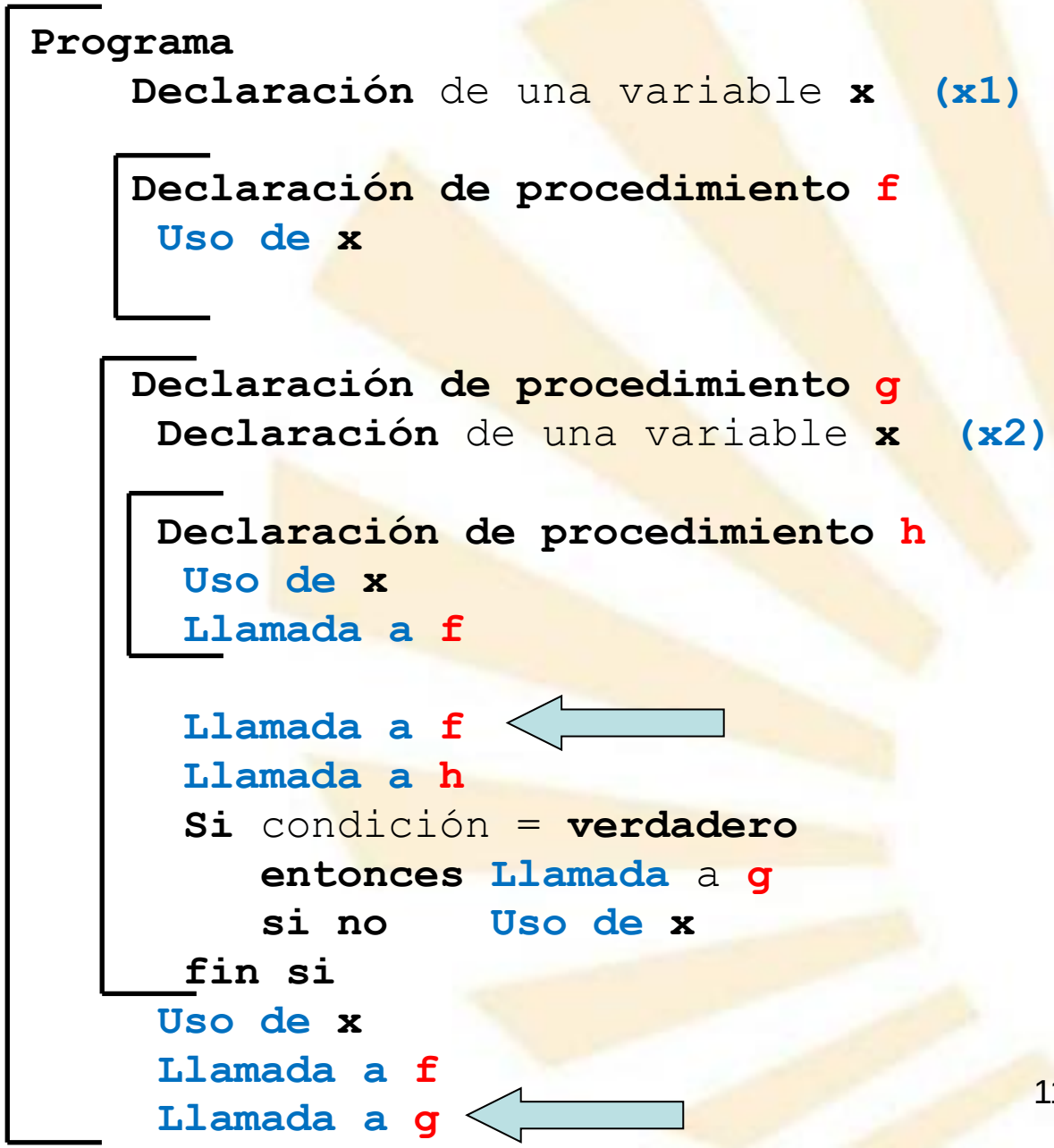
Ámbito dinámico



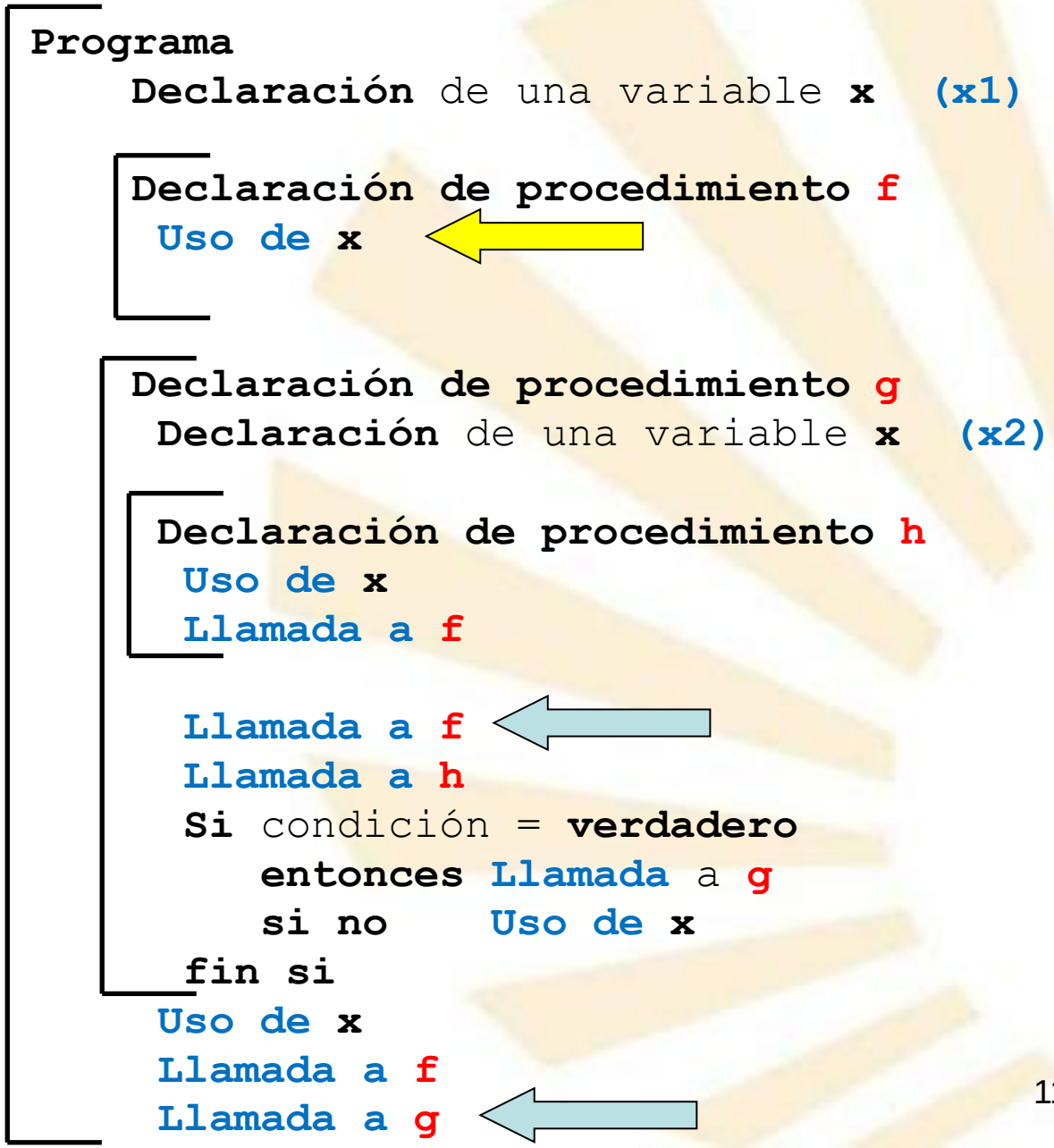
Pila de Activación

Árbol de Activación

Ejecución con ámbito dinámico

