Ingeniería en Desarrollo de Software

Primer Semestre

Programa de la asignatura:

Fundamentos de programación

Unidad 3. Introducción al lenguaje C

Clave:

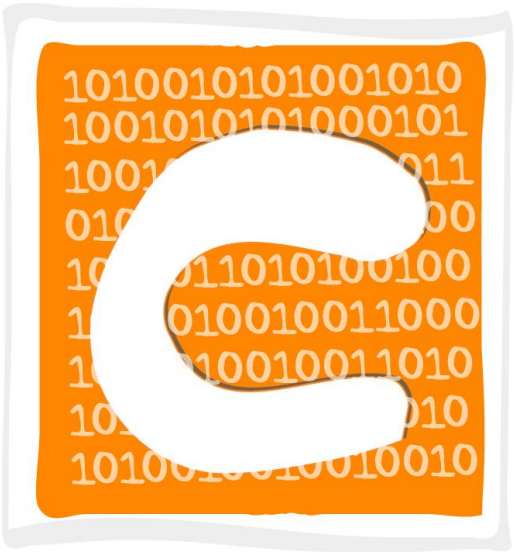
TSU	Licenciatura
16141102	15141102

Universidad Abierta y a Distancia de México

Índice

Unidad 3: Introducción al lenguaje C

Presentación de la Unidad



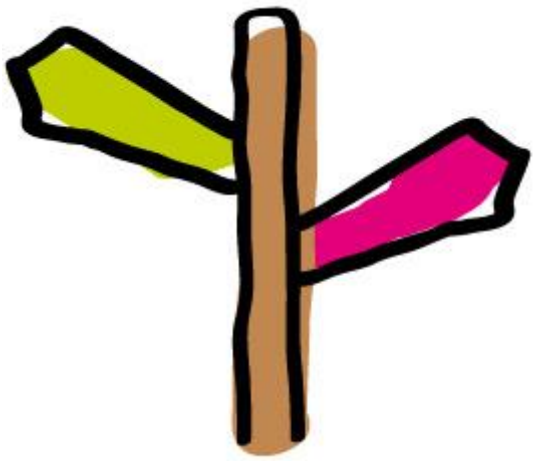
En la unidad anterior se presentó un conjunto de instrucciones que una ardilla (ficticia) podría realizar y se mostró cómo, a través de éstas, la ardilla podía resolver varios problemas siempre y cuando se definiera un algoritmo.

Ahora veamos qué relación hay entre el mundo de la ardilla y las computadoras: la ardilla representa la computadora, que sólo puede ejecutar un conjunto de instrucciones definidas; además, al igual que la ardilla, la computadora por sí misma es incapaz de resolver ningún problema, para hacerlo necesita un programa que pueda seguir (ejecutar) para obtener el resultado deseado, así como la ardilla necesitaba un algoritmo que le indicara cómo realizar una tarea específica.

Por lo anterior, en esta unidad se mostrará la forma en que se crean programas en el lenguaje de programación C, desarrollado por Dennis M. Ritche en el año de 1972, en los laboratorios Bell de la AT&T, y que posteriormente fue estandarizado por un comité del ANSI (por sus siglas en inglés *American National Standard Institute*) dando lugar al ANSI C, a través del cual se garantiza que cualquier programa creado bajo este estándar pueda ser ejecutado en cualquier computadora (Kernighan & Ritchie, 1991).

Los elementos básicos del lenguaje de programación C: tipos de datos, variables y constantes, expresiones aritméticas, funciones matemáticas y funciones de entrada y salida.

Propósitos



- Distinguirás la estructura de un programa en lenguaje C.
- Declararás las variables y constantes que se utilizan en un algoritmo en lenguaje C
- Codificarás expresiones matemáticas en lenguaje C.
- Utilizarás funciones de la biblioteca estándar de C para codificar instrucciones de entrada y salida y funciones matemáticas.
- Utilizarás un entorno de trabajo de C para escribir, compilar y ejecutar programas escritos en C.

Competencia específica

Utilizar el lenguaje de programación C para resolver problemas a través de la implementación de algoritmos secuenciales.

3.1. Componentes de un programa

En general, “un *programa* es una secuencia de instrucciones mediante las cuales se ejecutan diferentes acciones de acuerdo con los datos que se estén procesando (López, 2005)”.

En la unidad 1 se explicó que un programa sólo puede ser ejecutado por una computadora solamente si está escrito en lenguaje de máquina, pero existen lenguajes de programación, que son fáciles de entender para los seres humanos, mediante los cuales

se pueden escribir programas más legibles conocidos como *programas fuentes* –en C los programas fuente tiene extensión *.c*–, que son traducidos a lenguaje de máquina mediante compiladores o traductores. En el caso de C es un lenguaje compilado, por lo que se genera un programa ejecutable con extensión *.exe,* que puede ser ejecutado cada vez que se desee sin necesidad de volver a compilar el programa fuente, a menos que se realice algún cambio.

De acuerdo con su creador un programa fuente en C, cualquiera que sea su tamaño, consta de *funciones* y *variables.* Una función contiene un conjunto de *instrucciones*, también llamadas *preposiciones* o *enunciados*, que especifican las operaciones que la computadora debe realizar; en tanto, las variables son los espacios de memoria donde se almacenan los valores utilizados en dichas operaciones(Kernighan & Ritchie, 1991, pág. 6).

Como se ha mencionado, el primer programa que se debe escribir cuando se aprende un nuevo lenguaje es “hola mundo”, así que para no perder la tradición a continuación se muestra cómo se implementa este programa en lenguaje C.

```
/*Directivas de preprocesador*/
#include<stdio.h>

/* Definición de función Principal */
main( )
{
printf(“Hola mundo… \n”);
}
```

Programa 1.1: hola.c

El programa hola.c solo tiene una función: main; generalmente se puede dar cualquier nombre a las funciones que se definan en un programa, sin embargo, main es una función especial que siempre debe aparecer en algún lugar del programa, ya que es el punto desde el cual se inicia la ejecución (equivale a la instrucción de inicio de un algoritmo). Los paréntesis que aparecen después de la palabra main indican que se trata de una función; las instrucciones que forman parte de ésta, llamadas *cuerpo de la función*, van encerradas entre llaves “{ }”, señalando el inicio y fin de la misma, respectivamente.

Las instrucciones que comienzan con “/*” y terminan con “*/”, se llaman *comentarios* e indican que todo lo que está escrito entre esos símbolos no son instrucciones que la computadora debe ejecutar sino información de interés para el programador; por ejemplo la primera línea de código:

/*Directivas de preprocesador*/

Otro tipo de instrucciones especiales son las *directivas del preprocesador,* que son instrucciones que se realizan antes de la compilación del programa, un ejemplo es:

#include<stdio.h>

Se distinguen porque inician con el carácter gato "#", en este caso esta instrucción le indica al compilador que debe incluir la información que está definida en el archivo de biblioteca stdio.h, en el cual se encuentran todas las funciones de salida y entrada, como printf.

