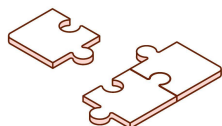


Introducción a la Informática

Año de Ingreso 2024



Introducción



- ¿Qué voy a aprender al leer este material?
- ¿Cómo tengo que estudiar con este material?
- ¿Cómo voy a evaluar mi aprendizaje?
- ¿Qué otros recursos facilitarán la lectura de este material?

¿Qué voy a aprender al leer este material?

El objetivo de este material es que adquieras una metodología básica para la resolución de problemas utilizando una computadora.

Comenzaremos analizando el problema a resolver; luego se propondrá una especificación clara de la manera de solucionarlo y finalmente se expresará esa solución en un lenguaje de programación.

¿Cómo tengo que estudiar con este material?

Este apunte consta de 4 capítulos que presentan los conceptos básicos que resultan significativos para la materia *Programación I* del 1^{er} año de la Carrera *Ingeniería en Computación*.

Asimismo, **cada Capítulo se divide en Temas** que permiten administrar mejor tus tiempos de estudio, manteniendo la continuidad de cada tema.

- Cada Capítulo tiene como objetivo la introducción de temas específicos y están acompañados con actividades de lectura, análisis, comprensión y ejercitación.
- En los contenidos desarrollados encontrarás toda la información necesaria para alcanzar los objetivos de cada capítulo.
- Cada uno de los Capítulos llevan asociados uno ó más ejercicios resueltos que te permitirán analizarlos con más detalle y de una forma guiada para la mejor comprensión de los temas.
- Al final de cada Capítulo encontrarás la **ejercitación**. Consiste en un conjunto de preguntas o planteo de problemas a los que deberás responder de acuerdo a la información estudiada. Es importante que resuelvas esta ejercitación.
- Este material utilizará una iconografía particular para destacar las secciones importantes del contenido, por ejemplo, distinguiendo las definiciones, los recordatorios, el momento de reflexión, la ejercitación, las evaluaciones, etc.

Si bien contarás con todo el material necesario y las actividades propuestas hay otros aspectos a tener en cuenta. Estos aspectos se basan principalmente en tu **responsabilidad**.

Es sabido que un proceso de aprendizaje es básicamente un **compromiso** que el alumno asume consigo mismo.

Tené en cuenta que la dedicación puesta, la administración conveniente de los tiempos, la lectura cuidadosa, el espacio de consultas con el docente, el repaso toda vez que lo consideres necesario, colaborarán para que el resultado de este curso resulte exitoso.

¿Qué otros recursos facilitarán la lectura de este material?

A continuación se presentan los íconos (representaciones gráficas de conceptos) que encontrarás en el material del Curso y que te orientarán a lo largo del estudio.



Objetivos



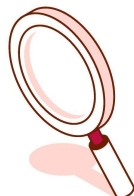
Actividad de reflexión



Ejercitación



Temas a tratar



**Enlace a
Material adicional**

Contenidos

Capítulo 1: Resolución de Problemas

- Introducción.
- Etapas en la resolución de problemas con computadora.
- Algoritmo.
- Pre y Postcondición de un algoritmo.
- Elementos que componen un algoritmo: Secuencia de Acciones, Selección, Repetición e Iteración.
- Importancia de la indentación en las estructuras de control.
- Conclusiones.
- Ejercitación.

Capítulo 2: Algoritmos y Lógica. Introducción al lenguaje del robot

- Lenguajes de Expresión de Problemas: Objetivo, Concepto de Lenguajes de Expresión de Problemas, Tipos de Lenguajes, Sintaxis y Semántica en un Lenguaje.
- El ambiente de programación.
- Estructura general de un programa.
- Operaciones sobre el robot R-info.
- Estructuras de Control: Secuencia, Selección, Repetición e Iteración en el ambiente.
- Repaso de proposiciones atómicas y moleculares, simbolización y Tablas de verdad.
- Conectivos lógicos: Conjunción, Disyunción y Negación. Utilización del paréntesis.
- Teoremas de Lógica Proposicional.
- Aplicación en el ambiente de R-info.
- Estilo de Programación y comentarios lógicos.
- Ambiente de Programación: Configuración Inicial.
- Conclusiones.
- Ejercitación.

Capítulo 3: Datos y Aplicaciones

- Conceptos de Control y Datos.
- Representación de los Datos.
- Variables
 - Sintaxis para la declaración de variables.
- Tipos de datos.
 - Tipo de dato numérico (numero).
 - Tipo de dato lógico (boolean).
- Esquema de un Programa en el ambiente de programación.

- Modificación de la información representada.
- Ejemplos.
- Comparaciones.
- Representación de más de un dato dentro del programa.
- Conclusiones.
- Ejercitación.

Capítulo 4: Repaso

- Presentación, análisis y resolución de ejemplos.
- Conclusiones.
- Ejercitación.

Capítulo 1

Resolución de problemas

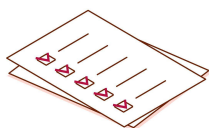


Objetivos

La resolución de problemas, utilizando como herramienta una computadora, requiere contar con la capacidad de expresión suficiente como para indicar a la máquina lo que debe llevarse a cabo.

Se comenzará resolviendo situaciones del mundo real tratando de utilizar determinados elementos que caracterizan a una secuencia de órdenes que una computadora puede comprender.

El tema central de este capítulo es la definición del concepto de algoritmo y los elementos que lo componen.



Temas a tratar

1. Introducción.
2. Etapas en la resolución de problemas con computadora.
3. Algoritmo.
4. Pre y Postcondiciones de un algoritmo.
5. Elementos que componen un algoritmo: Secuencia de Acciones, Selección, Repetición e Iteración.
6. Importancia de la indentación en las estructuras de control.
7. Conclusiones.
8. Ejercitación.

1.1 Introducción

La informática es la ciencia que estudia el análisis y resolución de problemas utilizando computadoras.

La palabra ciencia se relaciona con una metodología fundamentada y racional para el estudio y resolución de los problemas. En este sentido la Informática se vincula especialmente con la Matemática.

Si se busca en el diccionario una definición en la palabra *problema* podrá hallarse alguna de las siguientes:

- Cuestión o proposición dudosa, que se trata de aclarar o resolver.
- Enunciado encaminado a averiguar el modo de obtener un resultado cuando se conocen ciertos datos.

La resolución de problemas mediante una computadora consiste en dar una adecuada formulación de pasos precisos a seguir.