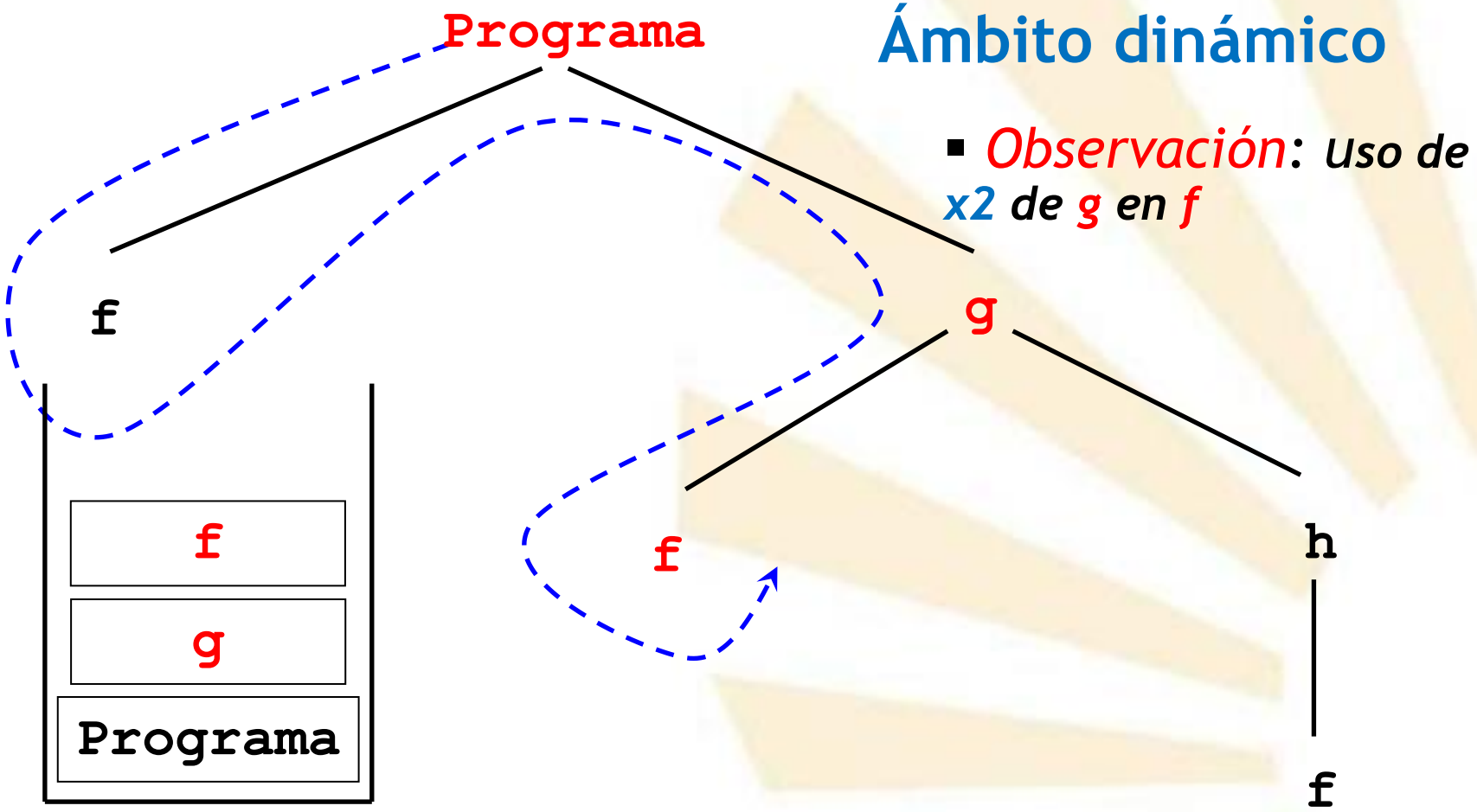


Ejecución con ámbito dinámico



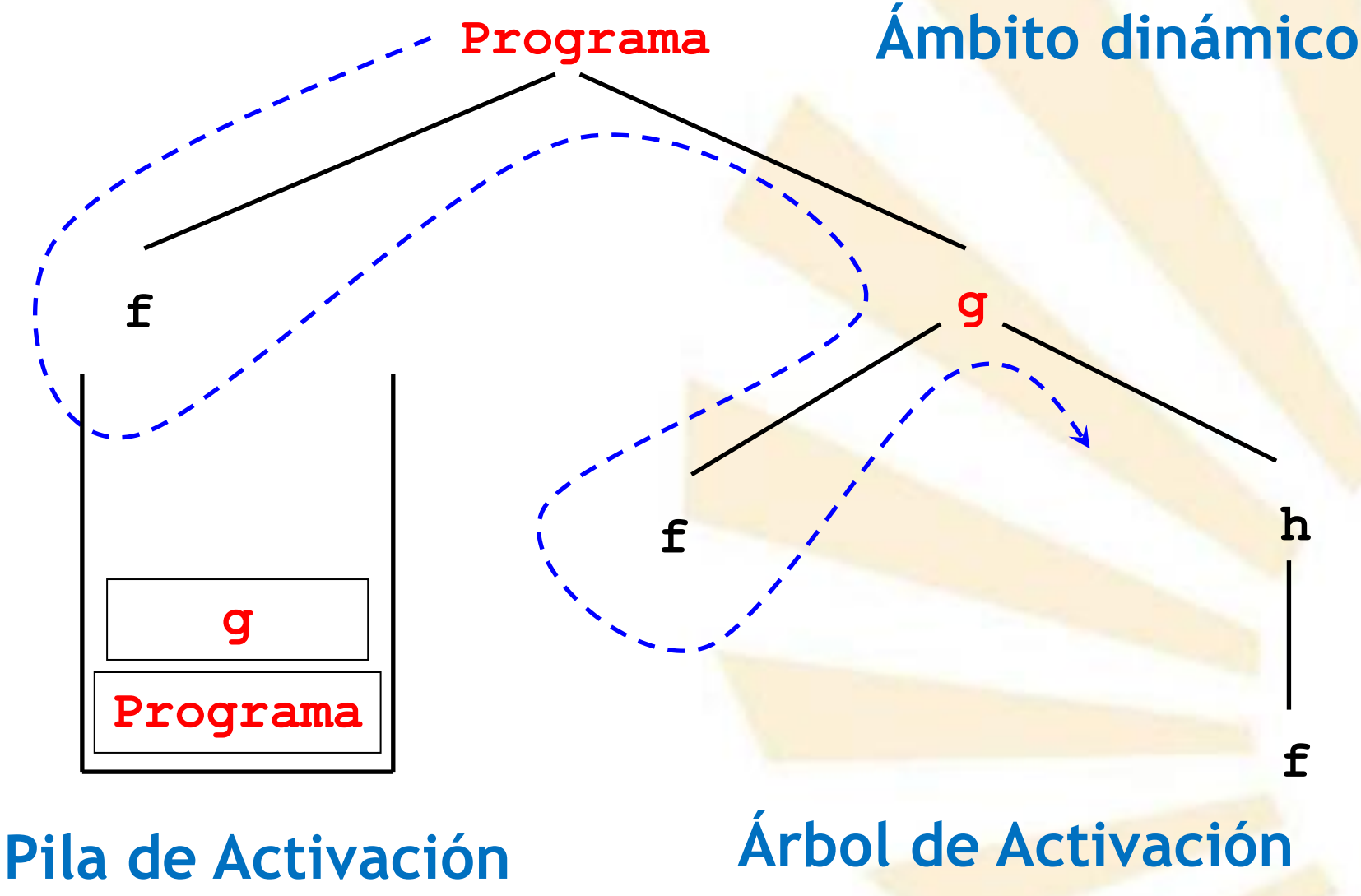
Ámbito dinámico

- *Observación*: *Uso de x2 de g en f*

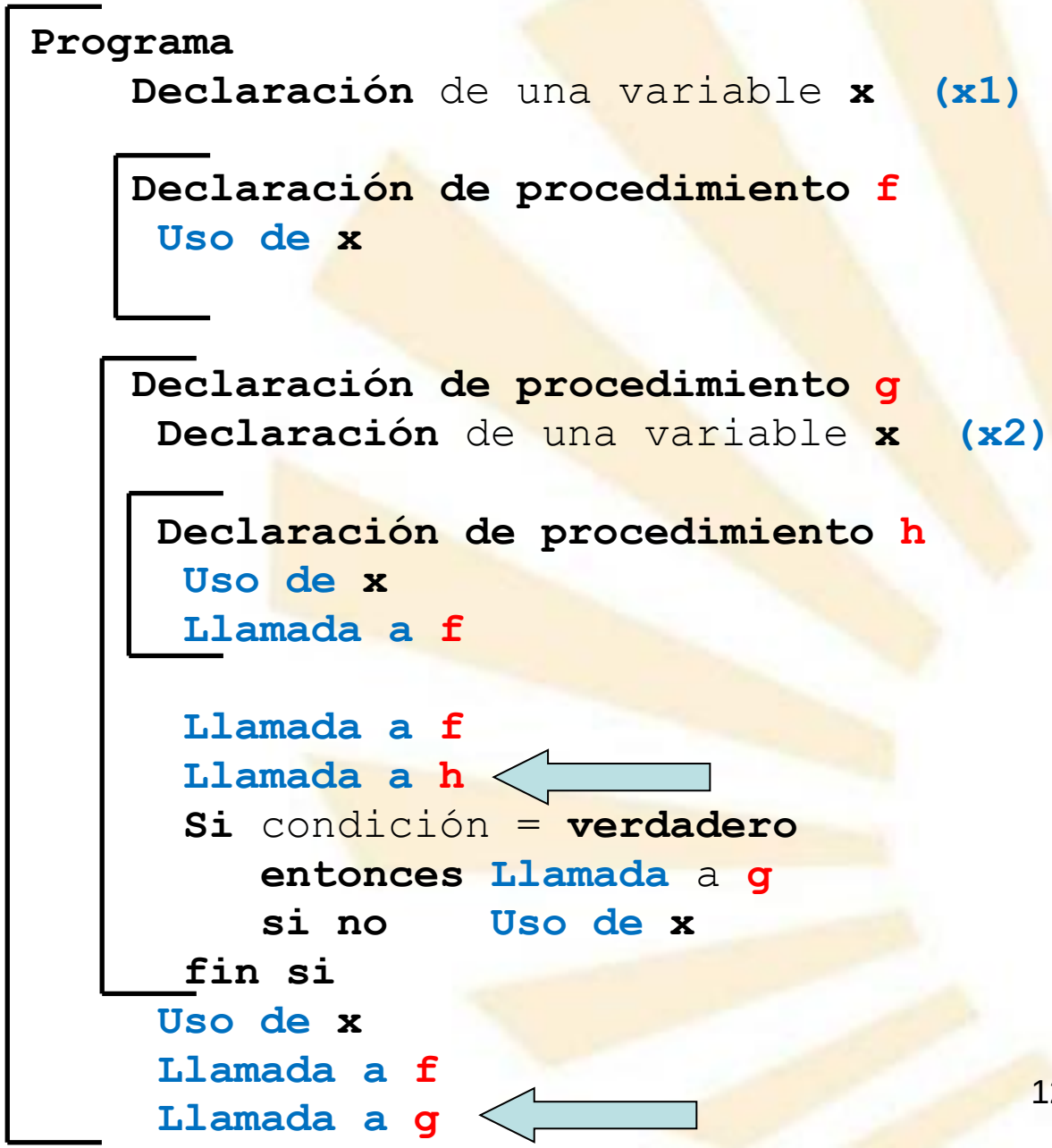


