

## **Trabajo Práctico N° 4:** **Módulo Imperativo (Árboles 2).**

### **Ejercicio 1.**

*Implementar un programa modularizado para una librería que:*

*(a) Almacene los productos vendidos en una estructura eficiente para la búsqueda por código de producto. De cada producto, deben quedar almacenados la cantidad total de unidades vendidas y el monto total. De cada venta, se lee código de venta, código del producto vendido, cantidad de unidades vendidas y precio unitario. El ingreso de las ventas finaliza cuando se lee el código de venta -1.*

*(b) Imprima el contenido del árbol ordenado por código de producto.*

*(c) Contenga un módulo que reciba la estructura generada en el inciso (a) y retorne el código de producto con mayor cantidad de unidades vendidas.*

*(d) Contenga un módulo que reciba la estructura generada en el inciso (a) y un código de producto y retorne la cantidad de códigos menores que él que hay en la estructura.*

*(e) Contenga un módulo que reciba la estructura generada en el inciso (a) y dos códigos de producto y retorne el monto total entre todos los códigos de productos comprendidos entre los dos valores recibidos (sin incluir).*

```
program TP4_E1;
{$codepage UTF8}
uses crt;
const
  codigo_venta_salida=-1;
type
  t_registro_venta=record
    codigo_venta: int16;
    codigo_producto: int16;
    cantidad: int8;
    precio: real;
  end;
  t_registro_producto=record
    codigo_producto: int16;
    cantidad_total: int16;
    monto_total: real;
  end;
  t_abb_productos=^t_nodo_abb_productos;
  t_nodo_abb_productos=record
    ele: t_registro_producto;
    hi: t_abb_productos;
    hd: t_abb_productos;
  end;
procedure leer_venta(var registro_venta: t_registro_venta);
var
  i: int8;
begin
  i:=random(100);
  if (i=0) then
    registro_venta.codigo_venta:=codigo_venta_salida
  else
```

```

    registro_venta.codigo_venta:=random(high(int16));
    if (registro_venta.codigo_venta<>codigo_venta_salida) then
    begin
        registro_venta.codigo_producto:=1+random(high(int16));
        registro_venta.cantidad:=1+random(high(int8));
        registro_venta.precio:=1+random(100);
    end;
end;
procedure cargar_registro_producto(var registro_producto: t_registro_producto; registro_venta:
t_registro_venta);
begin
    registro_producto.codigo_producto:=registro_venta.codigo_producto;
    registro_producto.cantidad_total:=registro_venta.cantidad;
    registro_producto.monto_total:=registro_venta.cantidad*registro_venta.precio;
end;
procedure agregar_abb_productos(var abb_productos: t_abb_productos; registro_venta:
t_registro_venta);
begin
    if (abb_productos=nil) then
    begin
        new(abb_productos);
        cargar_registro_producto(abb_productos^.ele,registro_venta);
        abb_productos^.hi:=nil;
        abb_productos^.hd:=nil;
    end
    else
        if (registro_venta.codigo_producto=abb_productos^.ele.codigo_producto) then
        begin
            abb_productos^.ele.cantidad_total:=abb_productos^.ele.cantidad_total+registro_venta.cant
idad;
            abb_productos^.ele.monto_total:=abb_productos^.ele.monto_total+registro_venta.cantidad*r
egistro_venta.precio;
        end
        else
            if (registro_venta.codigo_producto<abb_productos^.ele.codigo_producto) then
                agregar_abb_productos(abb_productos^.hi,registro_venta)
            else
                agregar_abb_productos(abb_productos^.hd,registro_venta);
        end;
end;
procedure cargar_abb_productos(var abb_productos: t_abb_productos);
var
    registro_venta: t_registro_venta;
begin
    leer_venta(registro_venta);
    while (registro_venta.codigo_venta<>codigo_venta_salida) do
    begin
        agregar_abb_productos(abb_productos,registro_venta);
        leer_venta(registro_venta);
    end;
end;
procedure imprimir_registro_producto(registro_producto: t_registro_producto);
begin
    textcolor(green); write('El código de producto del producto es '); textcolor(red);
writeln(registro_producto.codigo_producto);
    textcolor(green); write('La cantidad total de unidades vendidas del producto es ');
textcolor(red); writeln(registro_producto.cantidad_total);
    textcolor(green); write('El monto total del producto es $'); textcolor(red);
writeln(registro_producto.monto_total:0:2);
    writeln();
end;
procedure imprimir_abb_productos(abb_productos: t_abb_productos);
begin
    if (abb_productos<>nil) then
    begin
        imprimir_abb_productos(abb_productos^.hi);
        imprimir_registro_producto(abb_productos^.ele);
    end;
end;