Si se piensa en la forma en que una persona indica a otra como resolver un problema, se verá que habitualmente se utiliza un lenguaje común y corriente para realizar la explicación, quizá entremezclado con algunas palabras técnicas. Esto presenta un riesgo. Resulta difícil transmitir el mensaje y por desgracia, con frecuencia se malinterpretan las instrucciones, por lo tanto se ejecuta incorrectamente la solución obteniéndose errores.

Cuando de una computadora se trata, no pueden utilizarse indicaciones ambiguas. Ante cada orden resulta fundamental tener una única interpretación de lo que hay que realizar. Una máquina no posee la capacidad de decisión del ser humano para resolver situaciones no previstas. Si al dar una orden a la computadora se produce una situación no contemplada, será necesario abortar esa tarea.

Además, para poder indicar a la computadora las órdenes que debe realizar es necesario previamente entender exactamente lo que se quiere hacer. Es fundamental conocer con qué información se cuenta y qué tipo de transformación se quiere hacer sobre ella.

A continuación se analizarán en forma general las distintas etapas que deben seguirse para poder llegar a resolver un problema utilizando una computadora como herramienta.

1.2 Etapas en la resolución de problemas con computadora

La resolución de problemas utilizando como herramienta una computadora no se resume únicamente en la escritura de un programa, sino que se trata de una tarea más compleja. El proceso abarca todos los aspectos que van desde interpretar las necesidades del usuario hasta verificar que la respuesta brindada es correcta. Las etapas son las siguientes:

- **Análisis del problema**

En esta primera etapa, se analiza el problema en su contexto del mundo real. Deben obtenerse los requerimientos del usuario. El resultado de este análisis es un modelo preciso del ambiente del problema y del objetivo a resolver. Dos componentes importantes de este modelo son los datos a utilizar y las transformaciones de los mismos que llevan al objetivo.

- **Diseño de una solución**

La resolución de un problema suele ser una tarea muy compleja para ser analizada como un todo. Una técnica de diseño en la resolución de problemas consiste en la identificación de las partes (subproblemas) que componen el problema y la manera en que se relacionan. Cada uno de estos subproblemas debe tener un objetivo específico, es decir, debe resolver una parte del problema original. La integración de las soluciones de los subproblemas es lo que permitirá obtener la solución buscada.

- **Especificación de algoritmos**

La solución de cada subproblema debe ser especificada a través de un algoritmo. Esta etapa busca obtener la secuencia de pasos a seguir para resolver el problema. La elección del algoritmo adecuado es fundamental para garantizar la eficiencia de la solución.

- **Escritura de programas**

Un algoritmo es una especificación simbólica que debe convertirse en un programa real sobre un lenguaje de programación concreto. A su vez, un programa escrito en un lenguaje de programación determinado (ej: Pascal, Ada, etc) es traducido automáticamente al lenguaje de máquina de la computadora que lo va a ejecutar. Esta traducción, denominada compilación, permite detectar y corregir los errores sintácticos que se cometen en la escritura del programa.

- **Verificación**

Una vez que se tiene un programa escrito en un lenguaje de programación se debe verificar que su ejecución produce el resultado deseado, utilizando datos

representativos del problema real. Sería deseable poder afirmar que el programa cumple con los objetivos para los cuales fue creado, más allá de los datos particulares de una ejecución. Sin embargo, en los casos reales es muy difícil realizar una verificación exhaustiva de todas las posibles condiciones de ejecución de un sistema de software. La facilidad de verificación y la depuración de errores de funcionamiento del programa conducen a una mejor calidad del sistema y es un objetivo central de la Ingeniería de Software.

En cada una de las etapas vistas se pueden detectar errores lo cual lleva a revisar aspectos de la solución analizados previamente.

Dada la sencillez de los problemas a resolver en este curso, la primera etapa correspondiente al análisis del problema, sólo se verá reflejada en la interpretación del enunciado a resolver. Sin embargo, a lo largo de la carrera se presentarán diferentes asignaturas que permitirán familiarizar al alumno con las técnicas necesarias para hacer frente a problemas de gran envergadura.

Por lo tanto, a continuación se trabajará sobre el concepto de Algoritmo como forma de especificación de soluciones concretas para la resolución de problemas con computadora.

1.3 Algoritmo

La palabra algoritmo deriva del nombre de un matemático árabe del siglo IX, llamado Al-Khuwarizmi, quien estaba interesado en resolver ciertos problemas de aritmética y describió varios métodos para resolverlos. Estos métodos fueron presentados como una lista de instrucciones específicas (como una receta de cocina) y su nombre es utilizado para referirse a dichos métodos.

Un algoritmo es, en forma intuitiva, una receta, un conjunto de instrucciones o de especificaciones sobre un proceso para hacer algo. Ese algo generalmente es la solución de un problema de algún tipo. Se espera que un algoritmo tenga varias propiedades. La primera es que un algoritmo no debe ser ambiguo, o sea, que si se trabaja dentro de cierto marco o contexto, cada instrucción del algoritmo debe significar sólo una cosa.

Se presentan a continuación algunos ejemplos:

- **Ejemplo 1.1:**

Problema: Indique la manera de salar una masa.

Algoritmo 1: Ponerle algo de sal a la masa

Algoritmo 2: Agregarle una cucharadita de sal a la masa.

El algoritmo 1 presenta una solución ambigua al problema planteado.

El algoritmo 2 presenta una solución adecuada al problema.

● Ejemplo 1.2:

Problema: Determinar si el número 7317 es primo.

Algoritmo 1: Divida el 7317 entre sus anteriores buscando aquellos que lo dividan exactamente.

Algoritmo 2: Divida el número 7317 entre cada uno de los números 2, 3, 4, ..., 7315, 7316. Por cada división, si el resultado es entero, la respuesta es que 7317 no es primo, sino (si el resultado es con resto), continúe con el siguiente número y vuelva a chequear. Si llega a la última división (ninguna de las divisiones dio un resultado entero, la respuesta es que 7317 es primo.

El algoritmo 1 no especifica claramente cuáles son los valores a lo que se refiere, por lo que resulta ambiguo.

El algoritmo 2 presenta una solución no ambigua para este problema. Existen otros algoritmos mucho más eficaces para dicho problema, pero esta es una de las soluciones correctas.

● Ejemplo 1.3:

Problema: Determinar la suma de todos los números enteros.

En este caso no se puede determinar un algoritmo para resolver este problema. Un algoritmo debe alcanzar la solución en un tiempo finito, situación que no se cumplirá ya que los números enteros son infinitos.