Los compiladores de lenguaje C ofrecen distintas directivas, sin embargo las que utilizaremos son:

- #define, que sirve para definir de constantes y/o macros
- #include, que se utiliza para incluir otros archivos

En el cuerpo de la función main, del programa 3.1, sólo aparece una instrucción que es la *invocación* a la función printf con el argumento "Hola mundo… \n".

printf("Hola mundo… \n");

Invocamos o *llamamos* una función cuando requerimos que se ejecute con un conjunto de datos específicos, a los cuales llamamos *argumentos.* Una función se *invoca* o *llama* al nombrarla, es decir, escribiendo su nombre seguido de la lista de argumentos, separados por comas y encerrados entre paréntesis. En otras palabras, los *argumentos* son los valores que una función necesita para realizar la tarea que tiene encomendada, por ejemplo, la función printf tiene como fin imprimir la cadena de caracteres que recibe como parámetro, en este caso particular imprimirá la frase "Hola mundo…" seguida de un salto de línea, que es lo que representa la secuencia de caracteres "\n".

3.1.1. Instrucciones

Una *instrucción* o *enunciado* en lenguaje C se puede definir como una expresión que tiene alguna consecuencia, generalmente la consecuencia se ve reflejada en el cambio del valor que está almacenado en las variables. De acuerdo con su estructura sintáctica se pueden clasificar en dos tipos: *simples* y *compuestas*.

Las *instrucciones simples* se distinguen porque terminan con punto y como ";".
La sintaxis es:
<instrucción>**;**

Como ejemplo de instrucciones simples tenemos la declaración de variables, la llamada de funciones y la asignación.

```
int x;
  x = 2*y;
printf("Hola");
```

En cambio las *instrucciones compuestas* son un conjunto de instrucciones que se escriben entre llaves "{…}", para formar, lo que conocemos como, un *bloque de instrucciones*.

La sintaxis es

```
{
<instrucción>;
<instrucción>;
…
<instrucción>;
}
```

Un ejemplo de este tipo de instrucciones es el cuerpo de la función main, del programa 3.1.

3.1.2. Comentarios

Los comentarios son textos que sirven como información al programador y no son procesados por el compilador, es decir, no son instrucciones que debe realizar la computadora y por lo tanto no son traducidos a lenguaje de máquina. Para que un texto sea comentario debe estar entre los símbolos /* (marca el comienzo) y*/ (marca el final de comentario).Pueden ir en cualquier parte del programa.

Un buen programador debe comentar sus programas para que otras personas puedan entender la lógica del programa, e incluso, los comentarios también le sirven al programador cuando en un tiempo futuro requiera realizar cambios. También es recomendable incluir al inicio del programa: el nombre del programa, el nombre del programador, una breve descripción de la tarea que realiza, las fechas de creación y de la última modificación, todo esto encerrado entre comentarios. Por ejemplo, al inicio del programa 3.1 sería conveniente incluir el siguiente comentario:

```
/*
Programa: hola.c
Programador: Pedro Pérez
Descripción: El programa imprime la cadena "hola mundo"
Fecha de creación: Agosto, 2010
Última modificación: Septiembre, 2010
```

*/

Los comentarios también se pueden incluir al lado de una instrucción para describir de qué se trata, por ejemplo:

```
printf("Hola mundo"); /* Imprime el mensaje "Hola mundo" en la pantalla*/
```

3.1.3. Palabras reservadas

Las *palabras reservadas* de cualquier lenguaje de programación, se llaman así porque tienen un significado especial para el compilador, el lenguaje C tiene 32 palabras reservadas (27 fueron definidas en la versión original y cinco añadidas por el comité del ANSI: enum, const, signed, void y volatile), todas ellas escritas con minúsculas.[1]

En la siguiente tabla se muestran todas las palabras claves o reservadas de lenguaje C.

asm	continue	float	register	struct	volatile
auto	default	for	return	switch	while
break	do	goto	short	typedef	
case	double	if	signed	union	
char	else	int	sizeof	unsigned	
const	enum	long	static	void	

Tabla 3.1: Palabras reservadas de C

Una vez que se han descrito los diferentes elementos que integran un programa de lenguaje C, en la siguiente sección se describe la estructura general de un programa en C.

3.1.4. Estructura general de un programa

Si observas el programa *hola.c*, la primera instrucción en el programa es la directiva al preprocesador, seguida de la función main y las instrucciones que la integran, esta estructura corresponde a los programas más simples, pero es similar a la de cualquier programa en C. La forma general de cualquier programa en C es la siguiente:

```
<instrucciones para el preprocesador>
<declaraciones globales>
```

[1] En este punto es importante destacar que el lenguaje C distingue entre mayúsculas y minúsculas.

```
<tipo_devuelto> main(<lista de parámetros>)
{
<lista de instrucciones>
}
```

Y como se ha mencionado, se pueden incluir comentarios en cualquier parte del código. A continuación se presenta un programa que calcula el área de una circunferencia dada la medida de su radio.

```
/*  Directivas del procesador (bibliotecas) */
 #include<stdio.h>

/* Declaraciones globales */
const float PI = 3.1416;

/* Función Principal */
main( )
{
   /* Declaraciones de variables locales la función main*/
float radio, area;

printf(" Calcula el area de una circunferencia\n");
printf(" Ingresa el radio: ");
scanf("%f", &radio);
area = PI * radio * radio;
printf(" Area = %.2f",area);
getchar();
getchar();
}
```

Programa 3.2: areaCircunferencia.c

Por el momento, basta con que observes la estructura del programa, que se hace evidente con los comentarios, el significado de cada una de las líneas de código se irá definiendo en las siguientes secciones. Para cerrar esta sección en la siguiente figura se muestra la ejecución del programa con la entrada radio=3.

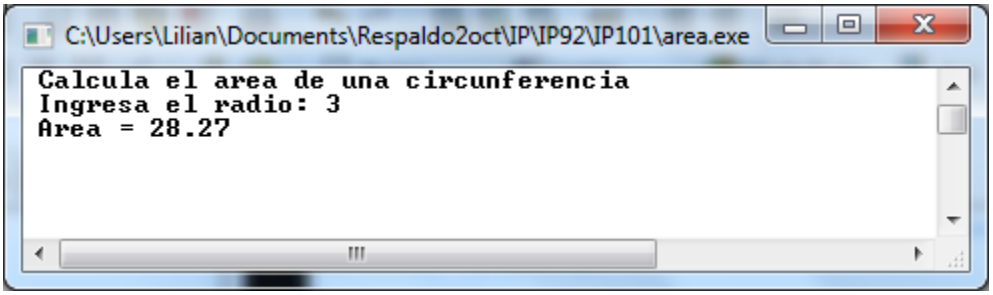


Figura 3.2: Ejecución del programa areaCircunferencia.c utilizando Dev-C++

3.2. Tipos de datos

En la Unidad 1 se mencionó que todos los datos que son procesados por una computadora se almacenan en la memoria principal y, no importa de qué tipo sean, se representan por medio de unos y ceros, sin embargo, no todos se pueden representar con el mismo número de bits[2], esto sí depende del tipo que se trate. Por ejemplo, los caracteres como: 'a', '@','Z', entre otros, se representan utilizando 8 bits, en cambio para representar un número decimal se utilizan, al menos, 32 bits; por lo que cuando se crea un espacio de memoria es necesario indicar qué tipo de dato se desea almacenar ahí, para que se reserve la cantidad de celdas de memoria que se necesitan y las operaciones que se pueden realizar con ellos.