```

```

    imprimir_abb_productos(abb_productos^.hd);
end;
end;
procedure buscar_codigo_mayor_cantidad(abb_productos: t_abb_productos; var cantidad_max,
codigo_max: int16);
begin
    if (abb_productos<>nil) then
        begin
            buscar_codigo_mayor_cantidad(abb_productos^.hi,cantidad_max,codigo_max);
            if (abb_productos^.ele.cantidad_total>cantidad_max) then
                begin
                    cantidad_max:=abb_productos^.ele.cantidad_total;
                    codigo_max:=abb_productos^.ele.codigo_producto;
                end;
            buscar_codigo_mayor_cantidad(abb_productos^.hd,cantidad_max,codigo_max);
        end;
    end;
end;
function contar_codigos(abb_productos: t_abb_productos; codigo: int16): int16;
begin
    if (abb_productos=nil) then
        contar_codigos:=0
    else
        if (abb_productos^.ele.codigo_producto<codigo) then
            contar_codigos:=contar_codigos(abb_productos^.hi,codigo)+contar_codigos(abb_productos^.hd,codigo)+1
        else
            contar_codigos:=contar_codigos(abb_productos^.hi,codigo);
        end;
    end;
end;
procedure verificar_codigos(var codigo1, codigo2: int16);
var
    aux: int16;
begin
    if (codigo1>codigo2) then
        begin
            aux:=codigo1;
            codigo1:=codigo2;
            codigo2:=aux;
        end;
    end;
end;
function contar_monto_total(abb_productos: t_abb_productos; codigo1, codigo2: int16): real;
begin
    if (abb_productos=nil) then
        contar_monto_total:=0
    else
        if (codigo1>=abb_productos^.ele.codigo_producto) then
            contar_monto_total:=contar_monto_total(abb_productos^.hd,codigo1,codigo2)
        else if (codigo2<=abb_productos^.ele.codigo_producto) then
            contar_monto_total:=contar_monto_total(abb_productos^.hi,codigo1,codigo2)
        else
            contar_monto_total:=contar_monto_total(abb_productos^.hi,codigo1,codigo2)+contar_monto_total(abb_productos^.hd,codigo1,codigo2)+abb_productos^.ele.monto_total;
        end;
    end;
end;
var
    abb_productos: t_abb_productos;
    cantidad_max, codigo_max, codigo, codigo1, codigo2: int16;
begin
    randomize;
    abb_productos:=nil;
    cantidad_max:=low(int16); codigo_max:=0;
    writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (a):'); writeln();
    cargar_abb_productos(abb_productos);
    if (abb_productos<>nil) then
        begin
            writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (b):'); writeln();
            imprimir_abb_productos(abb_productos);
            writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (c):'); writeln();
        end;
    end;
end;

```

```
    buscar_codigo_mayor_cantidad(abb_productos,cantidad_max,codigo_max);
    textcolor(green); write('El código de producto con mayor cantidad de unidades vendidas es
'); textcolor(red); writeln(codigo_max);
    writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (d):'); writeln();
    codigo:=1+random(high(int16));
    textcolor(green); write('La cantidad de códigos menores que el código de producto ');
textcolor(yellow); write(codigo); textcolor(green); write(' es '); textcolor(red);
writeln(contar_codigos(abb_productos,codigo));
    writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (e):'); writeln();
    codigo1:=1+random(high(int16)); codigo2:=1+random(high(int16));
    verificar_codigos(codigo1,codigo2);
    textcolor(green); write('El monto total en el abb cuyo código de producto se encuentra
entre '); textcolor(yellow); write(codigo1); textcolor(green); write(' y ');
textcolor(yellow); write(codigo2); textcolor(green); write(' es $'); textcolor(red);
write(contar_monto_total(abb_productos,codigo1,codigo2):0:2);
    end;
end.
```

## **Ejercicio 2.**

*Una biblioteca nos ha encargado procesar la información de los préstamos realizados durante el año 2021. De cada préstamo, se conoce el ISBN del libro, el número de socio, día y mes del préstamo y cantidad de días prestados. Implementar un programa con:*

*(a) Un módulo que lea préstamos y retorne 2 estructuras de datos con la información de los préstamos. La lectura de los préstamos finaliza con ISBN -1. Las estructuras deben ser eficientes para buscar por ISBN.*

*(i) En una estructura, cada préstamo debe estar en un nodo.*

*(ii) En otra estructura, cada nodo debe contener todos los préstamos realizados al ISBN (prestar atención sobre los datos que se almacenan).*

*(b) Un módulo recursivo que reciba la estructura generada en (i) y retorne el ISBN más grande.*

*(c) Un módulo recursivo que reciba la estructura generada en (ii) y retorne el ISBN más pequeño.*

*(d) Un módulo recursivo que reciba la estructura generada en (i) y un número de socio. El módulo debe retornar la cantidad de préstamos realizados a dicho socio.*

*(e) Un módulo recursivo que reciba la estructura generada en (ii) y un número de socio. El módulo debe retornar la cantidad de préstamos realizados a dicho socio.*

*(f) Un módulo que reciba la estructura generada en (i) y retorne una nueva estructura ordenada ISBN, donde cada ISBN aparezca una vez junto a la cantidad total de veces que se prestó.*

*(g) Un módulo que reciba la estructura generada en (ii) y retorne una nueva estructura ordenada ISBN, donde cada ISBN aparezca una vez junto a la cantidad total de veces que se prestó.*

*(h) Un módulo recursivo que reciba la estructura generada en (g) y muestre su contenido.*

*(i) Un módulo recursivo que reciba la estructura generada en (i) y dos valores de ISBN. El módulo debe retornar la cantidad total de préstamos realizados a los ISBN comprendidos entre los dos valores recibidos (incluidos).*

