Fecha: 08/07/2023 Nombre y Apellido:

PARADIGMAS DE PROGRAMACIÓN

3er Parcial: Programación Funcional

INSTRUCCIONES:

- ✓ **Las soluciones de los Ejercicios 1, 2a y 2b deben entregarse en estas hojas.**
- ✓ **Resolver los Ejercicios 2c, 3 y 4 cada uno en una hoja separada.**
- ✓ **Poner nombre en TODAS las hojas que entregue.**
- ✓ **Numerar TODAS las hojas indicando en cada una el total (nro. hoja/total).**

Ejercicio 1 (25 puntos)

a) En el Paradigma Funcional:

	Se utiliza la operación de asignación de un valor a una variable.
	Una función puede no retornar ningún resultado.
	Una función puede ser argumento de otra función.
	Una función siempre debe tener asociado un nombre.
	Una función no puede retornar como resultado una función.
	Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.

b) En el Cálculo Lambda:

	La cantidad de formas normales que tiene un término depende del número de variables ligadas de dicho término.
	La aplicación reiterada de la Regla Beta siempre garantiza encontrar la forma normal de un término independientemente de la estrategia de reducción utilizada.
	Si un término tiene más de un redex tiene más de una forma normal.
	Aplicar la Regla Beta a un término siempre permite encontrar un término equivalente.
	Ninguna de las anteriores.

c) Dado el siguiente término del Cálculo Lambda:

```
(λx.λx.(λy.(f y) (x y)) w)
```

	Tiene un único redex.
	Con una única aplicación de la regla Beta (usando estrategia de reducción por Orden Normal) permite obtener su formal normal.
	Con una única aplicación de la regla Beta (usando estrategia de reducción por Orden Normal) permite obtener el término: `λx.(λy.(f y) (x y))`
	Con una única aplicación de la regla Beta (usando estrategia de reducción por Orden Aplicativo) permite obtener el término: `λx.(λy.(f y) (x y))`
	Ninguna de las anteriores.

d) El lenguaje de programación Scheme:

	Siempre utiliza orden normal para evaluar las expresiones.
	A veces utiliza orden normal para evaluar las expresiones, dependiendo del tipo de expresión que se evalúa.
	No admite funciones como argumentos de funciones.

	Sólo admite funciones de 1 argumento como argumento de otras funciones.
	Al evaluar la función (lambda (z) (if (pair? z) z (lambda (x) (z x)))), puede retornar una lista.
	Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.

e) Si se evalúa la siguiente expresión en Scheme: `(list 1 + 3 * 4)`

	Devuelve una lista que tiene como único elemento el número 13.
	Devuelve una lista de 5 elementos.
	Produce un error.
	Devuelve una lista que tiene como único elemento el número 16.
	Ninguna de las afirmaciones anteriores es correcta.

Ejercicio 2 (15 puntos)

Dado el siguiente término del Cálculo Lambda:

$$((\lambda x.(x\ \lambda z.z)\ \lambda y.(y\ (y\ z)))\ \lambda y.(x\ y))$$

a) Marque en la expresión anterior, cuántos y cuáles (si hubiera) son los redex que contiene.

b) Para cada variable, indicar el número de ocurrencias libres y ligadas de la misma, completando la siguiente tabla:

Variable	Ocurrencias Libres	Ocurrencias Ligadas

c) Hallar la forma normal del término indicando claramente las reglas utilizadas en cada paso.

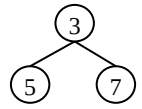
Ejercicio 3 (25 puntos)

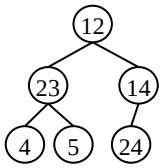
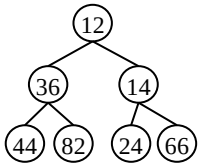
Definir la función **(los-que-cumplen *f*)** de orden superior de 1 argumento, donde ***f*** es una función de 1 argumento que retorna `#t` o `#f`.

El resultado de evaluar **(los-que-cumplen *f*)** es una función de 1 argumento, el cual será un árbol binario cuyos nodos almacenan números (ver en el siguiente párrafo la representación sugerida para los árboles).

Al aplicar la función retornada por **(los-que-cumplen *f*)** a un árbol binario, retornará una lista con los valores en los nodos del árbol que evalúen `#t` si se les aplica la función ***f***.

Se propone representar un árbol binario como una lista de 3 elementos: la raíz, el subárbol izquierdo y el subárbol derecho. Los subárboles son también árboles con esta representación. El árbol vacío se representa con `'nil`. En la tabla que sigue se muestran algunos ejemplos:

	`(define arbol '(3 (5 nil nil) (7 nil nil)))`

	`(define arbol2 '(12 (23 (4 nil nil) (5 nil nil))` `(14 (24 nil nil) nil)))`
	`(define arbol3 '(12 (36 (44 nil nil) (82 nil nil))` `(14 (24 nil nil) (66 nil nil))))`