Además de no ser ambiguo, un algoritmo debe detenerse. Se supone también que cuando se detiene, debe informar de alguna manera, su resultado. Es bastante factible escribir un conjunto de instrucciones que no incluyan una terminación y por lo tanto dicho conjunto de instrucciones no conformarían un algoritmo.

● Ejemplo 1.4:

Problema: Volcar un montículo de arena en una zanja.

Algoritmo: Tome una pala. Mientras haya arena en el montículo cargue la pala con arena y vuélquela en la zanja. Dejar la pala.

Este algoritmo es muy simple y no ambiguo. Se está seguro que en algún momento parará, aunque no se sabe cuántas paladas se requerirán.

Resumiendo, un algoritmo puede definirse como una secuencia ordenada de pasos elementales, exenta de ambigüedades, que lleva a la solución de un problema dado en un tiempo finito.

Para comprender totalmente la definición anterior falta clarificar qué se entiende por “paso elemental”.

● **Ejemplo 1.5:**

Escriba un algoritmo que permita preparar una tortilla de papas de tres huevos.

El enunciado anterior basta para que un cocinero experto lo resuelva sin mayor nivel de detalle, pero si este no es el caso, se deben describir los pasos necesarios para realizar la preparación. Esta descripción puede ser:

Mezclar papas cocidas, huevos y una pizca de sal en un recipiente
Freír

Esto podría resolver el problema, si el procesador o ejecutor del mismo no fuera una persona que da sus primeros pasos en tareas culinarias, ya que el nivel de detalle del algoritmo presupone muchas cosas. Si este problema debe resolverlo una persona que no sabe cocinar, se debe detallar, cada uno de los pasos mencionados, pues estos no son lo bastante simples para un principiante.

De esta forma, el primer paso puede descomponerse en:

Pelar las papas
Cortarlas en cuadraditos
Cocinar las papas
Batir los huevos en un recipiente
Agregar las papas al recipiente y echar una pizca de sal al mismo

El segundo paso (freír) puede descomponerse en los siguientes tres:

Calentar aceite en una sartén
Verter el contenido del recipiente en la sartén
Dorar la tortilla de ambos lados

Nótese además que si la tortilla va a ser realizada por un niño, algunas tareas (por ejemplo batir los huevos) pueden necesitar una mejor especificación.

El ejemplo anterior sólo pretende mostrar que la lista de pasos elementales que compongan nuestro algoritmo depende de quién sea el encargado de ejecutarlo. Si en particular, el problema va a ser resuelto utilizando una computadora, el conjunto de pasos elementales conocidos es muy reducido, lo que implica un alto grado de detalle para los algoritmos.

Se considera entonces como un paso elemental aquel que no puede volver a ser dividido en otros más simples. De ahora en adelante se utilizará la palabra instrucción como sinónimo de paso elemental.

Un aspecto importante a discutir es el detalle que debe llevar el algoritmo. Esto no debe confundirse con el concepto anterior de paso elemental. En ocasiones, no se trata de descomponer una orden en acciones más simples sino que se busca analizar cuáles son las órdenes relevantes para el problema. Esto resulta difícil de cuantificar cuando las soluciones son expresadas en lenguaje natural. Analice el siguiente ejemplo:

- **Ejemplo 1.6:**

Desarrolle un algoritmo que describa la manera en que Ud. se levanta todas las mañanas.

Salir de la cama
Quitarse el pijama
Ducharse
Vestirse
Desayunar

Nótese que se ha llegado a la solución del problema en cinco pasos, y no se resaltan aspectos como: colocarse un calzado después de salir de la cama, o abrir la llave de la ducha antes de ducharse. Estos aspectos han sido descartados, pues no tienen mayor trascendencia. En otras palabras, se suponen.

En cambio existen aspectos que no pueden obviarse o suponerse porque el algoritmo perdería lógica. El tercer paso, "vestirse", no puede ser omitido. Puede discutirse si requiere un mayor nivel de detalle o no, pero no puede ser eliminado del algoritmo.

Un desarrollador de algoritmos deberá reconocer esos aspectos importantes y tratar de simplificar su especificación de manera de seguir resolviendo el problema con la menor cantidad de órdenes posibles.

1.4 Pre y Postcondiciones de un algoritmo

Precondición es la información que se conoce como verdadera antes de comenzar el algoritmo.

Analicemos el **ejemplo 1.1:**

Problema: Indique la manera de salar una masa.

Algoritmo 2: Agregarle una cucharadita de sal a la masa.

Se supone que se dispone de todos los elementos para llevar a cabo esta tarea. Por lo tanto, como precondición puede afirmarse que se cuenta con la cucharita, la sal y la masa.

Postcondición es la información que se conoce como verdadera al concluir el algoritmo si se cumple adecuadamente el requerimiento pedido.

En el **ejemplo 1.2:**

Problema: Determinar si el número 7317 es primo.

Algoritmo: Divida el número 7317 entre cada uno de los números 2, 3, 4, ..., 7315, 7316. Por cada división, si el resultado es entero, la respuesta es que 7317 no es primo, sino (si el resultado es con resto), continúe con el siguiente número y vuelva a chequear. Si llega a la última división (ninguna de las divisiones dio un resultado entero, la respuesta es que 7317 es primo.

La postcondición es que se ha podido determinar si el número 7317 es primo o no.

En el **ejemplo 1.4:**

Problema: Volcar un montículo de arena en una zanja.

Algoritmo: Tome una pala. Mientras haya arena en el montículo cargue la pala con arena y vuélquela en la zanja. Dejar la pala.



¿Cuáles serían las precondiciones y las postcondiciones del algoritmo del ejemplo 1.4?

La precondición es que se cuenta con la pala, la arena y está ubicado cerca de la zanja que debe llenar.

La postcondición es que el montículo quedó vacío al terminar el algoritmo.

1.5 Elementos que componen un algoritmo

1.5.1 Secuencia de Acciones

Una secuencia de acciones está formada por una serie de instrucciones que se ejecutan una a continuación de la otra.

Esto se muestra gráficamente en la Figura 1.1

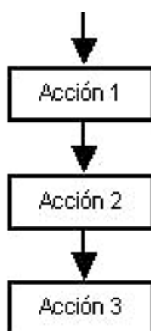


Figura 1.1: Secuencia

● Ejemplo 1.7:

Escriba un algoritmo que permita cambiar una lámpara quemada. Usted cuenta con lámparas de la misma potencia y con una escalera.