En general, los tipos de datos que existen, independientemente de un lenguaje de programación, se pueden clasificar de la siguiente forma:

Simples	❖ Numéricos	*Enteros*
		Decimales
	❖ *Lógicos* (verdadero o falso)	
	❖ *Alfanuméricos* (caracteres)	
Estructurados	❖ *Arreglos*	Unidimensionales
		Multidimensionales
	❖ *Estructuras o registros*	

Tabla 3.2: Tipos de datos

Por el momento, sólo nos enfocaremos en los tipos de *datos simples* definidos en el estándar de C, en la Unidad 5 se estudiarán los *datos estructurados*. En la siguiente tabla se muestran los tipos de datos simples en C:

[2] Recuerda que un bit se definió como la unidad mínima de información, esto es, 1 ó 0.

Tipo	Descripción	Ejemplo
char	Su tamaño equivale a ocho bits, capaz de contener un carácter del conjunto de caracteres ASCII.	´a´, ´C´, ´3´
int	Un entero, normalmente ocupa mínimo 16 bits, pero su tamaño es según la máquina en que se ejecute.	1024, -258
Float	Número de punto flotante de precisión normal.	10.5, -11.6
Double	Punto flotante de doble precisión	0.00045, -0.55236

Tabla 3.3: Tipos básicos en C

Es posible aumentar o disminuir la capacidad de representación de los números utilizando los modificadores long, short y unsigned. De esta manera las combinaciones que se ajustan al estándar ANSI, junto con sus rangos mínimos, son:

Tipo	Bits	Rango
Char	8	-127 a 127
unsigned char	8	0 a 255
signed char	8	-127 a 127
Int	16	-32767 a 32767
unsigned int	16	0 a 65535
signed int	16	-32767 a 32767
short int	16	-32767 a 32767
unsigned short int	16	0 a 65535
signed short int	16	-32767 a 32767
long int	32	-2147483647 a 2147483647
signed long int	32	-2147483647 a 2147483647
unsigned long int	32	0 a 4294967295
Float	32	seis dígitos de precisión
Double	64	diez dígitos de precisión
long double	64	diez dígitos de precisión

Tabla 3.4: Tipos básicos y modificadores

Una vez que conocemos lo tipos de datos que se pueden representar en lenguaje C, es conveniente saber cómo se reservan espacios de memoria donde son almacenados, esto es justo lo que se explica en el siguiente tema.

3.3. Variables y constantes

Las variables y las constantes en lenguaje C se utilizan para almacenar valores, la diferencia que existe entre ellas es que el valor almacenado en una variable puede ser modificado en cualquier instante del programa en tanto que las constantes no pueden modificarse.

Formalmente, una *variable* es un espacio de memoria que tiene asignado un *nombre* (también llamado *identificador*) y se utiliza para almacenar un valor que puede ser modificado durante la ejecución de un programa, a este valor que se encuentra almacenado en una variable en un momento dado se le llama *estado de la variable*. Por lo contrario, una *constante* es un dato cuyo valor se establecen en tiempo de compilación y no pueden cambiar durante la ejecución del programa. Existen dos tipos de constantes: *literales* y *simbólicas*. Las segundas, al igual que las variables, también tienen asignado un nombre. A lo largo de esta sección descubrirás cómo puedes construir variables y constantes en lenguaje C, así que lo primero será listar las reglas que debes seguir para nombrarlas.

3.3.1. Identificadores

En lenguaje C hay una serie de restricciones en cuanto a los nombres o *identificadores*, ya sea de variables, constantes o funciones. Éstas son:

a) Los identificadores se integran por letras y dígitos pero es necesario que el nombre **siempre** comience con una letra, por ejemplo: enteroA, arco3, S184.
b) No puede contener caracteres especiales, por ejemplo, acentos (á,í), la letra eñe (Ñ), gato (#), guión (-). El carácter de subrayado "_"es el único carácter especial que puede utilizarse, generalmente se usa para darle una mejor legibilidad al nombre de una variable. Por ejemplo: entero_A, area_Circulo, i_elemento.
c) El lenguaje C distingue entre letras mayúsculas y minúsculas, esto significa que los siguientes identificadores son distintos: area, Area, AREA.
d) No pueden contener espacios en blanco.
e) No pueden ser palabras reservadas.

Aunque no es una regla, se recomienda que los identificadores sean significativos, es decir, que el nombre indique qué dato se está almacenando ahí.

Ejemplo 3.1:

1) Se requiere una variable para almacenar el radio de un círculo
   Las opciones sugeridas son: radio, radioCirculo, radio_circulo.

2) Se requiere un identificador para una variable que almacene el promedio de ventas anuales de una tienda departamental.
Opciones sugeridas: promedioVentas, prom_Ventas, promAnual.

3) Almacenar el número telefónico de una persona.
Opciones sugeridas: tel, telefono.

Una vez definidas las reglas de cómo escribir los nombres de las variables y los tipos básicos que pueden tener, estás listo para descubrir cómo se crean las variables en lenguaje C. A esta acción se le denomina *declaración de variables*.

3.3.2. Declaración e inicialización de variables

La *declaración de una variable* es una instrucción que proporciona información de la variable al compilador, para que éste reserve en memoria el espacio adecuado y la referencia (identificador) para tener acceso a ella. Las declaraciones en general tienen la siguiente sintaxis:

<tipo><identificador>;

Donde <tipo> se refiere un tipo básico de C y el <identificador> se refiere al nombre con el cual se identificará el espacio de memoria reservado, puede ser cualquier nombre siempre y cuando se respeten las reglas vistas previamente.Veamos los siguientes ejemplos:

```
int edad; /* declara una variable de tipo entero con el identificador edad*/
float area; /* declara una variable de tipo float a la cual identificará por area*/
```

También es posible declarar una lista de variables de un mismo tipo separando los nombres con comas “,”
<tipo><identificador1>, … , <identificadorN>;

Podemos ver un ejemplo de este tipo de declaración en el programa que calcula el área de una circunferencia (programa 3.2), cuando declaramos las variables locales a la función main

```
float radio, area;
```

Siempre es posible asignarles un valor inicial a las variables cuando las declaramos, a esta operación se conoce como *inicialización*. La sintaxis es:

<tipo><identificador>=<valor>;

Del mismo modo, podemos inicializar varias variables:

<tipo><identificador1> = <valor1>, … , <identificadorN> = <valor2>;

Para ilustrar esto, se presentan las siguientes instrucciones:

```
int edad = 18;
float radio = 3.0, area = 0.0;
```

En la figura 3.2 se muestra una representación gráfica de estas declaraciones e inicializaciones, la columna de Dirección representa la dirección física de los registros en la memoria RAM y si ha sido asignada a una variable también se escribe su identificador, en contenido se muestra el dato que está almacenado en dicha dirección. El estado de una variable (memoria) hace referencia al valor que hay almacenado en un momento determinado.