Pila de Activación

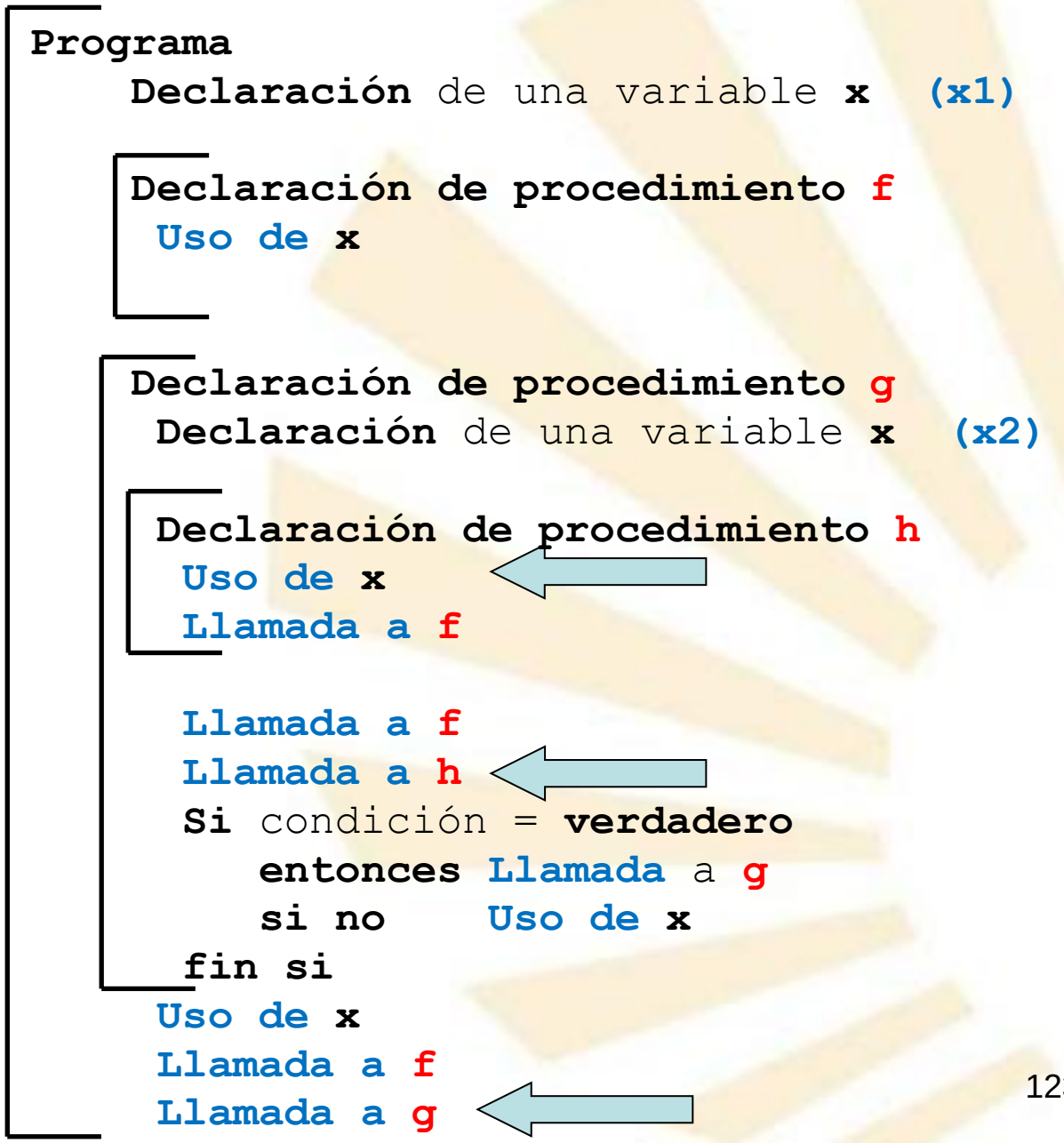
Árbol de Activación


Programa
Ámbito dinámico
f
g
f
h
f
g
Programa
Pila de Activación
Árbol de Activación