Colocar una escalera debajo de la lámpara quemada
Tomar una lámpara nueva de la misma potencia que la anterior
Subir por la escalera con la nueva lámpara hasta alcanzar la lámpara a sustituir
Desenroscar la lámpara quemada
Enroscar la nueva lámpara hasta que quede apretada la nueva lámpara
Bajar de la escalera con lámpara quemada
Tirar la lámpara a la basura

● Ejemplo 1.8

Escriba un algoritmo que permita a un robot subir 4 escalones

Colocar Pie Izquierdo en el siguiente escalón
Subir un escalón
Colocar Pie Derecho en el siguiente escalón
Subir un escalón
Colocar Pie Izquierdo en el siguiente escalón
Subir un escalón
Colocar Pie Derecho en el siguiente escalón
Subir un escalón

Se denomina flujo de control de un algoritmo al orden en el cual deben ejecutarse los pasos individuales.

Hasta ahora se ha trabajado con flujo de control secuencial, es decir, la ejecución uno a uno de los pasos, desde el primero hasta el último.

Las estructuras de control son construcciones algorítmicas que alteran directamente el flujo de control secuencial del algoritmo.

Con ellas es posible seleccionar un determinado sentido de acción entre un par de alternativas específicas o repetir automáticamente un grupo de instrucciones.

A continuación se presentan las estructuras de control necesarias para la resolución de problemas más complejos.

1.5.2 Selección

La escritura de soluciones a través de una secuencia de órdenes implica que siempre se ejecuten los mismos pasos, sin considerar que pueden existir opciones alternativas de acción para distintos casos. Esto requiere definir a priori cuál de las diferentes alternativas se presentarán al momento de la resolución del problema. Lamentablemente, cuando existen alternativas diferentes es imposible contar con cuál de ellas se trabajará, antes de comenzar la ejecución de la secuencia de acciones.

A través de la selección se incorpora, a la especificación del algoritmo, la capacidad de decisión. De esta forma será posible seleccionar una de dos alternativas de acción posibles durante la ejecución del algoritmo.

Por ejemplo, si en el **ejemplo 1.7** se prefiere que se reemplace la lámpara quemada por una de luz cálida y en caso de no contar con esta se coloque una de luz fría, será necesario que al momento de elegir la lámpara a colocar se decida cuál se tomará en base a las que haya disponibles.

La selección permite que en un algoritmo se puedan considerar alternativas como se muestra en la Figura 1.2.

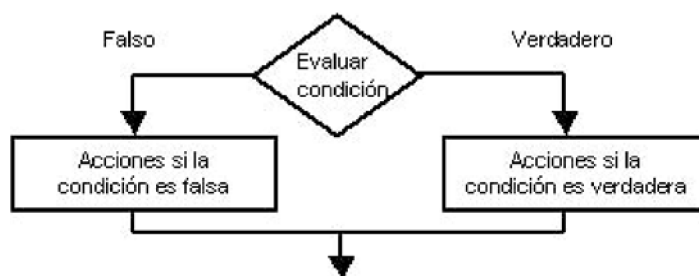


Figura 1.2: Estructura Si-Entonces-Sino

La selección se notará de la siguiente forma:

si (condición)
acción o acciones a realizar si la condición es verdadera (1)
sino

acción acciones a realizar si la condición es falsa (2)

donde *condición* es una expresión que al ser evaluada puede tomar solamente uno de dos valores posibles: verdadero o falso. En caso de que *condición* resulte verdadera, solo se ejecutarán las acciones de (1) (NO se ejecutarán las de (2)). En caso contrario, es decir, si *condición* resulta ser falsa, solo se ejecutarán las acciones de (2).

En la figura 1.2 se grafica la selección utilizando un rombo para representar la decisión y un rectángulo para representar un bloque de acciones secuenciales.

Analice el siguiente ejemplo:

● **Ejemplo 1.9:**

Su amigo le ha pedido que le compre 10 caramelos en el kiosco. De ser posible, prefiere que sean de menta pero si no hay, le da igual que sean de cualquier otro sabor.

Ir al kiosco
si (hay al menos 10 caramelos de menta)
Pedir 10 caramelos de menta (1)
sino
Pedir 10 caramelos de cualquier sabor (2)
Pagar

Los aspectos más importantes son:

- No es posible saber si en el kiosco hay caramelos de menta ANTES de llegar al kiosco por lo que no puede utilizar una secuencia de acciones única para resolver este problema en ambas situaciones.
- La condición "hay caramelos de menta" sólo admite dos respuestas posibles: hay o no hay; es decir, verdadero o falso respectivamente.
- Si se ejecuta la instrucción marcada con (1), NO se ejecutará la acción (2) y viceversa.
- Independientemente del tipo de caramelos que haya comprado, siempre se pagará. Esta acción es independiente del tipo de caramelos que haya llevado.

En algunos casos, puede suceder que no existan acciones a realizar si la condición es falsa. En estos casos, la estructura de control es Si-Entonces (Figura 1-3).

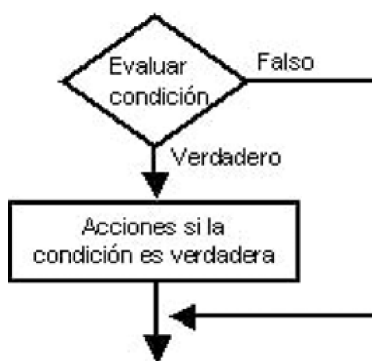


Figura 1.3: Estructura Si-Entonces

En ese caso se utilizará la siguiente notación:

si (condición)
acción o acciones a realizar en caso de que la condición sea verdadera.

• Ejemplos 1.10:

Su amigo se ha puesto un poco más exigente y ahora le ha pedido que le compre 10 caramelos de menta en el kiosco. Si no consigue caramelos de menta, no debe comprar nada.

Ir al kiosco
si (*hay al menos 10 caramelos de menta*)
Pedir 10 caramelos de menta
Pagar

Con este algoritmo, a diferencia del **ejemplo 1.8**, si la condición "*hay al menos 10 caramelos de menta*" resulta ser falsa, no se realizará ninguna acción.

1.5.3 Repetición

Un componente esencial de los algoritmos es la repetición. La computadora, a diferencia de los humanos, posee una alta velocidad de procesamiento. A través de ella, es posible ejecutar, de manera repetitiva, algunos pasos elementales de un algoritmo. Esto puede considerarse una extensión natural de la secuencia.