MEMORIA

Dirección	Contenido	Dirección	Contenido
01		51 **Radio**	3.0
02 **Edad**	18	**52**	
03		53	
04		54 **Area**	0.0
05		55	
…		56	

Figura 3.2: Memoria y declaración e inicialización de variables

De lo anterior tenemos que: a la variable edad le corresponde la dirección de memoria 02 y su estado es 18; a la variable radio le corresponde la dirección 51 y su estado es 3.0; y por último, a la **variable area** le corresponde la dirección 54 y el estado es 0.0.

3.3.3. Tipos de constantes

Las constantes son expresiones con un significado invariable, en un programa puede haber dos tipos de constantes: *literales* y *simbólicas*.

Las *constantes literales* son valores de un determinado tipo escritos directamente en un programa y pueden ser de los siguientes tipos:

a) *Constantes numéricas,* que son números representados en sistema decimal, algunas veces se estila escribir una letra que indique el tamaño o tipo de la constante numérica:
Enteros: Por ejemplo 123, 2006, -38…

Enteros Largos: Se consideran números enteros que superan un entero (int) generalmente valores mayores a 32,000; se le agrega los sufijos l ó L por ejemplo: 123456789L.

Enteros sin Signo: Aquí se define que el valor de la constante se va a considerar como un número positivo o mayor a cero, en estos casos se agrega el sufijo U o u así por ejemplo podemos escribir: 123456789LU.

Flotantes: Los valores numéricos que impliquen precisión decimal se pueden escribir de dos formas, la primera sería: 14324.983 o 3.1416. También se puede representar en representación exponencial (e-n), por ejemplo: 1.1434E2 o 1.1432e-5. También se ocupan los sufijos f o F y l o L para especificar los tipos double.

Como puedes observar, las constantes reales con representación exponencial, tienen como valor una parte entera o real en forma decimal, seguida por la letra E, seguida de una constante entera, que se interpreta como exponente de la base 10.

b) *Constantes carácter*, que se representada internamente por el lenguaje C como un número entero corto (short int). Una constante carácter siempre debe ir entre apóstrofes, por ejemplo: ‘x’, ‘A’.

También existen constantes carácter que aparentan ser compuestas pero sólo son representaciones de caracteres de formato o caracteres especiales, y en C se les conoce como *secuencias de escape*.

‘\n’	Salto de línea
‘\t’	Tabulador
‘\b’	Espacio hacia atrás
‘\f’	Salto de página
‘\”’	Comillas
‘\\’	Barra invertida

Tabla 3.5: Secuencias de escape

c) *Constantes cadena*, que son una secuencia de caracteres entre comillas, incluyendo secuencias de escape, por ejemplo: “hola”, “hola mundo \n”.

Por otro lado, las *constantes simbólicas* representan datos permanentes que nunca cambian. Ahondaremos en este tema en la siguiente sección.

Las constantes de este tipo son representadas por un nombre (simbólico) en el código del programa. Del mismo modo en que ocurre con las constantes literales éstas no pueden cambiar su valor, sin embargo para utilizar el valor constante se utiliza el nombre simbólico que le ha sido otorgado.

Este tipo de constantes mantienen dos ventajas muy claras sobre las constantes literales, una es que la escritura del código es más clara y otra que facilita la edición de los valores contenidos en el código del programa. En el siguiente subtema ahondaremos en esto.

3.3.4. Declaración de constantes

En C existen dos formas de declarar una constante simbólica. La primera es utilizando la directiva de preprocesador **#define**, la cual asocia un identificador a un valor constante, sin reservar espacio en memoria, por lo que no podemos decir que se declara, sólo se *define*. La sintaxis general es la siguiente:

#define<identificador><valor_constante>

Por ejemplo:

#define PI 3.1416

Con esta instrucción cada vez que en el programa se escriba el identificador PI éste será sustituido por el compilador con el valor de 3.1416 (no se almacena el valor 3.1416 en ningún espacio de memoria sólo se hace una sustitución textual en el momento de compilación).

La segunda forma de declarar una constante simbólica es reservando espacio de memoria que tenga la restricción de sólo lectura, para impedir que el valor sea cambiado, en este caso si la *declaramos.* La sintaxis general es similar a la forma de declarar una variable sólo que se antepone al tipo la palabra reservada **const** y es obligatorio asignar el valor.

const<tipo><identificador> = <valor_constante>;

Por ejemplo:

```
const float PI = 3.1416 ;
```

La directiva **#define** debe ser al principio del programa antes del **main**, en cambio, la declaración de una constante mediante **const** puede ser dentro o fuera de las funciones al igual que las declaraciones de variables.

Se recomienda escribir el nombre de una constante con letras mayúsculas para diferenciarlas de las variables, pero las reglas son exactamente las mismas que para los identificadores de las variables.

3.4. Expresiones matemáticas

Una *expresión matemática* puede ser un número, una variable, una constante o la combinación de operadores y todas las anteriores. Toda expresión al ser evaluada produce un valor.

Se dividen en dos tipos de acuerdo al tipo de datos que devuelven cuando son evaluadas: *expresiones aritméticas* cuando el resultado de la evaluación es un número y *expresiones booleanas* cuando el resultado de la evaluación es un valor booleano (verdadero o falso). En este punto es importante destacar que el modo en que el lenguaje C maneja los valores booleanos es por medio de valores enteros: *cero* equivale a *falso* y cualquier entero *distinto de cero* representa *verdadero*.
Las expresiones matemáticas permiten modelar situaciones reales, por ejemplo, mediante las expresiones aritméticas podemos modelar la forma de calcular el área de cualquier figura, también podemos representar la forma de calcular las raíces de un polinomio de segundo grado, o calcular el monto de una venta, etc. En cambio las expresiones booleanas son la base para construir programas que pueden tomar decisiones.

Veamos los siguientes ejemplos:

Ejemplo 3.2:

a) La hipotenusa es igual a la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de catetos.

Expresión aritmética: $c \leftarrow \sqrt{a^2 + b^2}$
Codificación en C: c =sqrt(a*a + b*b);

b) ¿x es un número par?

Sabemos que un número es par si es divisible entre 2, en otras palabras, si el residuo de la división entre dos es cero, lo cual se puede expresar con el operador de módulo, que devuelve el residuo de una división.

Expresión booleana: $x mod\ 2\ =\ 0$
Codificación en C: x % 2 == 0

En el siguiente subtema se presentan los operadores básicos del lenguaje C, tanto aritméticos como booleanos.

3.4.1. Tipos de operadores

Los *operadores* son palabras o símbolos que hacen que permiten realizar operaciones con los datos de un programa, para cada tipo de datos hay una serie de operadores definidos.

Entre todos los operadores se distingue el operador de *asignación* "=", que se puede leer como "guarda un valor en la variable indicada", el valor puede ser una constante literal o el resultado de una expresión. Cabe señalar que este operador en pseudocódigo o diagrama de flujo lo hemos representado con una flecha apuntado hacia la izquierda ←.