*(j) Un módulo recursivo que reciba la estructura generada en (ii) y dos valores de ISBN. El módulo debe retornar la cantidad total de préstamos realizados a los ISBN comprendidos entre los dos valores recibidos (incluidos).*

```
program TP4_E2;  
{ $codepage UTF8 }  
uses crt;  
const  
  dia_ini=1; dia_fin=31;  
  mes_ini=1; mes_fin=12;  
  isbn_salida=-1;
```

```

type
  t_dia=dia_ini..dia_fin;
  t_mes=mes_ini..mes_fin;
  t_registro_prestamo1=record
    isbn: int8;
    socio: int8;
    dia: t_dia;
    mes: t_mes;
    dias_prestados: int8;
  end;
  t_abb_prestamos=^t_nodo_abb_prestamos;
  t_nodo_abb_prestamos=record
    ele: t_registro_prestamo1;
    hi: t_abb_prestamos;
    hd: t_abb_prestamos;
  end;
  t_registro_prestamo2=record
    socio: int8;
    dia: t_dia;
    mes: t_mes;
    dias_prestados: int8;
  end;
  t_lista_prestamos=^t_nodo_prestamos;
  t_nodo_prestamos=record
    ele: t_registro_prestamo2;
    sig: t_lista_prestamos;
  end;
  t_registro_isbn1=record
    isbn: int8;
    prestamos: t_lista_prestamos;
  end;
  t_abb_isbns=^t_nodo_abb_isbns;
  t_nodo_abb_isbns=record
    ele: t_registro_isbn1;
    hi: t_abb_isbns;
    hd: t_abb_isbns;
  end;
  t_registro_isbn2=record
    isbn: int8;
    prestamos: int16;
  end;
  t_lista_isbns=^t_nodo_isbns;
  t_nodo_isbns=record
    ele: t_registro_isbn2;
    sig: t_lista_isbns;
  end;
procedure leer_prestamo(var registro_prestamo1: t_registro_prestamo1);
var
  i: int8;
begin
  i:=random(100);
  if (i=0) then
    registro_prestamo1.isbn:=isbn_salida
  else
    registro_prestamo1.isbn:=1+random(high(int8));
    if (registro_prestamo1.isbn<>isbn_salida) then
      begin
        registro_prestamo1.socio:=1+random(high(int8));
        registro_prestamo1.dia:=dia_ini+random(dia_fin);
        registro_prestamo1.mes:=mes_ini+random(mes_fin);
        registro_prestamo1.dias_prestados:=1+random(high(int8));
      end;
  end;
end;
procedure agregar_abb_prestamos(var abb_prestamos: t_abb_prestamos; registro_prestamo1:
t_registro_prestamo1);
begin

```

```
if (abb_prestamos=nil) then
begin
  new(abb_prestamos);
  abb_prestamos^.ele:=registro_prestamo1;
  abb_prestamos^.hi:=nil;
  abb_prestamos^.hd:=nil;
end
else
  if (registro_prestamo1.isbn<=abb_prestamos^.ele.isbn) then
    agregar_abb_prestamos(abb_prestamos^.hi,registro_prestamo1)
  else
    agregar_abb_prestamos(abb_prestamos^.hd,registro_prestamo1);
end;
procedure cargar_registro_prestamo2(var registro_prestamo2: t_registro_prestamo2;
registro_prestamo1: t_registro_prestamo1);
begin
  registro_prestamo2.socio:=registro_prestamo1.socio;
  registro_prestamo2.dia:=registro_prestamo1.dia;
  registro_prestamo2.mes:=registro_prestamo1.mes;
  registro_prestamo2.dias_prestados:=registro_prestamo1.dias_prestados;
end;
procedure agregar_adelante_lista_prestamos(var lista_prestamos: t_lista_prestamos;
registro_prestamo1: t_registro_prestamo1);
var
  nuevo: t_lista_prestamos;
begin
  new(nuevo);
  cargar_registro_prestamo2(nuevo^.ele,registro_prestamo1);
  nuevo^.sig:=lista_prestamos;
  lista_prestamos:=nuevo;
end;
procedure cargar_registro_isbn1(var registro_isbn1: t_registro_isbn1; registro_prestamo1:
t_registro_prestamo1);
begin
  registro_isbn1.isbn:=registro_prestamo1.isbn;
  registro_isbn1.prestamos:=nil;
  agregar_adelante_lista_prestamos(registro_isbn1.prestamos,registro_prestamo1);
end;
procedure agregar_abb_isbns(var abb_isbns: t_abb_isbns; registro_prestamo1:
t_registro_prestamo1);
begin
  if (abb_isbns=nil) then
  begin
    new(abb_isbns);
    cargar_registro_isbn1(abb_isbns^.ele,registro_prestamo1);
    abb_isbns^.hi:=nil;
    abb_isbns^.hd:=nil;
  end
  else
    if (registro_prestamo1.isbn=abb_isbns^.ele.isbn) then
      agregar_adelante_lista_prestamos(abb_isbns^.ele.prestamos,registro_prestamo1)
    else if (registro_prestamo1.isbn<abb_isbns^.ele.isbn) then
      agregar_abb_isbns(abb_isbns^.hi,registro_prestamo1)
    else
      agregar_abb_isbns(abb_isbns^.hd,registro_prestamo1);
  end;
end;
procedure cargar_abbs(var abb_prestamos: t_abb_prestamos; var abb_isbns: t_abb_isbns);
var
  registro_prestamo1: t_registro_prestamo1;
begin
  leer_prestamo(registro_prestamo1);
  while (registro_prestamo1.isbn<>isbn_salida) do
  begin
    agregar_abb_prestamos(abb_prestamos,registro_prestamo1);
    agregar_abb_isbns(abb_isbns,registro_prestamo1);
    leer_prestamo(registro_prestamo1);
```

```

    end;
end;
procedure imprimir_registro_prestamo1(registro_prestamo1: t_registro_prestamo1);
begin
    textcolor(green); write('El ISBN del préstamo es '); textcolor(red);
    writeln(registro_prestamo1.isbn);
    textcolor(green); write('El número de socio del préstamo es '); textcolor(red);
    writeln(registro_prestamo1.socio);
    textcolor(green); write('El día del préstamo es '); textcolor(red);
    writeln(registro_prestamo1.dia);
    textcolor(green); write('El mes del préstamo es '); textcolor(red);
    writeln(registro_prestamo1.mes);
    textcolor(green); write('La cantidad de días prestados del préstamo es '); textcolor(red);
    writeln(registro_prestamo1.dias_prestados);
    writeln();
end;
procedure imprimir_abb_prestamos(abb_prestamos: t_abb_prestamos);
begin
    if (abb_prestamos<>nil) then
    begin
        imprimir_abb_prestamos(abb_prestamos^.hi);
        imprimir_registro_prestamo1(abb_prestamos^.ele);
        imprimir_abb_prestamos(abb_prestamos^.hd);
    end;
end;
procedure imprimir_registro_prestamo2(registro_prestamo2: t_registro_prestamo2; isbn: int8;
prestamo: int16);
begin
    textcolor(green); write('El número de socio del préstamo '); textcolor(yellow);
    write(prestamo); textcolor(green); write(' del ISBN '); textcolor(yellow); write(isbn);
    textcolor(green); write(' es '); textcolor(red); writeln(registro_prestamo2.socio);
    textcolor(green); write('El día del préstamo '); textcolor(yellow); write(prestamo);
    textcolor(green); write(' del ISBN '); textcolor(yellow); write(isbn); textcolor(green);
    write(' es '); textcolor(red); writeln(registro_prestamo2.dia);
    textcolor(green); write('El mes del préstamo '); textcolor(yellow); write(prestamo);
    textcolor(green); write(' del ISBN '); textcolor(yellow); write(isbn); textcolor(green);
    write(' es '); textcolor(red); writeln(registro_prestamo2.mes);
    textcolor(green); write('La cantidad de días prestados del préstamo '); textcolor(yellow);
    write(prestamo); textcolor(green); write(' del ISBN '); textcolor(yellow); write(isbn);
    textcolor(green); write(' es '); textcolor(red); writeln(registro_prestamo2.dias_prestados);
end;
procedure imprimir_lista_prestamos(lista_prestamos: t_lista_prestamos; isbn: int8);
var
    i: int16;
begin
    i:=0;
    while (lista_prestamos<>nil) do
    begin
        i:=i+1;
        imprimir_registro_prestamo2(lista_prestamos^.ele,isbn,i);
        lista_prestamos:=lista_prestamos^.sig;
    end;
end;
procedure imprimir_registro_isbn1(registro_isbn1: t_registro_isbn1);
begin
    textcolor(green); write('El ISBN del préstamo es '); textcolor(red);
    writeln(registro_isbn1.isbn);
    imprimir_lista_prestamos(registro_isbn1.prestamos,registro_isbn1.isbn);
    writeln();
end;
procedure imprimir_abb_isbns(abb_isbns: t_abb_isbns);
begin
    if (abb_isbns<>nil) then
    begin
        imprimir_abb_isbns(abb_isbns^.hi);
        imprimir_registro_isbn1(abb_isbns^.ele);
    end;
end;