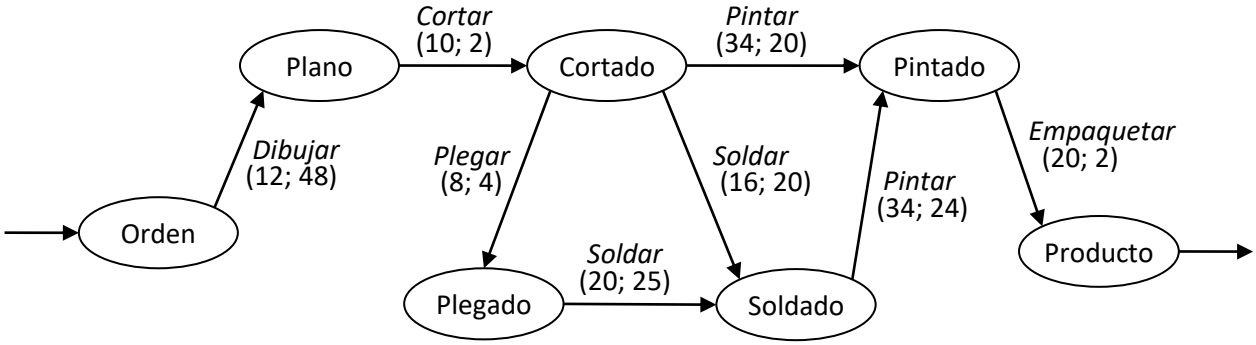
Teniendo en cuenta estos árboles binarios definidos en Scheme, a continuación se muestran ejemplos de la aplicación de la función **los-que-cumplen**.

```
(define menor10 (lambda (nro) (< nro 10)))
; even? Retorna #t si el argumento es un número par, #f en caso contrario
; odd? Retorna #t si el argumento es un número impar, #f en caso contrario

> (los-que-cumplen menor10)
#<procedure>
> ((los-que-cumplen odd?) arbol)
(3 5 7)
> ((los-que-cumplen odd?) arbol2)
(23 5)
> ((los-que-cumplen even?) arbol2)
(12 4 14 24)
> ((los-que-cumplen menor10) arbol2)
(4 5)
> ((los-que-cumplen menor10) arbol3)
()
```

Ejercicio 4 (35 puntos)

Un proceso de producción tiene un punto de entrada y un estado final, pero en el medio existen diferentes alternativas válidas en cuanto a la selección de los pasos intermedios. El proceso puede ser representado por un grafo en el cual, cada nodo se encuentra asociado a un estado de la orden y los arcos representan una actividad productiva que lleva la orden de un estado a otro. Cada actividad tiene asociado un costo y un tiempo. Un ejemplo puede verse en la figura siguiente:



Para el proceso anterior se propone la siguiente representación en el lenguaje Scheme:

```
(define grafo-proceso
  '((orden (dibujar 12 48) plano) (plano (cortar 10 2) cortado)
    (cortado (plegar 8 4) plegado) (cortado (soldar 16 20) soldado)
    (cortado (pintar 34 20) pintado) (plegado (soldar 20 25) soldado)
    (soldado (pintar 34 24) pintado) (pintado (empaquetar 20 2) producto))
)
```

En esta representación sólo se indican las transiciones de un estado a otro mediante la realización de una actividad. Se asume que no existen estados sin al menos una transición.
Se solicita que defina en Scheme las siguientes funciones:

a) (transicion *GP nodo-desde actividad*) que devuelve todos los datos de la transición al realizar la actividad indicada por el tercer argumento desde el nodo indicado por el segundo. El argumento *GP* es el grafo del proceso de acuerdo a la representación presentada anteriormente.

Note en los ejemplos que esta función devuelve alguna de las listas contenidas en la lista *GP*. Si la transición no existe, debe retornar falso.

```
> (transicion grafo-proceso ‘plano ‘cortar)
(plano (cortar 10 2) cortado)

> (transicion grafo-proceso ‘cortado ‘plegar)
(cortado (plegar 8 4) plegado)

> (transicion grafo-proceso ‘soldado ‘cortar)
#f
```

b) (nodo-hasta *transicion*) que devuelve el nodo destino de ejecutar la transición recibida como argumento. Ver los ejemplos que siguen:

```
> (nodo-hasta ‘(plano (cortar 10 2) cortado))
cortado

> (nodo-hasta (transicion grafo-proceso ‘cortado ‘plegar))
plegado
```

c) (lista-actividades *GP*) que devuelve una lista con los nombres de las actividades del proceso representado por *GP*, sin elementos repetidos.

```
> (lista-actividades grafo-proceso)
(dibujar cortar plegar soldar pintar empaquetar)
```

d) (proceso-valido? *GP info-proceso*) que devuelve verdadero si ***info-proceso*** representa un proceso válido según lo indicado en el grafo ***GP***.

El argumento ***info-proceso*** es una lista de 3 elementos, donde los dos primeros son el nodo inicial (*NI*) y el nodo final (*NF*) del proceso y el tercer elemento es una lista con las actividades que llevarían desde *NI* a *NF*. En caso de que ***info-proceso*** no corresponda con un camino válido en el grafo, la función deberá retornar falso.

```
> (proceso-valido? grafo-proceso
       ‘(orden producto (dibujar cortar plegar soldar pintar empaquetar)))
#t

> (proceso-valido? grafo-proceso
       ‘(orden producto (dibujar plegar soldar pintar cortar)))
#f
```