Veamos algunos ejemplos:

```
radio = 3.0; /* modifica el estado de la variable radio con el valor 3.0*/
area = PI * radio *radio;  /* modifica el estado de la variable por el resultado de evaluar la expresión PI * radio * radio */
```

Los operadores *aritméticos* definidos en C son: "+" (suma), "-" (resta), "*" (multiplicación),"/" (división) y "%"(módulo). Este último representa el residuo de dividir dos números enteros, por ejemplo si realizamos la división de 6 entre 15 (15/6), el cociente es 2 y el residuo es 3, al aplicar el operador módulo a estos valores tenemos:
15 % 6 → 3
21 % 4 → 1

En C también existen los operadores de *incremento "++"* y *decremento "--"*, éstos tienen el efecto de aumentar o decrementar en una unidad el valor de una variable, supongamos que estamos trabajando con la variable x:

```
x++;/* equivale a hacer: x = x + 1;*/
x--;/* equivale a hacer: x = x – 1;*/
```

Por ejemplo, si el valor de x es 5 el resultado de aplicar ++ y -- es:

x++; → 6
x--; → 4

Los operadores que permiten construir expresiones booleanas son:

- *Operadores relacionales*, que manipulan expresiones aritméticas y son:“>” (mayor que), “<” (menor que), “>=” (mayor o igual), “<=” (menor o igual), “==” (igual), “!=” (distinto)
- O*peradores booleanos,* también llamados *lógicos*, manipulan únicamente expresiones booleanas y son: “!” (negación), “||” (disyunción) y “&&” (conjunción).

Observa que el operador de igualdad se escribe con dos símbolos de igualdad seguidos (==). El error más común es escribir una comparación con un sólo símbolo de igualdad, recuerda que (=) es el operador de asignación y su significado es totalmente distinto. En cuanto a los operadores *booleanos*, su significado es el siguiente:

- *Negación*“!”, es un operador unario que cambia el valor de verdad de la expresión a la cual se le aplica. Por ejemplo, si el valor de verdad de expresión es verdadero entonces devuelve falso, y viceversa. Por ejemplo, si x=2, y=3, z=5.

  !(z > x) → !(5 > 2)→ !(1)→ 0 (falso)
  !(x > y) → !(2 > 3)→ !(0)→ 1 (falso)

  En pseudocódigo o diagrama de flujo se representa con la palabra en inglés NOT.
- *Conjunción*“&&”, es un operador binario que se evalúa como verdadero sólo cuando las dos expresiones involucradas son verdaderas, en caso contrario devuelve falso. Por ejemplo, si evaluamos las siguientes expresiones en el estado x=2, y=3, z=5.

  (x>y) && (z>y) → (2 > 3) && (5 > 3) → 0&&1 → 0 (falso)
  !(x > y) && (z>y) →!(2 > 3) && (5 > 3) → ! (0) &&1 → 1&&1 → 1 (verdadero)

  En pseudocódigo y diagrama de flujo se representa con la palabra en inglés AND.

- *Disyunción*“||”, también es un operador binario que devuelve únicamente devuelve falso si los dos operadores son falsos, en caso contrario devuelve verdadero. Nuevamente, tomemos el mismo estado de las variables x=2, y=3, z=5.

  (x>y)||(z>y) →(2>3)||(5>3) → 0||1 → 1 (verdadero)
  (x>y)||(y>z) →(2>3)||(3>5) → 0||0 → 0 (falso)

  En pseudocódigo y diagrama de flujo se representa con la palabra en inglés OR.

En C existen otro tipo de operadores, sin embargo, su estudio supera los objetivos de este curso por lo que no los revisaremos, si deseas saber más puedes consultar (Joyanes & Zohanero, 2005).

3.4.2. Evaluación de expresiones

La evaluación de las expresiones depende de tres cosas, principalmente, el estado de las variables que aparecen en la expresión, el significado de los operadores y su *precedencia*. Esta última se refiere a la prioridad de los operadores, es decir, el orden en el que se evalúan, eliminando con esto la ambigüedad de las expresiones, por ejemplo, si tenemos la expresión:

2 + 3 * 5

Podríamos evaluarla de dos diferentes formas: La primera es hacer primero la suma 2+3 (=5) y después multiplicar el resultado por 5. De tal manera obtendríamos como resultado final 25. Otra manera sería realizar primero la multiplicación 3*5 (=15) y sumar el resultado a 2, obteniendo 17 como resultado final. Pero sabemos que en matemáticas primero se realiza la multiplicación y después la suma, en otras palabras, tiene mayor prioridad la multiplicación que la suma. Por lo tanto, el resultado correcto de la expresión 2 + 3 * 5 es 17. En la siguiente tabla se muestra la precedencia de operadores de lenguaje C que se han presentado.

Operadores	Prioridad
( )	*Mayor*
-(unario), ++, --	
*, /, %	
+, -	
<, >, >= , <=	
==, !=	
&&, ||	
=	*Menor*

Tabla 3.6: Prioridad de operadores

Los operadores que se encuentran en el mismo nivel de precedencia se ejecutan de izquierda a derecha según aparecen en la expresión.

Veamos el siguiente ejemplo:

Ejemplo 3.3: Dada la siguiente expresión matemática para convertir grados centígrados (C) a su equivalente Fahrenheit (F),

$$F = \frac{9}{5}C + 32$$

Su codificación en C es:
F= (9.0/5.0)*C +32;

Se escribe 9.0 y 5.0 para que la división devuelva un número flotante, de lo contrario la división será entera. En este caso las variables F y C, deben ser declaradas como float.

Evaluando, paso a paso, la expresión en el estado de la variable C = 30 tenemos:

Expresión actual	Estados de las variables
F= (9.0/5.0)*C +32;	C: 30 — F: ¿?
F= (9.0/5.0)*30 +32;	Igual al anterior
F= 1.8*30 +32;	Igual al anterior
F= 54 +32;	Igual al anterior
F= 86;	C: 30 — F: 86

Observa que el único operador que cambia el estado de una variable es el de asignación "=".

Ejemplo 3.4: Ahora evaluemos la expresión:

(x % 2 == 0)

Considerando que el estado de la variable x=24

Expresión actual	Estados de las variables
x % 2 == 0	X: 24
0 == 0	Igual al anterior
1	Igual al anterior

En este caso la evaluación de la expresión no afecta el estado de la variable, esto es porque no contiene ningún operador de asignación, sin embargo podemos decir que el resultado de su evaluación es verdadero.