```



```

    imprimir_abb_isbns(abb_isbns^.hd);
end;
function buscar_mayor_isbn(abb_prestamos: t_abb_prestamos): int8;
begin
    if (abb_prestamos^.hd=nil) then
        buscar_mayor_isbn:=abb_prestamos^.ele.isbn
    else
        buscar_mayor_isbn:=buscar_mayor_isbn(abb_prestamos^.hd);
    end;
end;
function buscar_menor_isbn(abb_isbns: t_abb_isbns): int8;
begin
    if (abb_isbns^.hi=nil) then
        buscar_menor_isbn:=abb_isbns^.ele.isbn
    else
        buscar_menor_isbn:=buscar_menor_isbn(abb_isbns^.hi);
    end;
end;
function contar_abb_prestamos(abb_prestamos: t_abb_prestamos; socio: int8): int16;
begin
    if (abb_prestamos=nil) then
        contar_abb_prestamos:=0
    else
        if (socio=abb_prestamos^.ele.socio) then
            contar_abb_prestamos:=contar_abb_prestamos(abb_prestamos^.hi,socio)+contar_abb_prestamos
(abb_prestamos^.hd,socio)+1
        else
            contar_abb_prestamos:=contar_abb_prestamos(abb_prestamos^.hi,socio)+contar_abb_prestamos
(abb_prestamos^.hd,socio);
        end;
    end;
end;
function contar_socios(lista_prestamos: t_lista_prestamos; socio: int8): int16;
var
    socios: int16;
begin
    socios:=0;
    while (lista_prestamos<>nil) do
        begin
            if (socio=lista_prestamos^.ele.socio) then
                socios:=socios+1;
            lista_prestamos:=lista_prestamos^.sig;
            end;
        contar_socios:=socios;
    end;
end;
function contar_abb_isbns(abb_isbns: t_abb_isbns; socio: int8): int16;
begin
    if (abb_isbns=nil) then
        contar_abb_isbns:=0
    else
        contar_abb_isbns:=contar_abb_isbns(abb_isbns^.hi,socio)+contar_abb_isbns(abb_isbns^.hd,socio)+contar_socios(abb_isbns^.ele.prestamos,socio);
    end;
end;
procedure cargar1_registro_isbn2(var registro_isbn2: t_registro_isbn2; isbn: int8);
begin
    registro_isbn2.isbn:=isbn;
    registro_isbn2.prestamos:=1;
end;
procedure agregar_adelante_lista_isbns1(var lista_isbns1: t_lista_isbns; isbn: int8);
var
    nuevo: t_lista_isbns;
begin
    new(nuevo);
    cargar1_registro_isbn2(nuevo^.ele,isbn);
    nuevo^.sig:=lista_isbns1;
    lista_isbns1:=nuevo;
end;
procedure cargar_lista_isbns1(var lista_isbns1: t_lista_isbns; abb_prestamos:
t_abb_prestamos);