La repetición es la estructura de control que permite al algoritmo ejecutar un conjunto de instrucciones un número de veces fijo y conocido de antemano.

La repetición se muestra en la Figura 1.4:

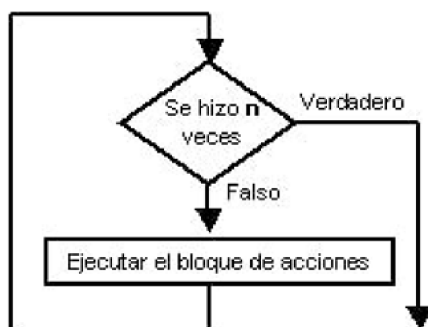


Figura 1.4: Estructura repetitiva

La notación a utilizar es la siguiente:

repetir N
Acción o acciones a realizar N veces.

Se analizan a continuación algunos algoritmos que presentan repeticiones:

- **Ejemplo 1.11:**

Escriba un algoritmo que permita poner 4 litros de agua en un balde utilizando un vaso de 50 cc.

Al plantear una solución posible, se observa que hay dos pasos básicos: llenar el vaso con agua y vaciarlo en el balde. Para completar los cuatro litros es necesario repetir estas dos operaciones ochenta veces. Suponga que se dispone de un vaso, un balde y una canilla para cargar el vaso con agua.

Tomar el vaso y el balde
repetir 80
Llenar el vaso de agua.
Vaciar el vaso en el balde.
Dejar el vaso y el balde.

Nótese que, la instrucción “Dejar el vaso y el balde” no pertenece a la repetición. Esto queda indicado por la sangría o indentación utilizada para cada instrucción. Por lo tanto, se repetirán 80 veces las instrucciones de “Llenar el vaso de agua” y “Vaciar el vaso en el balde”.



Haciendo clic en el siguiente link podés acceder a una animación sobre la estructura *Repetición*: [Animación Repetición](#)

El ejemplo 1.8, que inicialmente se presentó como un ejemplo de secuencia, puede escribirse utilizando una repetición de la siguiente forma:

- **Ejemplo 1.12:**

Escriba un algoritmo que permita a un robot subir 8 escalones.

```
repetir 2  
  Colocar Pie Izquierdo en el siguiente escalón  
  Subir un escalón  
  Colocar Pie Derecho en el siguiente escalón  
  Subir un escalón
```

Este algoritmo realiza exactamente las mismas acciones que el algoritmo del ejemplo 1.8. Las ventajas de utilizar la repetición en lugar de la secuencia son: la reducción de la longitud del código y la facilidad de lectura.

- **Ejemplo 1.13:**

Juan y su amigo quieren correr una carrera dando la vuelta a la manzana. Considere que Juan parten de una esquina.

```
repetir 4  
  Correr una cuadra  
  Doblar a la derecha
```

1.5.4 Iteración

Existen situaciones en las que se desconoce el número de veces que debe repetirse un conjunto de acciones. Por ejemplo, si se quiere llenar una zanja con arena utilizando una pala, será difícil indicar exactamente cuántas paladas de arena serán necesarias para realizar esta tarea. Sin embargo, se trata claramente de un proceso iterativo que consiste en cargar la pala y vaciarla en la zanja.

Por lo tanto, dentro de una iteración, además de una serie de pasos elementales que se repiten; es necesario contar con un mecanismo que lo detenga.

La iteración es una estructura de control que permite al algoritmo ejecutar en forma repetitiva un conjunto de acciones utilizando una condición para indicar su finalización.

El esquema iterativo se muestra en la Figura 1.5

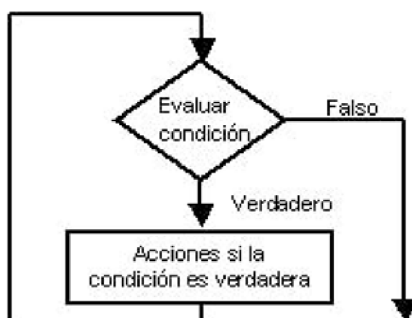


Figura 1.5: Estructura iterativa

La notación para utilizar la estructura de control iterativa es:

mientras (condición)

Acción o acciones a realizar en caso de que la condición sea verdadera.

Las acciones contenidas en la iteración serán ejecutadas mientras la condición sea verdadera. Es importante notar que, la primera vez, antes de ejecutar alguna de las acciones de la iteración, lo primero que se realiza es la evaluación de la condición. Sólo luego de comprobar que es verdadera se procede a ejecutar el conjunto de acciones pertenecientes al mientras.

Si inicialmente la condición resultara falsa, el contenido del mientras no se ejecutará ni siquiera una sola vez. Este funcionamiento se muestra gráficamente en la figura 1.5.

Es importante que las acciones realizadas en el interior de la iteración modifiquen el valor de verdad de la condición a fin de garantizar que la iteración terminará en algún momento.

Analicemos el siguiente ejemplo:

● **Ejemplo 1.14:**

Escriba un algoritmo que permita volcar un montículo de arena en una zanja utilizando una pala.

Tomar la pala.

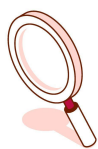
Ubicarse frente a la zanja.

mientras (no esté vacío el montículo de arena)

cargar la pala con arena

volcar la arena en la zanja

Dejar la pala



Haciendo clic en el siguiente link podés acceder a una animación sobre la estructura *Iteración*: [Animación Iteración](#)

La iteración indica que, mientras no se vacíe el montículo, se seguirá incorporando arena en la zanja. Cuando el montículo esté vacío, la condición será falsa y la iteración terminará. Es importante destacar, que si el montículo inicialmente estaba vacío, ninguna palada de arena será tomada del montículo ni incorporada a la zanja. Es decir, la condición se verifica ANTES de comenzar la iteración.

En este punto es apropiado hacerse la siguiente pregunta. ¿Qué sentido tiene introducir el concepto de iteración? Con toda seguridad, para los ejemplos antes mencionados no es necesario dicho concepto para establecer clara, simple o comprensiblemente las instrucciones del algoritmo.

Existe una razón bastante obvia para justificar esta estructura de control: es una realidad el hecho de que las computadoras requieren instrucciones detalladas y no ambiguas acerca de lo que deben hacer. Se debe, por lo tanto, dividir los algoritmos en pasos simples, de modo que las computadoras puedan efectuar sus cálculos. Si se quiere que algo sea realizado 80 veces, se le debe indicar que lo repita 80 veces. El empleo de las instrucciones de repetición, en este caso, permite hacer esto sin tener que escribir 80 líneas de instrucciones.