3.5. Bibliotecas y funciones

El lenguaje C en realidad es un lenguaje reducido, en comparación con otros lenguajes de programación, por ejemplo, no tiene instrucciones de estrada y salida, y tampoco cuenta con operadores o funciones para calcular la raíz cuadrada de un número o su potencia, entre otras. Sin embargo, para compensar esto el lenguaje C ofrece un vasto conjunto de bibliotecas de funciones, que para fines prácticos se pueden considerar como parte de C. Cabe mencionar que también es posible definir nuevas bibliotecas, sin embargo, el lenguaje C tiene definidas diversas funciones de uso frecuente, que para fines de este curso son más que suficiente, por lo que este tema no se estudiará en esta ocasión.[3]

Las funciones que más se utilizan están agrupadas en bibliotecas estándar, declaradas como archivos de cabecera, de tal manera que para utilizarlas se debe incluir en el archivo utilizando la directiva #include seguida del nombre del archivo encerrado entre "<>"

Las bibliotecas estándar que usaremos en este curso son:

- **stdio.h** en esta biblioteca se encuentran definidas las funciones estándar de entrada y salida –que representan la tercera parte de la biblioteca–, por ejemplo, declara la función printf que sirve para imprimir datos en pantalla y scanf que se utiliza para leer de datos ingresados mediante el teclado.
- **stdlib.h** incluye funciones para conversión numérica, asignación de memoria y tareas similares, llamadas funciones de utilería. En esta biblioteca se declara la función system mediante la cual se envían mensajes al sistema operativo para que ejecute una tarea.
- **math.h** declara funciones matemáticas, como la función sqrt que calcula la raíz cuadrada de un número.
- **ctype.h** declara funciones para prueba de clasificación de caracteres, por ejemplo, si es un dígito o un carácter.

Observa que todas las bibliotecas estándar tienen extensión ".h"[4]

[3] Si deseas más información se te recomienda consultar (Joyanes & Zohanero, 2005).

[4] En (Kernighan & Ritchie, 1991) puedes consultar las funciones que están definidas en cada una de las bibliotecas estándar.

3.5.1. Funciones matemáticas

La siguiente tabla muestra algunas de las funciones predefinidas en lenguaje C declaradas en la biblioteca **math.h**.

Función	Descripción	Argumento	Resultado	Ejemplo
sqrt(x)	Raízcuadrada	flotante	flotante	sqrt(900) = 90
exp(x)	Function exponencial	flotante	flotante	exp(2.0)=
fabds(x)	Valor absoluto	entero o	entero o	fabs(-5) = 5
log(x)	Logaritmoneperiano de x	entero o flotate	flotante	log(0.5) = -0.693
Log10(x)	logaritmo decimal de x	entero o	flotante	Log10(0.5) = -
floor(x)	Redondeohaciaabajo	flotante	entero	floor(6.5)=6
ceil(x)	Redondeohaciaarriba	flotante	entero	ceil(6.5)=7
sen(x)	seno de x	entero o real	flotante	sen(0.5) = 0
pow(x,y)	Devuelve la potencia de x elevada	entero o	flotante	pow(5,2) = 25
cos(x)	coseno de x	flotante	flotante	cos(0.5) = 1
sin(x)	seno de x	flotante	Flotante	sin(0.0) = 0
tan(x)	Tangente de x	flotante	Flotante	tan(0.0) = 0

Tabla 3.7: Funciones matemáticas

Con esta información es posible codificar algoritmos que requieran este tipo de operaciones. Por ejemplo, la fórmula para calcular el área de una circunferencia, que se aparece en el programa 3.2.

area = PI * radio * radio;

Se puede codificar de la siguiente manera:

area = PI * pow(radio,2);

3.5.2. Funciones de entrada y salida

En los programas que hemos visto aparece la función de salida estándar printf, que se encarga de imprimir un mensaje en la pantalla. La sintaxis general es:

printf(<cadena_de_control>, <lista_de_identificadores>);

Donde <cadena_de_control> representa el mensaje de texto que se desea desplegar en el monitor y siempre tiene que ir en comillas, opcionalmente puede incluir secuencias de escape o especificadores de control. Y <lista_de_identificadores> es una lista con los identificadores de las variables o las expresiones que serán desplegadas, separadas por comas.

Las secuencias de escape se mostraron en la tabla 3.5. Los especificadores de conversión se utilizan para imprimir valores dentro de la cadena de control especificados por una variable, una constante o una expresión. En la siguiente tabla se muestran los que más se usan.

Especificador	Acción
%d	Insertar un entero (int)
%i	Insertar un entero tipo (int)
%ld	Insertar un entero tipo (long)
%f	Insertar un número flotante tipo (float)
%lf	Insertar un número de tipo (double)
%c	Insertar un caracter (char)
%s	Insertar una cadena(char [ ])

Tabla 3.8: Especificadores de conversión

Ejemplo 3.5: Suponiendo que el estado de las variables es radio=3 y area=28.27,

```
printf("El area del circulo con radio %d es %f \n",radio,area);
```

La salida de la instrucción anterior sería:

El area del circulo con radio 3 es 28.27

Observa que se imprime el texto tal cual pero en vez de imprimir el especificador de conversión %d se imprime el valor de la primera variable que es radio y en el lugar del especificador %f se imprime el valor del siguiente argumento que es la variable area.

Ahora, si tenemos la instrucción:

```
printf("El perimetro es %.2f \n", PI*2*radio);
```

La salida sería:

El perímetro es 18.85

En este caso en el lugar del convertidor %.2f se imprime el resultado de evaluar la expresión PI*2*radio que es el segundo argumento, el número .2 que aparece en el convertidor indica que sólo deben imprimirse dos decimales.

En lenguaje C la lectura de datos por medio del teclado se realiza con la función scanf, en la cual se deben de especificar de ante mano los tipos de datos que se desea recibir, además de los identificadores de las variables donde se desean almacenar.

La sintaxis de esta función es:

scanf(<cadena_de_control>,<lista_de_direcciones_de_variables>);

Donde <cadena_de_control> es una cadena con los códigos que controlarán la forma como se recibirán los datos desde teclado y la <lista_de_direcciones_de_variables> es una lista con las localidades de memoria de las variables donde se almacenarán los datos que el usuario del programa introduzca a través del teclado.

Dos observaciones importantes: en la especificación de la cadena de control se utilizan los mismos especificadores de conversión que para la función printf encerrados entre comillas y en la lista de direcciones los identificadores de las variables, anteponiéndoles a cada uno un símbolo de amperson "&", en el mismo orden que los especificadores de tipos que les corresponden.

Ejemplo 3.6: Suponiendo que se desea leer la base y la altura de un rectángulo y guardarlas en las variables de tipo int llamadas basen y altura, de tal manera que el usuario ingrese los valores separados por una coma, digamos "5,2" entonces la instrucción sería:

scanf("%d,%d", &base, &altura);

Nota: Es frecuente que las personas olviden escribir el & antes del identificador de una variable, al utilizar la función scanf, cuestión que no es supervisada por el compilador y genera un error en el momento que se ejecuta el programa.

3.6. Codificación de algoritmos

Para cerrar esta unidad desarrollemos un programa en C que resuelva el siguiente problema:

Descripción del problema: Se requiere un programa que se encargue de la venta de boletos en un cine. El sistema debe calcular el monto que se debe pagar por una cantidad determinada de boletos tomando en cuenta que el costo de cada boleto es de 45 pesos. También se encargará de cobrar, es decir, dado el pago debe calcular el cambio indicando el tipo y número de billetes o monedas que devolverá de cada denominación. Para evitarse problemas de cambio, los ejecutivos de CineESAD han decidido no aceptar

monedas de denominación menor a 1 peso y tampoco billetes de denominación mayor a 500 pesos. También se debe suponer que siempre hay suficientes billetes y monedas de cualquier denominación para devolver el cambio.