Ejecución con ámbito dinámico

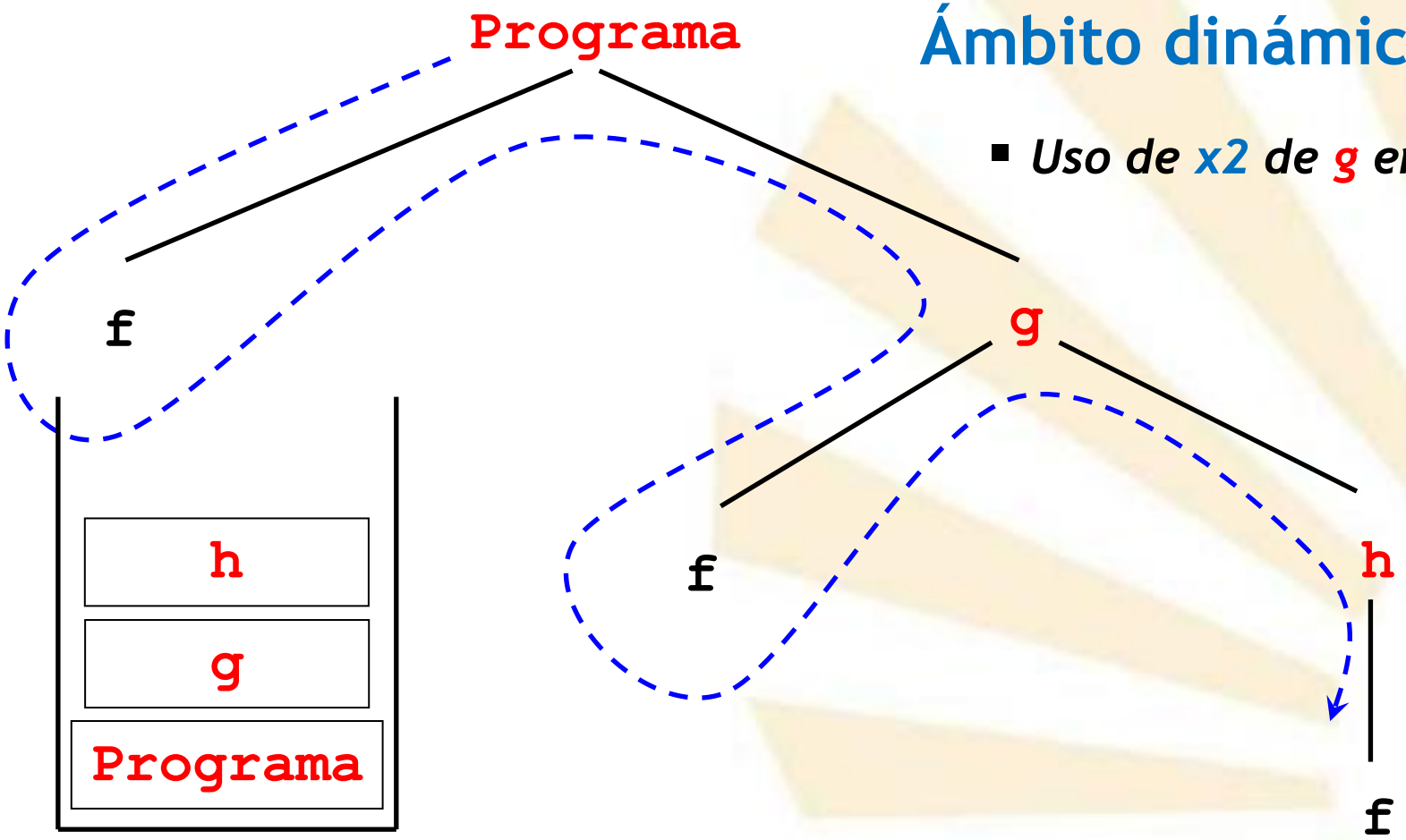


Ejecución con ámbito dinámico



Ámbito dinámico

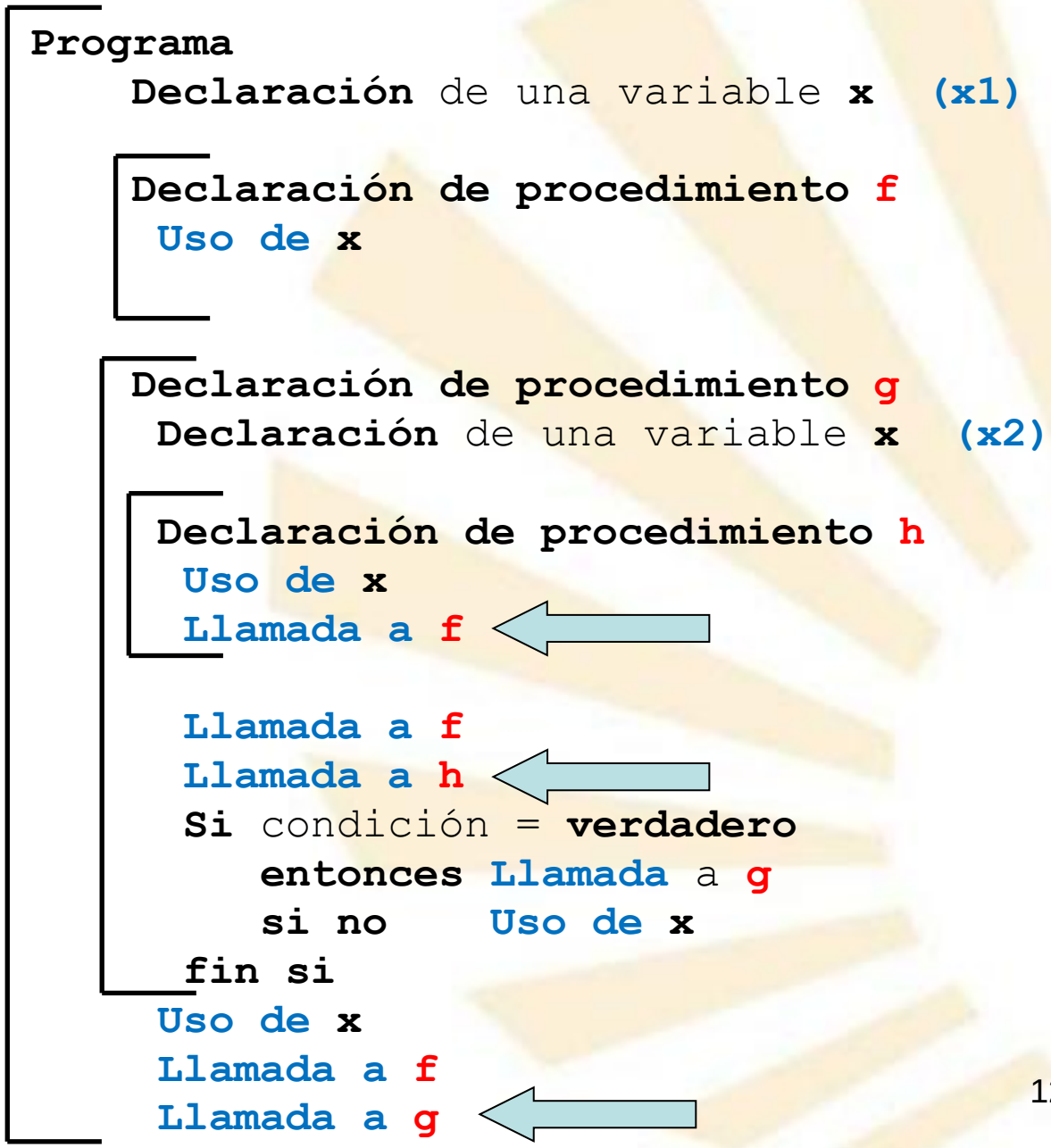
- *Uso de x2 de g en h*



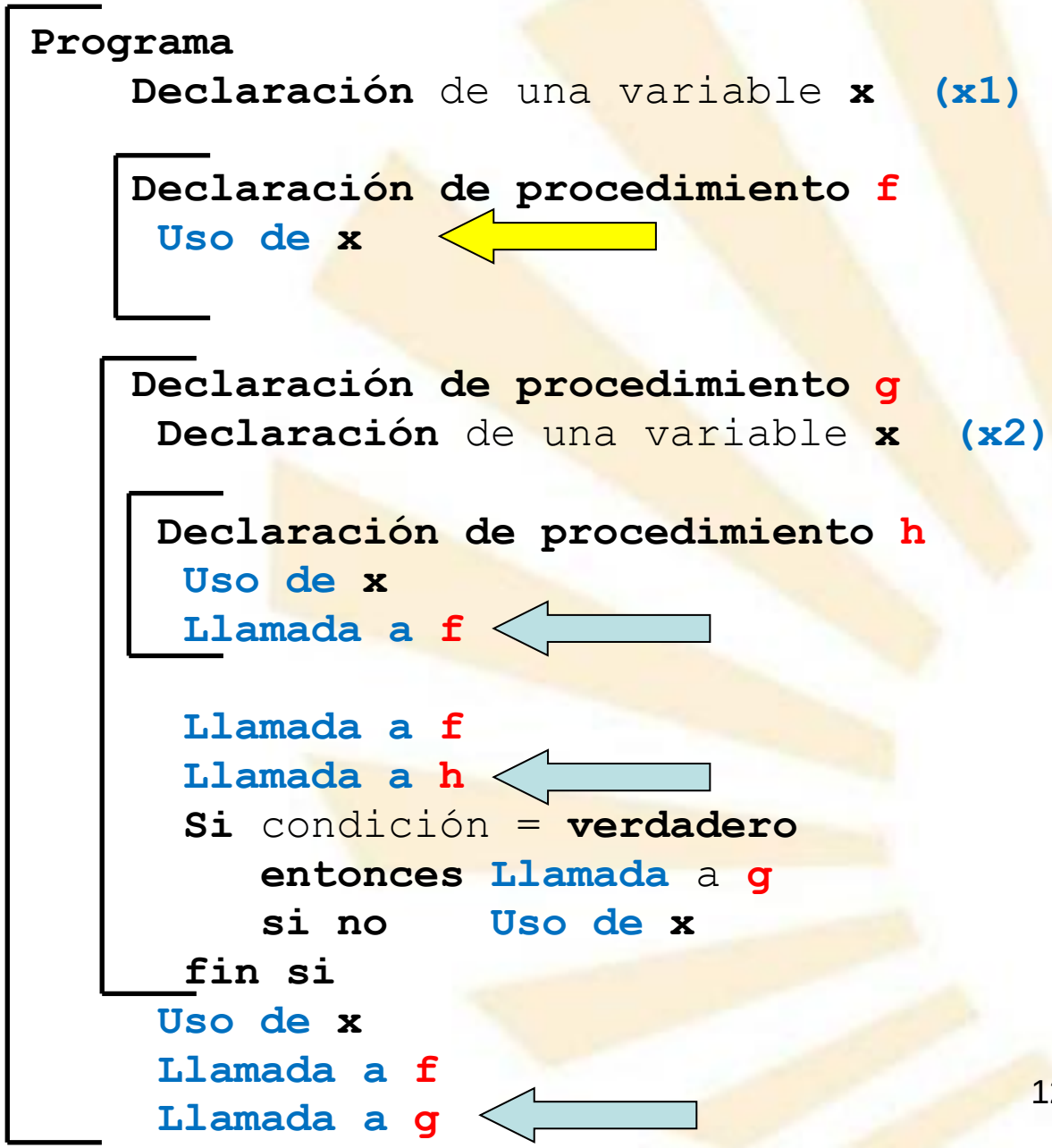
Pila de Activación

Árbol de Activación

Ejecución con ámbito dinámico

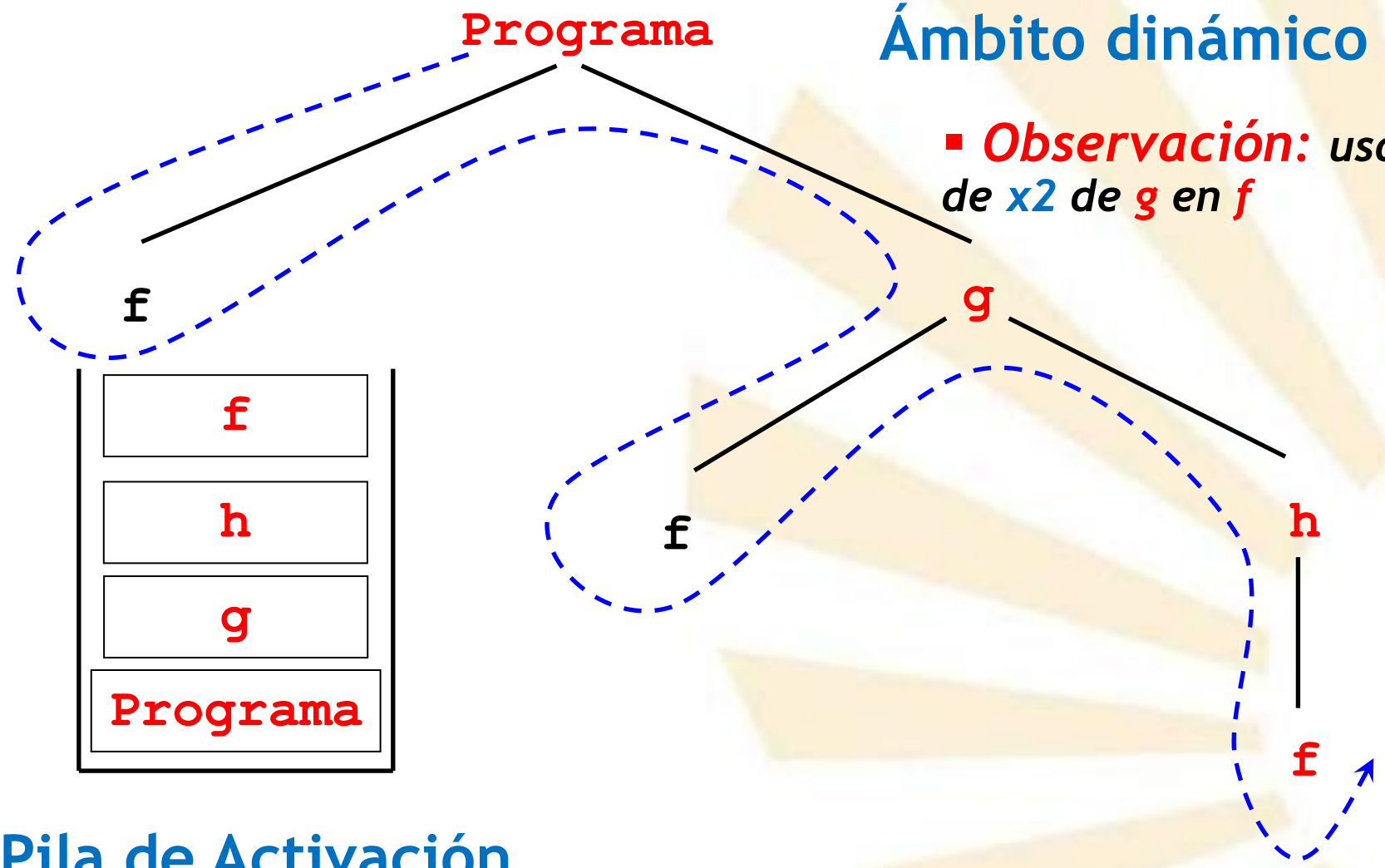