Por otro lado, el concepto de iteración es necesario para una mejor legibilidad o facilidad de lectura de los procesos algorítmicos. La iteración es un proceso fundamental en los algoritmos, y se debe ser capaz de pensar en términos de ciclos de iteración para poder construir los algoritmos.

1.6 Importancia de la indentación en las estructuras de control

Las instrucciones que pertenecen a una estructura de control deben tener una sangría mayor que la utilizada para escribir el comienzo de la estructura. De esta forma, podrá identificarse el comienzo y fin del conjunto de instrucciones involucradas en dicha estructura. A esta sangría se la denomina indentación.

Este concepto se aplica a las tres estructuras de control vistas previamente: selección, repetición e iteración.

El siguiente ejemplo muestra el uso de la indentación en la selección:

● Ejemplo 1.15:

Suponga que se planea una salida con amigos. La salida depende del clima: si llueve vos y tus amigos irán al cine a ver la película elegida, por el contrario si no llueve irán de pesca. Luego de realizar el paseo se juntarán a comentar la experiencia vivida.

Juntarse en una casa con el grupo de amigos (1)

Mirar el estado del tiempo. (2)

si (llueve)

elegir película

ir al cine

sino

preparar el equipo de pesca

ir a la laguna a pescar

Volver a la casa a comentar sobre el paseo (3)

Como puede apreciarse, las acciones que deben ser realizadas cuando la condición es verdadera se encuentran desplazadas un poco más a la derecha que el resto de la estructura. Algo similar ocurre con las acciones a realizar cuando la condición es falsa. De esta forma puede diferenciarse lo que pertenece a la selección del resto de las instrucciones.

En el ejemplo anterior, la instrucción “Volver a la casa a comentar sobre el paseo” se realiza siempre sin importar si llovió o no. Esto se debe a que no pertenece a la selección. Esto queda de manifiesto al darle a las instrucciones (1), (2) y (3) la misma indentación.

● Ejemplo 1.16:

Usted desea ordenar una caja con 54 fotografías viejas de manera que todas las fotografías queden al derecho; esto es, en la orientación correcta y la imagen boca arriba. Las fotografías ordenadas se irán guardando en el álbum familiar.

Tomar la caja de fotos y un álbum vacío.

repetir 54

Tomar una fotografía.

si (la foto está boca abajo)

dar vuelta la foto

si (la foto no está en la orientación correcta)

girar la foto para que quede en la orientación correcta

guardar la fotografía en el álbum

guardar el álbum

Según la indentación utilizada, la repetición contiene la acción de “Tomar una fotografía”, las dos selecciones y la instrucción “guardar la fotografía en el álbum”. Las

instrucciones "Tomar la caja de fotos y el álbum" y "Guardar el álbum" no pertenecen a la repetición.

- **Ejemplo 1.17:**

Usted se dispone a tomar una taza de café con leche pero previamente debe endulzarlo utilizando azúcar en sobrecitos. Escriba un algoritmo que resuelva este problema.

Tomar la taza de café con leche.

Probar el café con leche

mientras (no esté lo suficientemente dulce el café)

Tomar un sobre de azúcar.

Vaciar el contenido del sobre en la taza.

Mezclar para que el azúcar se disuelva.

Probar el café con leche

Tomar el café con leche.

Note que en este último ejemplo no se conoce de antemano la cantidad de sobrecitos de azúcar necesarios para endulzar el contenido de la taza. Además, la condición se evalúa antes de agregar el primer sobre. Según la indentación utilizada, la iteración incluye cuatro instrucciones. La acción "Tomar el café con leche" se ejecutará sólo cuando la iteración haya terminado, es decir, cuando la condición sea falsa.

1.7 Conclusiones

El uso de algoritmos permite expresar, de una forma clara, la manera en que un problema debe ser resuelto. Los elementos que lo componen son característicos de la resolución de problemas con computadora.

La ejercitación es la única herramienta para poder comprender y descubrir la verdadera potencialidad de las estructuras de control. Resulta fundamental alcanzar un total entendimiento del funcionamiento de estas estructuras para poder lograr expresar soluciones más complejas que los ejemplos aquí planteados.



Ejercitación

1. Defina qué es un algoritmo y cuáles son sus características principales.
2. ¿Cuáles son los elementos que componen un algoritmo?
3. Esta noche Juan se encuentra en su casa y desea ver la película "Nueve reinas". Realice un algoritmo que le permita a Juan ver dicha película, sabiendo que hay un canal de televisión que la está transmitiendo. Luego de terminar de ver la película, Juan debe apagar el televisor. Teniendo en cuenta las siguientes soluciones, responda las preguntas a) y b):

Solución 1:

```
Encender el televisor
Ver la película "Nueve reinas"
Apagar el televisor
```

Solución 2:

```
Encender el televisor
si (está transmitiendo "Nueve reinas")
    ver la película "Nueve reinas"
Apagar el televisor.
```

Solución 3:

```
Encender el televisor
si (está transmitiendo "Nueve reinas")
    ver la película "Nueve reinas"
sino
    Apagar el televisor.
```

Solución 4:

```
Encender el televisor
repetir 20
    cambiar de canal
Ver la película "Nueve reinas"
Apagar el televisor
```

Solución 5:

```
Encender el televisor.
mientras (no se transmite en el canal actual "Nueve reinas")
    cambiar de Canal
Ver la película "Nueve reinas"
Apagar el televisor.
```

- a) Explique por qué las soluciones 1, 2, 3 y 4 son incorrectas.
 - b) ¿Qué ocurriría con la solución 5 si el enunciado aclarara que puede que ningún canal se encuentre transmitiendo la película?
4. Usted se encuentra en una esquina y desea comprar una botella de agua en el kiosco que se encuentra al otro lado de la calle. Verifique que no pasen autos antes de

cruzar. Indique, para cada uno de los siguientes algoritmos, si representa la solución a este problema. Justifique su respuesta.