Análisis: Los datos de entrada son el número de boletos (nboletos) y el monto del pago (pago), la salida del programa es el monto que se debe pagar por los boletos *(*total*)* y el monto del cambio (cambio), indicando el tipo y número de cada uno de los billetes o monedas que se devolverán. Notemos que el precio de los boletos siempre es el mismo, así que se puede declarar como una constante, llamémosla PRECIO. Así que para calcular el monto que el cliente debe pagar tenemos la siguiente fórmula:

total = nboletos * PRECIO

Y el monto del cambio se calcula con la siguiente fórmula:

cambio = pago – total

Para calcular cuántos billetes o monedas se tienen que devolver, se utilizarán los operadores de módulo y división. Por ejemplo, si el cambio es 360 se puede calcular el número de billetes de 100 dividiendo 360 entre 100, lo cual resulta ser 3 que corresponde al número de billetes, el resto del cambio es igual a 360 módulo 100, en este caso es 60.

Por último, los billetes sólo pueden ser de $500, $200, $100, $50 y $20 y las monedas sólo son de $10, $5, $2 y $1. Por el momento supondremos que el usuario siempre ingresa datos correctos.

Diseño del algoritmo: En la siguiente tabla se muestra el algoritmo que resuelve el problema.
Constantes:
PRECIO = 45

Variables:
nboletos: entero, representa el número de boletos que quiere el cliente.
total: entero, es la cantidad de dinero que el cliente debe pagar.
pago: entero, monto del pago del cliente.
cambio: entero, monto del cambio.

```
Inicio
        Imprimir " Proporciona el número de boletos"
        Leer nboletos
        total = nBoletos * PRECIO
        Imprimir "Proporciona tu pago"
        Leer pago
        cambio = pago – total
        Imprimir "Tu cambio es", cambio
        Imprimir "El número de billetes de 200 pesos es", cambio/200
        cambio = cambio módulo 200
        Imprimir "El número de billetes de 100 pesos es", cambio/100
        cambio = cambio módulo 100
        Imprimir "El número de billetes de 50 pesos es", cambio/50
        cambio = cambio módulo 50
        Imprimir "El número de monedas de 10 pesos es", cambio/10
        cambio = cambio módulo 10
        Imprimir "El número de monedas de 5 pesos es", cambio/5
        cambio = cambio módulo 5
        Imprimir "El número de monedas de 2 pesos es", cambio/2
        cambio = cambio módulo 2
        Imprimir "El número de monedas de 1 peso es", cambio
Fin
```

Algoritmo 3.1: ventaBoletos (pseudocódigo)

Nota: Observa que no es necesario utilizar variables para el número de billetes o monedas de las diferentes denominaciones, pues sólo se utiliza una vez el resultado del cálculo así que se puede imprimir directamente el resultado del mismo.

Para verificar que el algoritmo funciona, en la siguiente tabla se realiza una prueba de escritorio considerando que los datos de entrada son 5 boletos y el monto del pago son 500 pesos. En la primera columna aparece la instrucción que se ejecuta, en la siguiente el dato que suponemos se ingresa, después están las operaciones que se realizan en la ALU, en la cuarta columna se muestra los valores de las variables después de que se ha realizado la instrucción y en la última columna se indica el mensaje que se imprimirá en la pantalla, cuando sea el caso. Por otro lado, incluimos en la tabla de estado de la memoria la constante PRECIO sombreando el espacio correspondiente para indicar que no puede ser modificado.

Instrucción	Dato de entrada	Operaciones	Estado de la memoria (variables y constantes)	Dato de salida
Inicio	-	-	PRECIO: 45; nBoletos: -; total: -; pago: -; cambio: -	-
Imprimir "Proporciona el número de boletos".	-	-	PRECIO: 45; nBoletos: -; total: -; pago: -; cambio: -	Proporciona el número de boletos
Leer nBoletos	5	-	PRECIO: 45; nBoletos: **5**; total: -; pago: -; cambio: -	-
total = nBoletos*PRECIO	-	**total = 5*45 =225**	PRECIO: 45; nBoletos: 5; total: **225**; pago: -; cambio: -	-
Imprimir "Proporciona tu pago"	-	-	PRECIO: 45; nBoletos: 5; total: 225; pago: **-**; cambio: -	Proporciona tu pago
Leer nBoletos	500	-	PRECIO: 45; nBoletos: 5; total: 225; pago: 500; cambio: -	-
cambio = pago - total	-	**cambio = 500-225 = 275**	PRECIO: 45; nBoletos: 5; total: 225; pago: 500; cambio: **275**	-
Imprimir "Tu cambio es", cambio.	-	-	PRECIO: 45; nBoletos: 5; total: 225; pago: 500; Cambio: 275	Tu cambio es 275
Imprimir "El número de billetes de $200	-	**275/200 = 1**	PRECIO: 45; nBoletos: 5; total: 225; pago: 500; Cambio: 275	El número de billetes de $200 es 1

es", cambio/200				
cambio = cambio módulo 200	-	**cambio = 275 mod 200 =75**	**PRECIO** **nBoletos** **total** **pago** **Cambio** 45 5 225 500 **75**	-
Imprimir "El número de billetes de $100 es", cambio/100	-	**75/100 = 0**	**PRECIO** **nBoletos** **total** **pago** **Cambio** 45 5 225 500 75	El número de billetes de $100 es 0
cambio = cambio módulo 100	-	**cambio = 275 mod 100 =75**	**PRECIO** **nBoletos** **total** **pago** **Cambio** 45 5 225 500 **75**	-
Imprimir "El número de billetes de $50 es", cambio/50	-	**75/50= 1**	**PRECIO** **nBoletos** **total** **pago** **Cambio** 45 5 225 500 75	El número de billetes de $50 es 1
cambio = cambio módulo 50	-	**cambio = 75 mod 50 =25**	**PRECIO** **nBoletos** **total** **pago** **Cambio** 45 5 225 500 **25**	-
Imprimir "El número de billetes de $20 es", cambio/20	-	**25/50= 0**	**PRECIO** **nBoletos** **total** **pago** **Cambio** 45 5 225 500 25	El número de billetes de $50 es 0
cambio = cambio módulo 20	-	**cambio = 25 mod 20 =5**	**PRECIO** **nBoletos** **total** **pago** **Cambio** 45 5 225 500 **5**	-
Imprimir "El número de monedas de $10	-	**5/10= 0**	**PRECIO** **nBoletos** **total** **pago** **Cambio** 45 5 225 500 25	El número de monedas de $10 es 0