```

```
begin
  if (abb_prestamos<>nil) then
    begin
      cargar_lista_isbns1(lista_isbns1,abb_prestamos^.hd);
      if ((lista_isbns1<>nil) and (lista_isbns1^.ele.isbn=abb_prestamos^.ele.isbn)) then
        lista_isbns1^.ele.prestamos:=lista_isbns1^.ele.prestamos+1
      else
        agregar_adelante_lista_isbns1(lista_isbns1,abb_prestamos^.ele.isbn);
        cargar_lista_isbns1(lista_isbns1,abb_prestamos^.hi);
      end;
    end;
end;
function contar_prestamos(lista_prestamos: t_lista_prestamos): int16;
var
  prestamos: int16;
begin
  prestamos:=0;
  while (lista_prestamos<>nil) do
    begin
      prestamos:=prestamos+1;
      lista_prestamos:=lista_prestamos^.sig;
    end;
  contar_prestamos:=prestamos;
end;
procedure cargar2_registro_isbn2(var registro_isbn2: t_registro_isbn2; registro_isbn1:
t_registro_isbn1);
begin
  registro_isbn2.isbn:=registro_isbn1.isbn;
  registro_isbn2.prestamos:=contar_prestamos(registro_isbn1.prestamos);
end;
procedure agregar_adelante_lista_isbns2(var lista_isbns2: t_lista_isbns; registro_isbn1:
t_registro_isbn1);
var
  nuevo: t_lista_isbns;
begin
  new(nuevo);
  cargar2_registro_isbn2(nuevo^.ele,registro_isbn1);
  nuevo^.sig:=lista_isbns2;
  lista_isbns2:=nuevo;
end;
procedure cargar_lista_isbns2(var lista_isbns2: t_lista_isbns; abb_isbns: t_abb_isbns);
begin
  if (abb_isbns<>nil) then
    begin
      cargar_lista_isbns2(lista_isbns2,abb_isbns^.hd);
      agregar_adelante_lista_isbns2(lista_isbns2,abb_isbns^.ele);
      cargar_lista_isbns2(lista_isbns2,abb_isbns^.hi);
    end;
  end;
end;
procedure imprimir_registro_isbn2(registro_isbn2: t_registro_isbn2);
begin
  textcolor(green); write('El ISBN es '); textcolor(red); writeln(registro_isbn2.isbn);
  textcolor(green); write('La cantidad total de veces que se prestó es '); textcolor(red);
writeln(registro_isbn2.prestamos);
end;
procedure imprimir1_lista_isbns(lista_isbns: t_lista_isbns);
begin
  while (lista_isbns<>nil) do
    begin
      imprimir_registro_isbn2(lista_isbns^.ele);
      writeln();
      lista_isbns:=lista_isbns^.sig;
    end;
  end;
end;
procedure imprimir2_lista_isbns(lista_isbns: t_lista_isbns);
begin
  if (lista_isbns<>nil) then
```

```

begin
    imprimir_registro_isbn2(lista_isbns^.ele);
    imprimir2_lista_isbns(lista_isbns^.sig);
end;
end;
procedure verificar_isbns(var isbn1, isbn2: int8);
var
    aux: int8;
begin
    if (isbn1>isbn2) then
    begin
        aux:=isbn1;
        isbn1:=isbn2;
        isbn2:=aux;
    end;
end;
function contar_isbns1(abb_prestamos: t_abb_prestamos; isbn1, isbn2: int8): int16;
begin
    if (abb_prestamos=nil) then
        contar_isbns1:=0
    else
        if (isbn1>abb_prestamos^.ele.isbn) then
            contar_isbns1:=contar_isbns1(abb_prestamos^.hd,isbn1,isbn2)
        else if (isbn2<abb_prestamos^.ele.isbn) then
            contar_isbns1:=contar_isbns1(abb_prestamos^.hi,isbn1,isbn2)
        else
            contar_isbns1:=contar_isbns1(abb_prestamos^.hi,isbn1,isbn2)+contar_isbns1(abb_prestamos^
.hd,isbn1,isbn2)+1;
    end;
function contar_isbns2(abb_isbns: t_abb_isbns; isbn1, isbn2: int8): int16;
begin
    if (abb_isbns=nil) then
        contar_isbns2:=0
    else
        if (isbn1>abb_isbns^.ele.isbn) then
            contar_isbns2:=contar_isbns2(abb_isbns^.hd,isbn1,isbn2)
        else if (isbn2<abb_isbns^.ele.isbn) then
            contar_isbns2:=contar_isbns2(abb_isbns^.hi,isbn1,isbn2)
        else
            contar_isbns2:=contar_isbns2(abb_isbns^.hi,isbn1,isbn2)+contar_isbns2(abb_isbns^.hd,isbn
1,isbn2)+contar_prestamos(abb_isbns^.ele.prestamos);
    end;
var
    lista_isbns1, lista_isbns2: t_lista_isbns;
    abb_prestamos: t_abb_prestamos;
    abb_isbns: t_abb_isbns;
    socio, isbn1, isbn2: int8;
begin
    randomize;
    abb_prestamos:=nil; abb_isbns:=nil;
    lista_isbns1:=nil; lista_isbns2:=nil;
    writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (a):'); writeln();
    cargar_abbs(abb_prestamos,abb_isbns);
    if ((abb_prestamos<>nil) and (abb_isbns<>nil)) then
    begin
        writeln(); textcolor(red); writeln('ABB_PRESTAMOS:'); writeln();
        imprimir_abb_prestamos(abb_prestamos);
        writeln(); textcolor(red); writeln('ABB_ISBNS:'); writeln();
        imprimir_abb_isbns(abb_isbns);
        writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (b):'); writeln();
        textcolor(green); write('El ISBN más grande es '); textcolor(red);
writeln(buscar_mayor_isbn(abb_prestamos));
        writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (c):'); writeln();
        textcolor(green); write('El ISBN más chico es '); textcolor(red);
writeln(buscar_menor_isbn(abb_isbns));
        writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (d):'); writeln();