Algoritmo 1:

```
si (pasan autos)
  esperar 1 segundo
mientras (no llegue al otro lado de la calle)
  dar un paso
mientras (hay agua)
  comprar una botella de agua
pagar
```

Algoritmo 2:











```
mientras (pasan autos)
  esperar 1 segundo
mientras (no llegue al otro lado de la calle)
  dar un paso
si (hay agua)
  comprar una botella de agua
pagar
```

Algoritmo 3:

```
mientras (pasan autos)
  esperar 1 segundo
mientras (no llegue al otro lado de la calle)
  dar un paso
si (hay agua)
  comprar una botella de agua
pagar
```

5. Realice un algoritmo para que, en caso de ser necesario, permita cambiar el filtro de papel de una cafetera. Considere que está frente a la cafetera y que dispone de un filtro suplente. El filtro debe cambiarse si se encuentra sucio. Luego de cambiarlo debe tirar el filtro sucio. En caso que encuentre que el filtro de la cafetera está limpio, guarde el filtro suplente en el lugar correspondiente.
6. Escriba un algoritmo que le permita preparar 1 litro de pintura color verde, con $\frac{1}{2}$ litro de pintura azul y $\frac{1}{2}$ litro de pintura amarilla. Si no dispone de los colores necesarios, debe preparar 1 litro de pintura color naranja con $\frac{1}{2}$ litro de pintura amarilla y $\frac{1}{2}$ litro de pintura roja. Tenga en cuenta que la preparación de las pinturas tienen pasos en común.
7. Modifique el ejercicio 6, en el que se tenga en cuenta que no necesariamente se dispone de los colores para preparar alguna pintura.
8. Escriba un algoritmo que le permita mover 160 productos de 60 kilos cada uno, desde el depósito de un supermercado ubicado en el subsuelo al local ubicado en el primer piso. Considere que el contenido es muy frágil por lo que sólo llevará un producto por vez. Para realizar el trabajo debe tomar un carrito en el que carga el producto el cual debe guardar luego de haber realizado todo el trabajo. Para subir al primer piso existe un ascensor que siempre está disponible para usar.

9. Modifique el algoritmo del ejer 8) suponiendo que puede trasladar 240 kilos a la vez.
10. Escriba un algoritmo que le permita guardar fotos en un álbum familiar. El álbum está compuesto por 150 hojas que se completan solo en la cara del frente, en la cual entran 10 fotos. El álbum se completa en orden, por hoja. Una vez que el álbum está completo, debe guardarse en la biblioteca. Considere que cuenta con fotos suficientes para completar el álbum y que inicialmente el álbum se encuentra vacío.
11. Modifique el algoritmo del ejer.10) suponiendo ahora que no se sabe la cantidad de fotos que entran en una hoja.
12. Modifique el algoritmo del ejer.10) suponiendo ahora que no se sabe la cantidad de hojas que tiene el álbum. Se sabe que en cada página entran 10 fotos.
13. Modifique el algoritmo del ejer.10) suponiendo ahora que no se sabe la cantidad de hojas que tiene el álbum ni la cantidad de fotos que entran en cada hoja.
14. Usted necesita encontrar una foto en un álbum familiar. Es necesario abrir el álbum para buscar y cerrarlo al terminar. Usted sabe que la foto se encuentra en dicho álbum. Al finalizar, debe tomar la foto.
 - a) Modifique el algoritmo anterior considerando ahora que no sabe si la foto está o no. Al finalizar debe informar si la encontró
 - b) Modifique el algoritmo anterior considerando que tiene 3 álbumes y que sabe que la foto se encuentra en alguno de los 3.
 - c) Modifique el ejercicio anterior considerando ahora que cuenta con 3 álbumes, pero no sabe si la foto está o no. Al finalizar debe informar si la encontró
15. Suponga que la avenida 51 tiene en sus esquinas faroles y papeleros distribuidos como se indica en la tabla. ¿Si una persona ejecutará el siguiente algoritmo en qué esquina quedaría posicionado?

Calle 10		(51,10) un papelero
Calle 9		(51,9) un papelero y un farol
Calle 8		(51,8) un farol
Calle 7		(51,7) un papelero
Calle 6		(51,6) un papelero
Calle 5		(51,5) un farol
Calle 4		(51,4) un papelero
Calle 3		(51,3) un papelero
Calle 2		(51,2) un farol y un papelero
Calle 1		(51,1) un papelero
Avenida 51		

Algoritmo	
Posicionarse en 51 y 1	
Orientarse mirando hacia 2	
caminar una cuadra	(1)
mientras (Hay Farol En La Esquina)	(2)
si (Hay Papelero En La Esquina)	
mientras (Hay Papelero En La esquina)	
caminar una cuadra	
caminar una cuadra	
sino	
repetir 2	
caminar una cuadra	

- a) ¿Dónde quedaría posicionado si la línea (1) se elimina del algoritmo?
- b) ¿Dónde quedaría posicionado si en el algoritmo original se cambia la línea (2) por Repetir 2?

Capítulo 2

Algoritmos y Lógica

Introducción al lenguaje del Robot



Objetivos

En este capítulo se verán con mayor profundidad algunos de los conceptos utilizados anteriormente para la definición de algoritmos.

Se introducirá el concepto de lenguajes de expresión de problemas y los tipos de lenguajes existentes. Se presentará el ambiente de programación del robot Rinfo que tiene un lenguaje especial, con el que comenzaremos a trabajar en la resolución de problemas.

Este capítulo permitirá aplicar lo visto sobre estructuras de control, pero en el lenguaje previsto para el ambiente del robot Rinfo.

Además, se introducirán y revisarán algunos conceptos básicos de la lógica proposicional para representar condiciones complejas utilizadas en las estructuras del ambiente del robot Rinfo, aplicadas específicamente a problemas con el robot.



Temas a tratar

1. Lenguajes de Expresión de Problemas. Tipos de Lenguajes. Sintaxis y semántica en un Lenguaje.
2. Ambiente de programación del robot Rinfo. Operaciones sobre Rinfo. Estructura general de un programa. Estilo de Programación. Ambiente de programación.
3. Estructuras de control en el ambiente de programación del robot Rinfo.
4. Proposiciones atómicas y moleculares, simbolización y tablas de verdad.
5. Conectivos lógicos: Conjunción, Disyunción y Negación. Utilización del paréntesis.
6. Conclusiones
7. Ejercitación

2.1 Lenguajes de Expresión de Problemas. Tipos de Lenguajes. Sintaxis y semántica en un Lenguaje.

En el capítulo anterior se ha utilizado un lenguaje casi natural para especificar las instrucciones que debían llevarse a cabo. Esto, si bien facilita la escritura del algoritmo para quien debe decir cómo resolver el problema, podría dificultar la comprensión de dicha solución por parte de quien debe interpretarla.

En algunos de los ejemplos presentados hasta el momento, seguramente el lector debe haber tenido diferentes interpretaciones ¿Por qué?