<table>
<tr><td>es”, cambio/10</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>cambio = cambio módulo 10</td><td>-</td><td>cambio = 5 mod 10 =5</td><td>PRECIO | nBoletos | total | pago | Cambio
45 | 5 | 225 | 500 | 5</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Imprimir “El número de monedas de $5 es”, cambio/5</td><td>-</td><td>5/5= 1</td><td>PRECIO | nBoletos | total | pago | Cambio
45 | 5 | 225 | 500 | 5</td><td>El número de monedas de $5 es 1</td></tr>
<tr><td>cambio = cambio módulo 5</td><td>-</td><td>cambio = 5 mod 5 =0</td><td>PRECIO | nBoletos | total | pago | Cambio
45 | 5 | 225 | 500 | 0</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Imprimir “El número de monedas de $2 es”, cambio/2</td><td>-</td><td>0/2= 0</td><td>PRECIO | nBoletos | total | pago | Cambio
45 | 5 | 225 | 500 | 0</td><td>El número de monedas de $2 es 0</td></tr>
<tr><td>cambio = cambio módulo 2</td><td>-</td><td>cambio = 0 mod 2 =0</td><td>PRECIO | nBoletos | total | pago | Cambio
45 | 5 | 225 | 500 | 0</td><td>-</td></tr>
<tr><td>Imprimir “El número de monedas de $1 es”, cambio</td><td>-</td><td>-</td><td>PRECIO | nBoletos | total | pago | Cambio
45 | 5 | 225 | 500 | 0</td><td>El número de monedas de $1 es 0</td></tr>
<tr><td>Fin</td><td>-</td><td>-</td><td>PRECIO | nBoletos | total | pago | Cambio
45 | 5 | 225 | 500 | 0</td><td>-</td></tr>
</table>

Implementación: Por último, sólo queda codificar el algoritmo en lenguaje C.

```
/*  Descripción: Simulador de la caja de cobro de un cine.*/

/*  Directivas al procesador */
#include<stdio.h>/* Funciones de entrada y salida */
#include<stdlib.h>/* Funciones del sistema */

/* Función Principal */
main( )
{
/*Declaración de variables y constantes */
constint precio = 45;
intnBoletos, total, pago, cambio;

/*Mensaje de bienvenida*/
printf("********** Venta de boletos CineESAD**********\n\n");

/*Datos de entrada*/
printf("Proporcione el numero de boletos que desea comprar:\t");
scanf("%d",&nBoletos);

/*Calculamos el total de la venta*/
total = nBoletos*precio;
printf("El total es *** %d pesos *** \n\n",total);

/*Leemos el pago y calculamos el cambio*/
printf("Indique el monto de su pago: ");
scanf("%d",&pago);

/*Calculamos el cambio y lo devolvemos*/
cambio = pago - total;
printf("\n\n El monto de su cambio es %d\n",cambio);
printf("\n\t%d billetes de $200", cambio/200);
cambio = cambio%200;
printf("\n\t%d billetes de $100", cambio/100);
cambio = cambio%100;
printf("\n\t%d billetes de $50", cambio/50);
cambio = cambio%50;
printf("\n\t%d billetes de $20", cambio/20);
cambio = cambio%20;
printf("\n\t%d monedas de  $10", cambio/10);
cambio = cambio%10;
```

```
printf("\n\t%d monedas de  $5", cambio/5);
cambio = cambio%5;
printf("\n\t%d monedas de  $2", cambio/2);
cambio = cambio%2;
printf("\n\t%d monedas de  $1", cambio);

printf("\n\nCineESAD le agradece su preferencia\n\n");
system("pause");/*hará una pausa antes de terminar la ejecución*/
}/*fin main*/
```

Programa 3.3: ventaBoletos.c

El resultado de la ejecución del programa utilizando los mismos datos de entrada de la prueba de escritorio es:

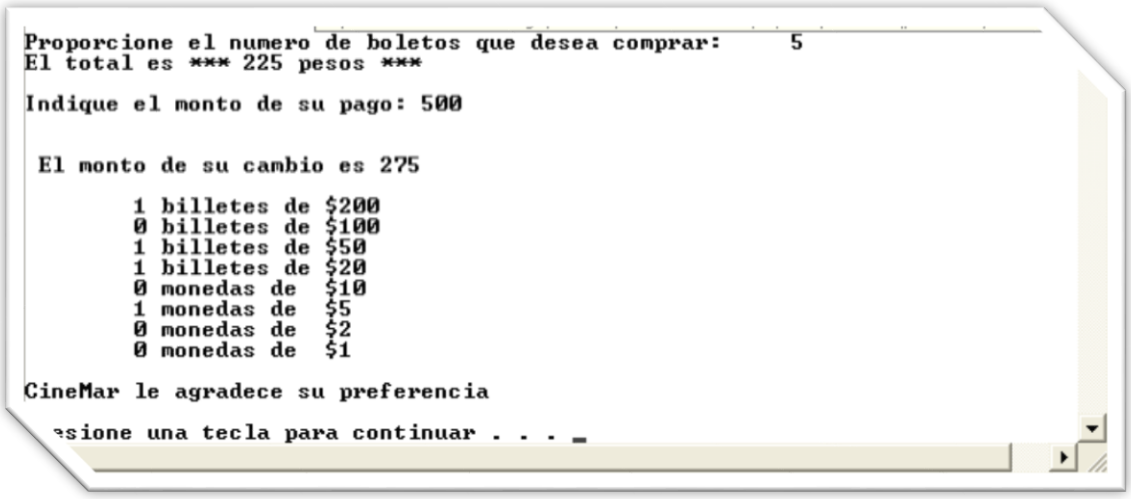


Figura 3.3: Ejecución del programa ventaBoletos.c

Cierre de la unidad

¡Excelente! Ya vamos a la mitad del curso y comenzamos a realizar programas para resolver problemas simples haciendo uso de las funciones de C, sin embargo, aún nos falta aprender varias cosas que podemos implementar para que nuestros programas resuelvan problemas cada vez más complejos.

En la siguiente Unidad aprenderemos a utilizar las estructuras de control para que los programas que realicemos puedan repetir ciclos de instrucciones o sólo realizarlas si se cumplen o no determinadas condiciones.

Es importante que no dejes de practicar para que puedas detectar todas las dudas o fallas que tengas a la hora de programar con las funciones que hasta ahora conoces.

En los libros de *Joyanes, L., & Zohanero, I. (2005)* y *López. L. (2005)* se encuentran disponibles más ejercicios que puedes realizar para practicar.
¡Adelante!

Fuentes de consulta

- Böhm, C., & Jacopini, G. (1966). Flow diagrams, Turing machines, and languages only with two formation rules". *Communications of the ACM, 9* (5), 366-371.
- Cairó, O. (2005). *Metodología de la programación: Algoritmos, diagramas de flujo y programas.* México, D.F.: Alfaomega.
- Guerrero, F. (s.f.). *mailxmail.com*. Recuperado el 15 de 8 de 2010, de http://www.mailxmail.com/curso-introduccion-lenguaje-c
- Joyanes, L., & Zohanero, I. (2005). *Programación en C. Metodología, algoritmos y estructuras de datos.* aspaño: Mc Graw Hill.
- Kernighan, B., & Ritchie, D. (1991). *El lenguaje de programción C.* México: Prentice-Hall Hispanoamericana.
- López, L. (2005). *Programación estructurada en lenguaje C.* México: Alfaomega.
- Reyes, A., & Cruz, D. (2009). *Notas de clase: Introducción a la programación.* México, D.F.: UACM.
- Villela, H. T. (20 de agosto de 2010). *Manual de C*. Obtenido de http://www.fismat.umich.mx/mn1/manual/