```

```
socio:=1+random(high(int8));
textcolor(green); write('La cantidad de préstamos en el abb_prestamos realizados al número
de socio '); textcolor(yellow); write(socio); textcolor(green); write(' es '); textcolor(red);
writeln(contar_abb_prestamos(abb_prestamos,socio));
writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (e):'); writeln();
socio:=1+random(high(int8));
textcolor(green); write('La cantidad de préstamos en el abb_isbns realizados al número de
socio '); textcolor(yellow); write(socio); textcolor(green); write(' es '); textcolor(red);
writeln(contar_abb_isbns(abb_isbns,socio));
writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (f):'); writeln();
cargar_lista_isbns1(lista_isbns1,abb_prestamos);
imprimir1_lista_isbns(lista_isbns1);
writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (g):'); writeln();
cargar_lista_isbns2(lista_isbns2,abb_isbns);
imprimir1_lista_isbns(lista_isbns2);
writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (h):'); writeln();
imprimir2_lista_isbns(lista_isbns1);
writeln();
imprimir2_lista_isbns(lista_isbns2);
writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (i):'); writeln();
isbn1:=1+random(high(int8)); isbn2:=1+random(high(int8));
verificar_isbns(isbn1,isbn2);
textcolor(green); write('La cantidad total de préstamos en el abb_prestamos cuyo ISBN se
encuentra entre '); textcolor(yellow); write(isbn1); textcolor(green); write(' y ');
textcolor(yellow); write(isbn2); textcolor(green); write(' (incluidos) es '); textcolor(red);
writeln(contar_isbns1(abb_prestamos,isbn1,isbn2));
writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (j):'); writeln();
textcolor(green); write('La cantidad total de préstamos en el abb_isbns cuyo ISBN se
encuentra entre '); textcolor(yellow); write(isbn1); textcolor(green); write(' y ');
textcolor(yellow); write(isbn2); textcolor(green); write(' (incluidos) es '); textcolor(red);
write(contar_isbns2(abb_isbns,isbn1,isbn2));
end;
end.
```

**Ejercicio 3.**

Una facultad nos ha encargado procesar la información de sus alumnos de la carrera XXX. Esta carrera tiene 30 materias. Implementar un programa con:

(a) Un módulo que lea la información de los finales rendidos por los alumnos y los almacene en dos estructuras de datos.

(i) Una estructura que, para cada alumno, se almacenen sólo código y nota de las materias aprobadas (4 a 10). De cada final rendido, se lee el código del alumno, el código de materia y la nota (valor entre 1 y 10). La lectura de los finales finaliza con nota -1. La estructura debe ser eficiente para buscar por código de alumno.

(ii) Otra estructura que almacene para cada materia, su código y todos los finales rendidos en esa materia (código de alumno y nota).

(b) Un módulo que reciba la estructura generada en (i) y un código de alumno y retorne los códigos y promedios de los alumnos cuyos códigos sean mayor al ingresado.

(c) Un módulo que reciba la estructura generada en (i), dos códigos de alumnos y un valor entero y retorne la cantidad de alumnos con cantidad de finales aprobados igual al valor ingresado para aquellos alumnos cuyos códigos están comprendidos entre los dos códigos de alumnos ingresados.

```
program TP4_E3;
{$codepage UTF8}
uses crt;
const
  materias_total=30;
  nota_corte=4;
  nota_ini=1; nota_fin=10;
  nota_salida=-1;
type
  t_materia=1..materias_total;
  t_nota=nota_salida..nota_fin;
  t_registro_final1=record
    codigo_alumno: int8;
    codigo_materia: t_materia;
    nota: t_nota;
  end;
  t_vector_notas=array[t_materia] of t_nota;
  t_registro_alumno1=record
    codigo_alumno: int8;
    notas: t_vector_notas;
  end;
  t_abb_alumnos1=^t_nodo_abb_alumnos1;
  t_nodo_abb_alumnos1=record
    ele: t_registro_alumno1;
    hi: t_abb_alumnos1;
    hd: t_abb_alumnos1;
  end;
  t_registro_final2=record
    codigo_alumno: int8;
    nota: t_nota;
  end;
  t_lista_finales=^t_nodo_finales;
  t_nodo_finales=record
    ele: t_registro_final2;
```

```

    sig: t_lista_finales;
end;
t_vector_finales=array[t_materia] of t_lista_finales;
t_registro_alumno2=record
    codigo_alumno: int8;
    promedio: real;
end;
t_abb_alumnos2:=t_nodo_abb_alumnos2;
t_nodo_abb_alumnos2=record
    ele: t_registro_alumno2;
    hi: t_abb_alumnos2;
    hd: t_abb_alumnos2;
end;
procedure inicializar_vector_finales(var vector_finales: t_vector_finales);
var
    i: t_materia;
begin
    for i:= 1 to materias_total do
        vector_finales[i]:=nil;
    end;
procedure leer_final(var registro_final1: t_registro_final1);
var
    i: int8;
begin
    i:=random(100);
    if (i=0) then
        registro_final1.nota:=nota_salida
    else
        registro_final1.nota:=nota_ini+random(nota_fin);
        if (registro_final1.nota<>nota_salida) then
            begin
                registro_final1.codigo_alumno:=1+random(high(int8));
                registro_final1.codigo_materia:=1+random(materias_total);
            end;
        end;
end;
procedure inicializar_vector_notas(var vector_notas: t_vector_notas);
var
    i: t_materia;
begin
    for i:= 1 to materias_total do
        vector_notas[i]:=0;
    end;
procedure cargar_registro_alumno1(var registro_alumno1: t_registro_alumno1; registro_final1:
t_registro_final1);
begin
    registro_alumno1.codigo_alumno:=registro_final1.codigo_alumno;
    inicializar_vector_notas(registro_alumno1.notas);
    if (registro_final1.nota>=nota_corte) then
        registro_alumno1.notas[registro_final1.codigo_materia]:=registro_final1.nota;
end;
procedure agregar_abb_alumnos1(var abb_alumnos1: t_abb_alumnos1; registro_final1:
t_registro_final1);
begin
    if (abb_alumnos1=nil) then
        begin
            new(abb_alumnos1);
            cargar_registro_alumno1(abb_alumnos1^.ele,registro_final1);
            abb_alumnos1^.hi:=nil;
            abb_alumnos1^.hd:=nil;
        end
    else
        if (registro_final1.codigo_alumno=abb_alumnos1^.ele.codigo_alumno) then
            begin
                if (registro_final1.nota>=nota_corte) then
                    abb_alumnos1^.ele.notas[registro_final1.codigo_materia]:=registro_final1.nota;
                end
            end
        end
    end
end