Ejecución con ámbito dinámico



Ámbito dinámico

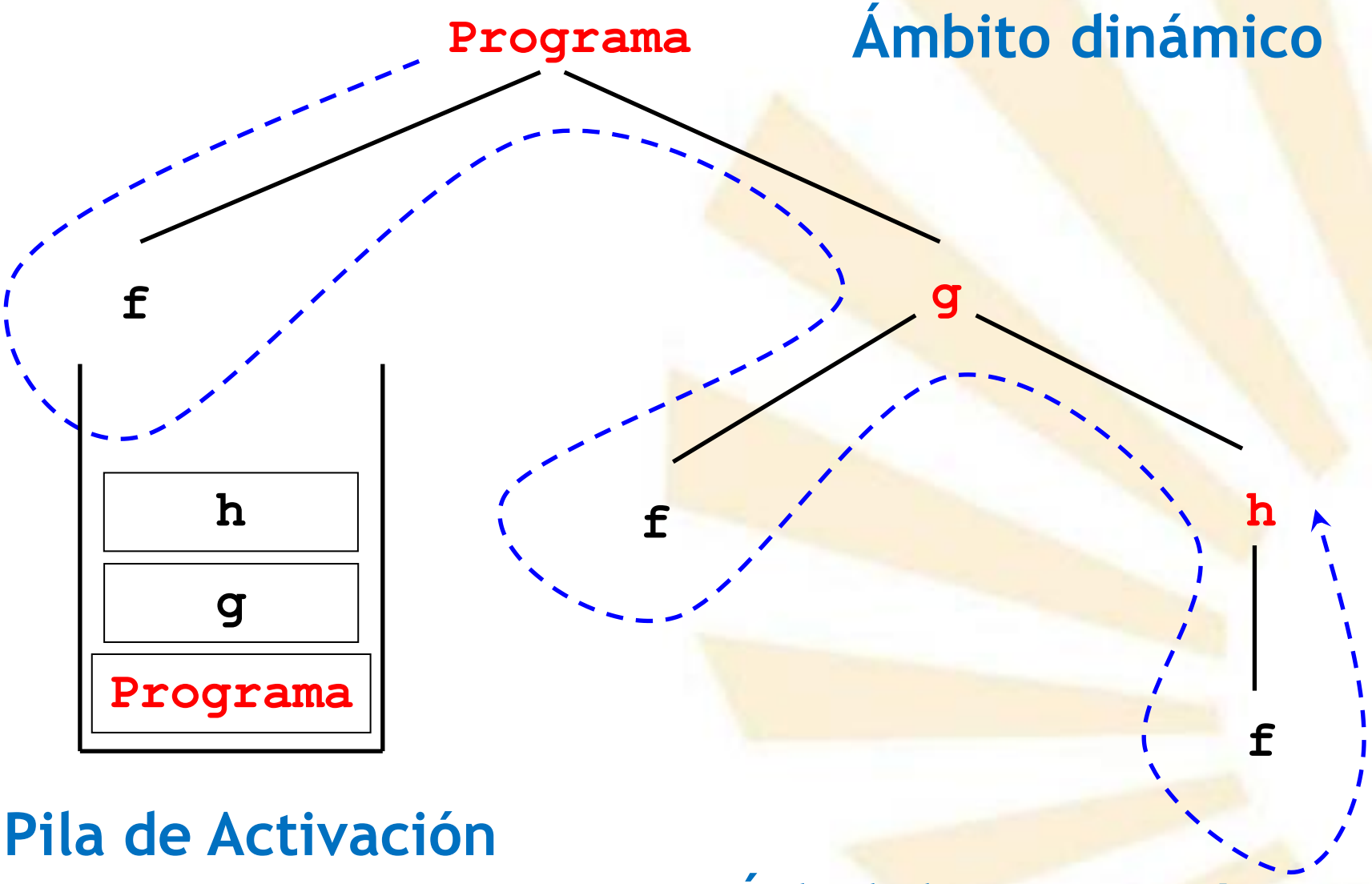
- *Observación: uso de x2 de g en f*



Pila de Activación

Árbol de Activación

Ámbito dinámico



Pila de Activación

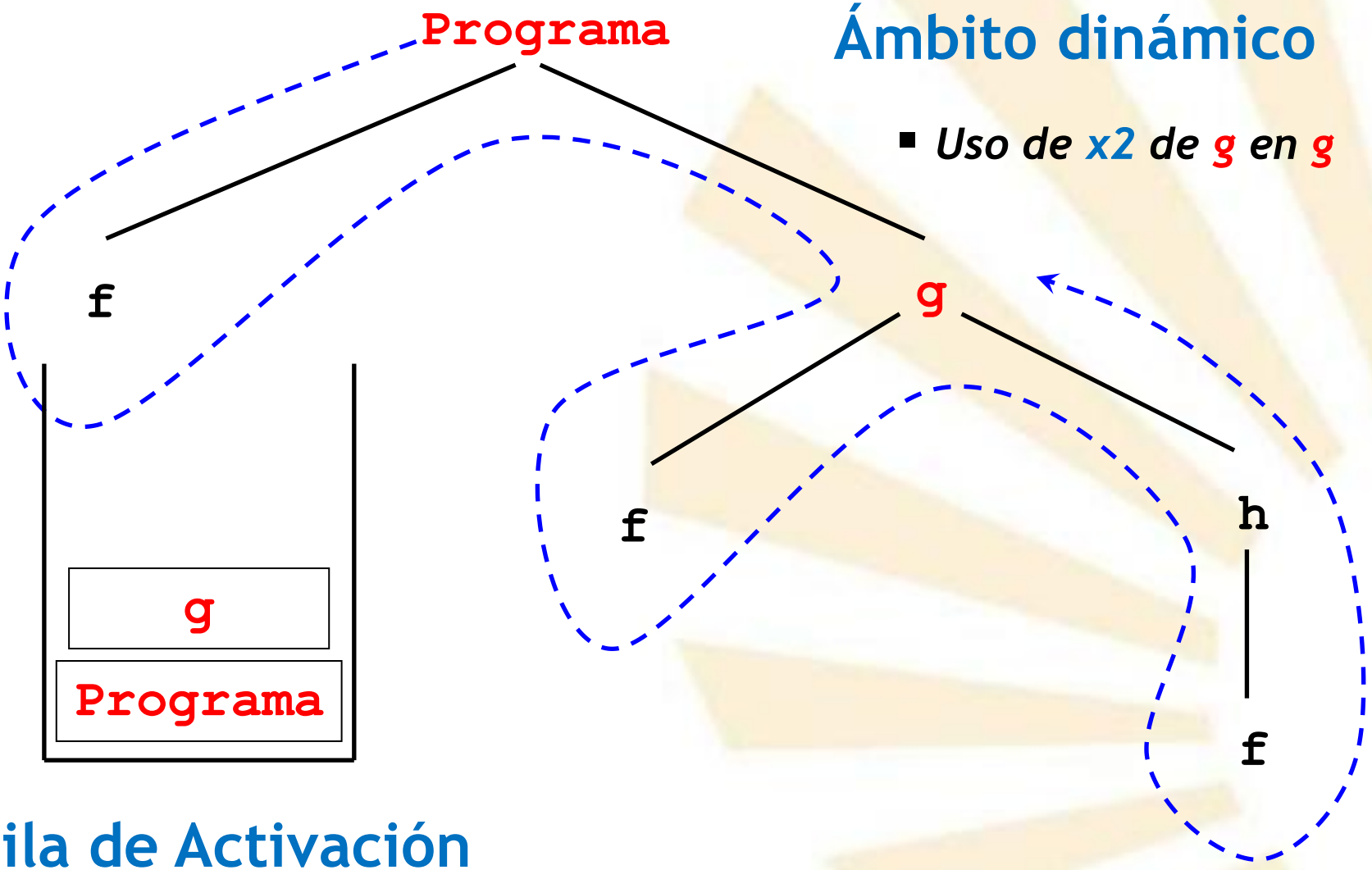
Árbol de Activación

Ejecución con ámbito dinámico

```
Programa
    Declaración de una variable x   (x1)

    Declaración de procedimiento f
     Uso de x

    Declaración de procedimiento g
     Declaración de una variable x   (x2)

     Declaración de procedimiento h
      Uso de x
      Llamada a f

      Llamada a f
      Llamada a h
      Si condición = verdadero
         entonces Llamada a g
         si no    Uso de x
      fin si
    Uso de x
    Llamada a f
    Llamada a g
```