```

```

    else if (registro_final1.codigo_alumno<abb_alumnos1^.ele.codigo_alumno) then
        agregar_abb_alumnos1(abb_alumnos1^.hi,registro_final1)
    else
        agregar_abb_alumnos1(abb_alumnos1^.hd,registro_final1);
end;
procedure cargar_registro_final2(var registro_final2: t_registro_final2; registro_final1:
t_registro_final1);
begin
    registro_final2.codigo_alumno:=registro_final1.codigo_alumno;
    registro_final2.nota:=registro_final1.nota;
end;
procedure agregar_adelante_lista_finales(var lista_finales: t_lista_finales; registro_final1:
t_registro_final1);
var
    nuevo: t_lista_finales;
begin
    new(nuevo);
    cargar_registro_final2(nuevo^.ele,registro_final1);
    nuevo^.sig:=lista_finales;
    lista_finales:=nuevo;
end;
procedure cargar_vector_finales(var vector_finales: t_vector_finales; registro_final1:
t_registro_final1);
begin
    agregar_adelante_lista_finales(vector_finales[registro_final1.codigo_materia],registro_final
1);
end;
procedure cargar_estructuras(var abb_alumnos1: t_abb_alumnos1; var vector_finales:
t_vector_finales);
var
    registro_final1: t_registro_final1;
begin
    leer_final(registro_final1);
    while (registro_final1.nota<>nota_salida) do
        begin
            agregar_abb_alumnos1(abb_alumnos1,registro_final1);
            cargar_vector_finales(vector_finales,registro_final1);
            leer_final(registro_final1);
        end;
    end;
end;
procedure imprimir_vector_notas(vector_notas: t_vector_notas; codigo_alumno: int8);
var
    i: t_materia;
begin
    for i:= 1 to materias_total do
        begin
            if (vector_notas[i]>0) then
                begin
                    textcolor(green); write('La nota de la materia '); textcolor(yellow); write(i);
                    textcolor(green); write(' del código de alumno '); textcolor(yellow); write(codigo_alumno);
                    textcolor(green); write(' es '); textcolor(red); writeln(vector_notas[i]);
                end;
            end;
        end;
    end;
end;
procedure imprimir_registro_alumno1(registro_alumno1: t_registro_alumno1);
begin
    textcolor(green); write('El código de alumno del alumno es '); textcolor(red);
    writeln(registro_alumno1.codigo_alumno);
    imprimir_vector_notas(registro_alumno1.notas,registro_alumno1.codigo_alumno);
    writeln();
end;
procedure imprimir_abb_alumnos1(abb_alumnos1: t_abb_alumnos1);
begin
    if (abb_alumnos1<>nil) then
        begin
            imprimir_abb_alumnos1(abb_alumnos1^.hi);

```

```

    imprimir_registro_alumno1(abb_alumnos1^.ele);
    imprimir_abb_alumnos1(abb_alumnos1^.hd);
end;
end;
procedure imprimir_registro_final2(registro_final2: t_registro_final2; materia: t_materia;
final: int16);
begin
    textcolor(green); write('El código de alumno del final '); textcolor(yellow); write(final);
textcolor(green); write(' de la materia '); textcolor(yellow); write(materia);
textcolor(green); write(' es '); textcolor(red); writeln(registro_final2.codigo_alumno);
    textcolor(green); write('La nota del final '); textcolor(yellow); write(final);
textcolor(green); write(' de la materia '); textcolor(yellow); write(materia);
textcolor(green); write(' es '); textcolor(red); writeln(registro_final2.nota);
end;
procedure imprimir_lista_finales(lista_finales: t_lista_finales; materia: t_materia);
var
    i: int16;
begin
    i:=0;
    while (lista_finales<>nil) do
        begin
            i:=i+1;
            imprimir_registro_final2(lista_finales^.ele,materia,i);
            lista_finales:=lista_finales^.sig;
        end;
    end;
end;
procedure imprimir_vector_finales(vector_finales: t_vector_finales);
var
    i: t_materia;
begin
    for i:= 1 to materias_total do
        begin
            textcolor(green); write('Los finales rendidos de la materia '); textcolor(yellow);
write(i); textcolor(green); writeln(' son:');
            imprimir_lista_finales(vector_finales[i],i);
            writeln();
        end;
    end;
end;
function calcular_promedio(vector_notas: t_vector_notas): real;
var
    i: t_materia;
    notas_total, notas: int16;
begin
    notas_total:=0; notas:=0;
    for i:= 1 to materias_total do
        if (vector_notas[i]>=nota_corte) then
            begin
                notas_total:=notas_total+vector_notas[i];
                notas:=notas+1;
            end;
        if (notas>0) then
            calcular_promedio:=notas_total/notas
        else
            calcular_promedio:=notas_total;
        end;
    end;
end;
procedure cargar_registro_alumno2(var registro_alumno2: t_registro_alumno2; registro_alumno1:
t_registro_alumno1);
begin
    registro_alumno2.codigo_alumno:=registro_alumno1.codigo_alumno;
    registro_alumno2.promedio:=calcular_promedio(registro_alumno1.notas);
end;
end;
procedure agregar_abb_alumnos2(var abb_alumnos2: t_abb_alumnos2; registro_alumno1:
t_registro_alumno1);
begin
    if (abb_alumnos2=nil) then
        begin