Ámbito dinámico

- *Uso de x2 de g en g*

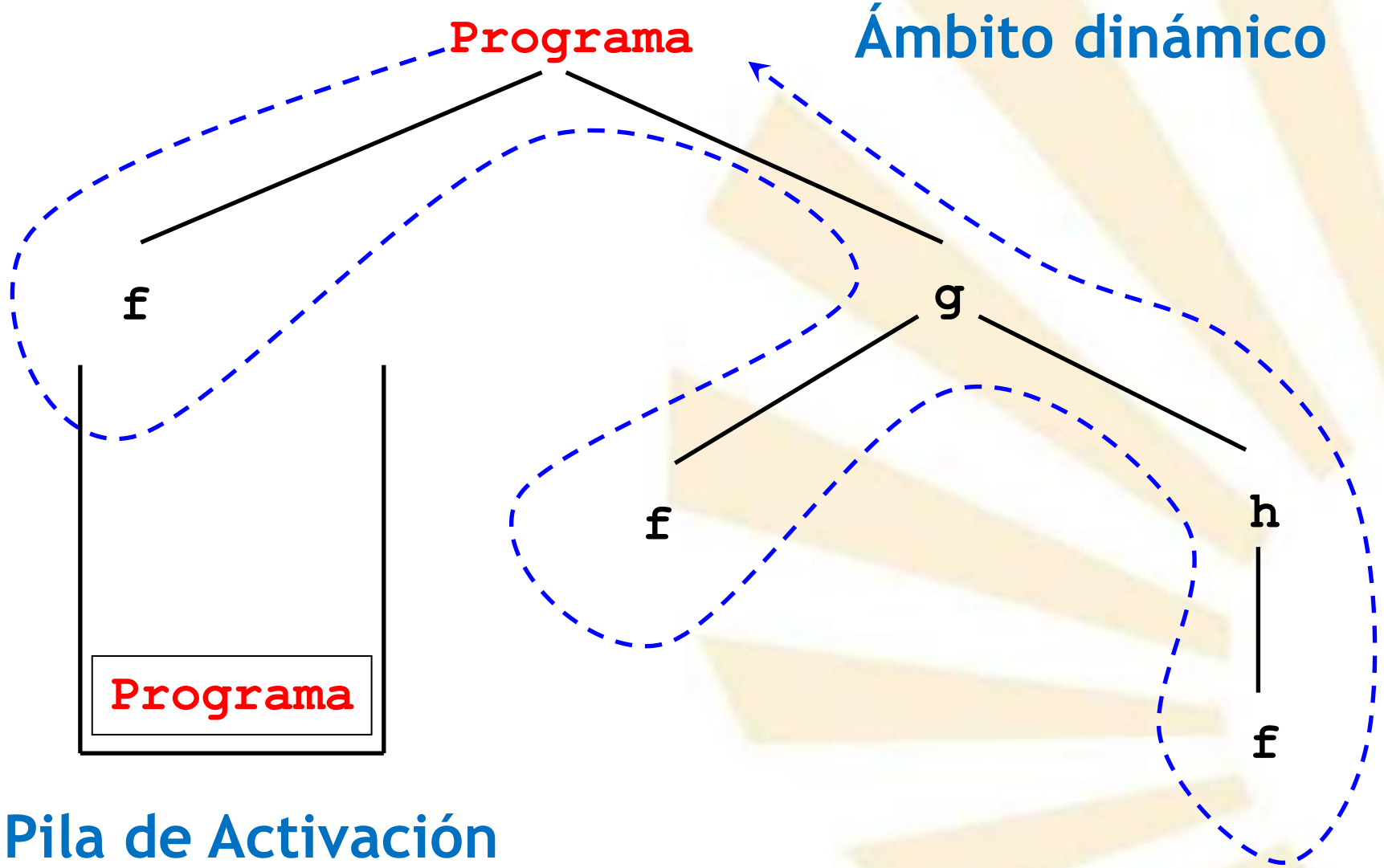


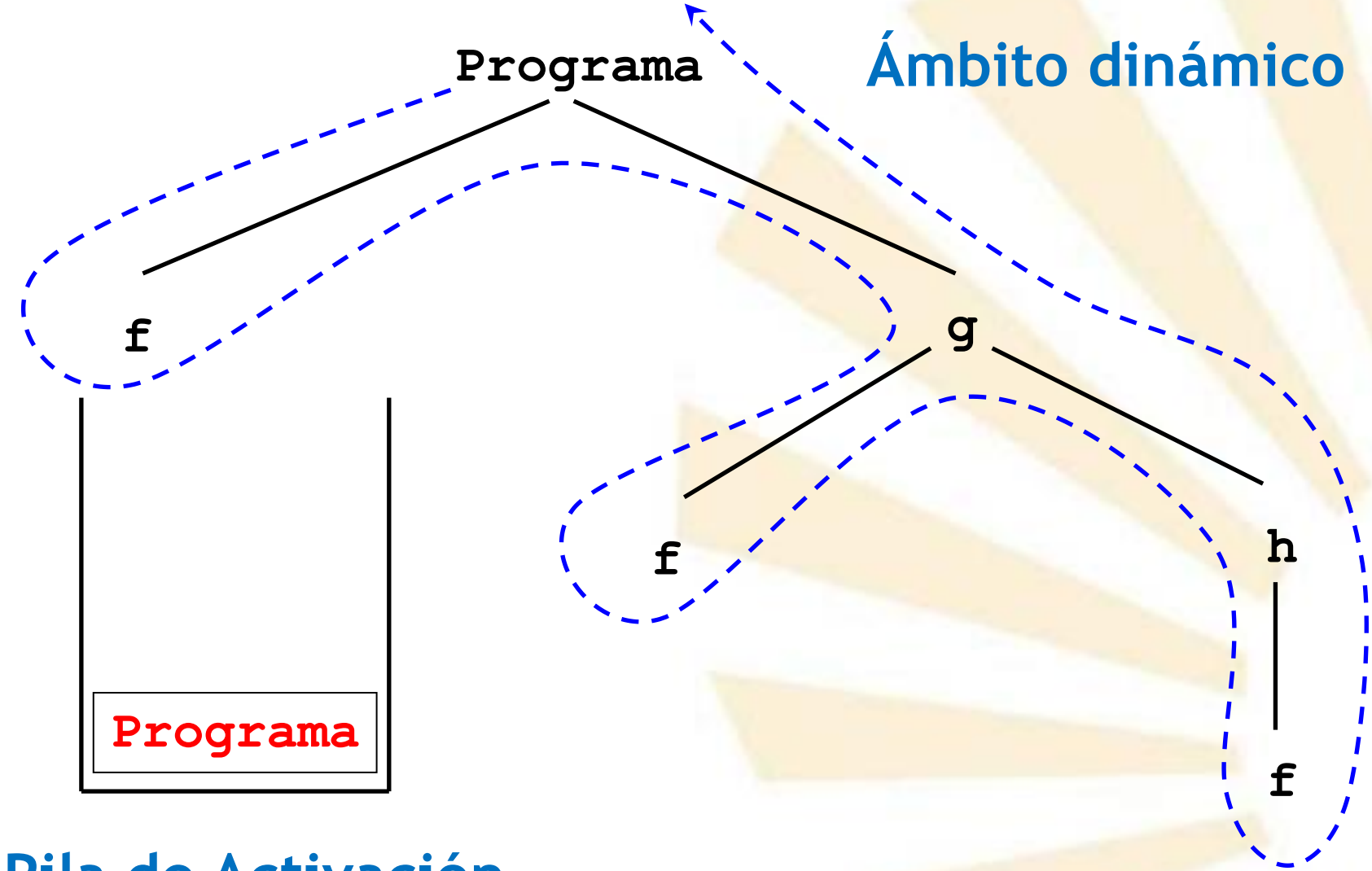
Pila de Activación

Árbol de Activación

Ejecución con ámbito dinámico

```
Programa
    Declaración de una variable x   (x1)

    Declaración de procedimiento f
     Uso de x

    Declaración de procedimiento g
     Declaración de una variable x   (x2)

     Declaración de procedimiento h
      Uso de x
      Llamada a f

      Llamada a f
      Llamada a h
      Si condición = verdadero
         entonces Llamada a g
         si no    Uso de x
      fin si
    Uso de x
    Llamada a f
    Llamada a g
```


Programa
Ámbito dinámico
f
g
f
h
f
Programa
Pila de Activación
Árbol de Activación



Pila de Activación

Árbol de Activación

2. Reseña Histórica de Scheme

- LISP
- Comparación entre Compilación e Interpretación
- Comparación entre el ámbito léxico (o estático) y el dinámico
- **Origen de Scheme**

2. Reseña Histórica de Scheme

- **Origen de Scheme**
  - Gerald Jay **Sussman** (MIT) and Guy Lewis **Steele** Jr.
  - **Pregunta:**

¿Cómo sería **LISP** con reglas de Ámbito Léxico o Estático?

  - **Respuesta:** un nuevo lenguaje → **Scheme**
    - Implementación más **eficiente** de la **recursión**
    - **Funciones** de **primera clase**
    - Reglas **semánticas** rigurosas
  - **Influencia en** Common LISP: reglas de ámbito léxico
  - ***Revised ^{5} Report on the Algorithmic Language Scheme***

2. Reseña Histórica de Scheme

- **Origen de Scheme**
  - **Estructura de los programas de Scheme**
    - Secuencia de
      - ❑ **definiciones** de funciones y variables
      - ❑ y **expresiones**

UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE CÓRDOBA

DEPARTAMENTO DE
INFORMÁTICA Y ANÁLISIS NUMÉRICO

PROGRAMACIÓN DECLARATIVA

INGENIERÍA INFORMÁTICA

CUARTO CURSO

PRIMER CUATRIMESTRE

Tema 1.- Introducción al Lenguaje Scheme