```



```

new(abb_alumnos2);
cargar_registro_alumno2(abb_alumnos2^.ele,registro_alumno1);
abb_alumnos2^.hi:=nil;
abb_alumnos2^.hd:=nil;
end
else
  if (registro_alumno1.codigo_alumno<=abb_alumnos2^.ele.codigo_alumno) then
    agregar_abb_alumnos2(abb_alumnos2^.hi,registro_alumno1)
  else
    agregar_abb_alumnos2(abb_alumnos2^.hd,registro_alumno1);
end;
procedure cargar_abb_alumnos2(var abb_alumnos2: t_abb_alumnos2; abb_alumnos1: t_abb_alumnos1;
codigo: int8);
begin
  if (abb_alumnos1<>nil) then
    begin
      if (abb_alumnos1^.ele.codigo_alumno>codigo) then
        begin
          cargar_abb_alumnos2(abb_alumnos2,abb_alumnos1^.hi,codigo);
          agregar_abb_alumnos2(abb_alumnos2,abb_alumnos1^.ele);
          cargar_abb_alumnos2(abb_alumnos2,abb_alumnos1^.hd,codigo);
        end
      else
        cargar_abb_alumnos2(abb_alumnos2,abb_alumnos1^.hd,codigo);
      end;
    end;
end;
procedure imprimir_registro_alumno2(registro_alumno2: t_registro_alumno2);
begin
  textcolor(green); write('El código de alumno del alumno es '); textcolor(red);
writeln(registro_alumno2.codigo_alumno);
  textcolor(green); write('El promedio del alumno es '); textcolor(red);
writeln(registro_alumno2.promedio:0:2);
  writeln();
end;
procedure imprimir_abb_alumnos2(abb_alumnos2: t_abb_alumnos2);
begin
  if (abb_alumnos2<>nil) then
    begin
      imprimir_abb_alumnos2(abb_alumnos2^.hi);
      imprimir_registro_alumno2(abb_alumnos2^.ele);
      imprimir_abb_alumnos2(abb_alumnos2^.hd);
    end;
end;
procedure verificar_codigos(var codigo1, codigo2: int8);
var
  aux: int8;
begin
  if (codigo1>codigo2) then
    begin
      aux:=codigo1;
      codigo1:=codigo2;
      codigo2:=aux;
    end;
end;
function contar_notas(vector_notas: t_vector_notas; finales: t_materia): int8;
var
  i: t_materia;
  notas: int8;
begin
  notas:=0;
  for i:= 1 to materias_total do
    if (vector_notas[i]>=nota_corte) then
      notas:=notas+1;
    if (notas=finales) then
      contar_notas:=1
    else

```

```

    contar_notas:=0;
end;
function contar_alumnos(abb_alumnos1: t_abb_alumnos1; codigo1, codigo2: int16; finales:
t_materia): int16;
begin
    if (abb_alumnos1=nil) then
        contar_alumnos:=0
    else
        if (codigo1>=abb_alumnos1^.ele.codigo_alumno) then
            contar_alumnos:=contar_alumnos(abb_alumnos1^.hd,codigo1,codigo2,finales)
        else if (codigo2<=abb_alumnos1^.ele.codigo_alumno) then
            contar_alumnos:=contar_alumnos(abb_alumnos1^.hi,codigo1,codigo2,finales)
        else
            contar_alumnos:=contar_alumnos(abb_alumnos1^.hi,codigo1,codigo2,finales)+contar_alumnos(
abb_alumnos1^.hd,codigo1,codigo2,finales)+contar_notas(abb_alumnos1^.ele.notas,finales);
        end;
    end;
var
    vector_finales: t_vector_finales;
    abb_alumnos1: t_abb_alumnos1;
    abb_alumnos2: t_abb_alumnos2;
    finales: t_materia;
    codigo, codigo1, codigo2: int8;
begin
    randomize;
    abb_alumnos1:=nil; inicializar_vector_finales(vector_finales);
    abb_alumnos2:=nil;
    writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (a):'); writeln();
    cargar_estructuras(abb_alumnos1,vector_finales);
    if (abb_alumnos1<>nil) then
        begin
            writeln(); textcolor(red); writeln('ABB_ALUMNOS1:'); writeln();
            imprimir_abb_alumnos1(abb_alumnos1);
            writeln(); textcolor(red); writeln('VECTOR_FINALES:'); writeln();
            imprimir_vector_finales(vector_finales);
            writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (b):'); writeln();
            codigo:=1+random(high(int8));
            cargar_abb_alumnos2(abb_alumnos2,abb_alumnos1,codigo);
            if (abb_alumnos2<>nil) then
                imprimir_abb_alumnos2(abb_alumnos2);
                writeln(); textcolor(red); writeln('INCISO (c):'); writeln();
                codigo1:=1+random(high(int8)); codigo2:=1+random(high(int8)); finales:=2;
                verificar_codigos(codigo1,codigo2);
                textcolor(green); write('La cantidad de alumnos en el abb cuyo código de alumno se
encuentra entre '); textcolor(yellow); write(codigo1); textcolor(green); write(' y ');
textcolor(yellow); write(codigo2); textcolor(green); write(' y tienen '); textcolor(yellow);
write(finales); textcolor(green); write(' finales aprobados es '); textcolor(red);
write(contar_alumnos(abb_alumnos1,codigo1,codigo2,finales));
            end;
        end;
    end.

```