Fundamentalmente porque el lenguaje natural tiene varios significados para una palabra (es ambiguo) y porque admite varias combinaciones para armar un enunciado. Estas dos condiciones son “indeseables” para un lenguaje de expresión de problemas utilizable en Informática.

En el ejemplo 1.7, del capítulo anterior:



- ¿Qué sucede si la lámpara está en el centro de la habitación y la escalera no es de dos hojas?

- ¿“Alcanzar la lámpara” equivale a “tomar la lámpara con la mano para poder girarla”? ¿Dónde se deja la lámpara usada mientras se coloca la nueva?

Por medio de estas preguntas nos damos cuenta que el significado de cada instrucción del lenguaje debe ser exactamente conocido y como consecuencia no se pueden admitir diferentes interpretaciones.

Un lenguaje de expresión de problemas contiene un conjunto finito y preciso de instrucciones o primitivas utilizables para especificar la solución buscada.

Se puede notar, que desde el punto de vista del diseño del algoritmo, el contar con un número finito de instrucciones posibles termina con el problema de decidir, de una forma totalmente subjetiva, el grado de detalle necesario para que los pasos a seguir puedan ser interpretados correctamente. El conjunto de instrucciones determinará cuales son los pasos elementales posibles que se utilizarán para el diseño de la solución.

Un lenguaje de expresión de problemas debe reunir las siguientes características:

- Debe estar formado por un número de instrucciones finito.
- Debe ser completo, es decir que todas las acciones de interés deben poder expresarse con dicho conjunto de instrucciones.

- Cada instrucción debe tener un significado (efecto) preciso.
- Cada instrucción debe escribirse de modo único.

2.1.1 Tipos de Lenguajes

No siempre los problemas se expresan con primitivas que representen un subconjunto preciso del lenguaje natural: se puede utilizar un sistema de símbolos gráficos (tales como los de los diagramas de flujo que se observarán en algunos textos de Informática), puede emplearse una simbología puramente matemática, puede crearse un lenguaje especial orientado a una aplicación, pueden combinarse gráficas con texto, etc.

De todos modos, cualquiera sea la forma del lenguaje elegido éste siempre respetará las características mencionadas anteriormente ¿Por qué?

Porque si se quiere que una máquina interprete y ejecute las órdenes del lenguaje, por más sofisticada que ella sea, requerirá que las órdenes diferentes constituyan un conjunto finito, que cada orden pueda ser interpretada de un modo único y que los problemas solubles por la máquina sean expresables en el lenguaje.

2.1.2 Sintaxis y Semántica en un Lenguaje

La forma en que se debe escribir cada instrucción de un lenguaje y las reglas generales de expresión de un problema completo en un lenguaje constituyen su **sintaxis**.

Por ejemplo hay lenguajes que en su sintaxis tienen reglas tales como:

- Indicar el comienzo y fin del algoritmo con palabras especiales.
- Indicar el fin de cada instrucción con un separador (por ejemplo punto y coma).
- Encerrar, entre palabras clave, bloques de acciones comunes a una situación del problema (por ejemplo todo lo que hay que hacer cuando la condición es verdadera dentro de la estructura de control de selección).
- Indentar adecuadamente las instrucciones.

El significado de cada instrucción del lenguaje y el significado global de determinados símbolos del lenguaje constituyen su **semántica**.

Dado que cada instrucción debe tener un significado preciso, la semántica de cada instrucción es una indicación exacta del efecto de dicha instrucción. Por ejemplo ¿Cuál sería el efecto de una instrucción del siguiente tipo:

```
si (condición)
    .....
sino
    .....
```

como la vista en el Capítulo 1?

El efecto sería:

1. Evaluar la condición.
2. Si la condición es Verdadera, realizar las acciones indicadas antes del **sino**.
3. Si la condición es Falsa realizar las acciones indentadas indicadas a continuación del **sino**.

2.2 Ambiente de programación del robot (Rinfo).

A lo largo de este curso se trabajará con una máquina abstracta simple, un único robot móvil llamado **Rinfo**, controlado por un conjunto reducido de primitivas que permiten modelizar recorridos y acciones en una ciudad compuesta por calles y avenidas.

Una consideración importante que se debe hacer en este momento, es que este ambiente de programación permite abordar otros conceptos y operaciones que los que se presentan como contenidos de este curso. Por ejemplo, el ambiente permite declarar varios robots Rinfo que se desplazan por la ciudad (con diferentes características) y que serán utilizados para explicar los conceptos básicos de la programación concurrente y paralela. Estos conceptos se verán en asignaturas del primer año y de años superiores de la carrera.

En resumen, en este curso utilizaremos un único robot Rinfo que se desplazará en una única área de una ciudad compuesta por 100 avenidas y 100 calles.

El robot Rinfo que se utiliza posee las siguientes capacidades básicas:

1. Se mueve.
2. Se orienta hacia la derecha, es decir, gira 90 grados en el sentido de las agujas del reloj.
3. Dispone de sensores visuales que le permiten reconocer dos formas de objetos preestablecidas: flores y papeles. Los mismos se hallan ubicados en las esquinas de la ciudad.
4. Lleva consigo una bolsa donde puede transportar flores y papeles. Está capacitado para recoger y/o depositar cualquiera de los dos tipos de objetos en una esquina, pero de a uno a la vez. La bolsa posee capacidad ilimitada.
5. Puede realizar cálculos simples.
6. Puede informar los resultados obtenidos.

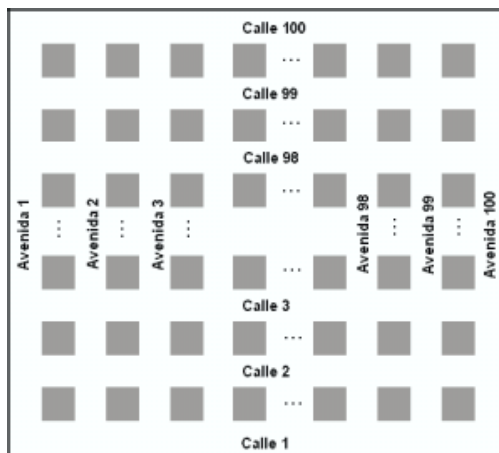


Figura 2.1: La ciudad del robot

La ciudad, en la que Rinfo se desplaza, está formada por calles y avenidas. Se denominan avenidas a las arterias verticales y calles a las arterias horizontales.

Como lo muestra la figura 2.1, la ciudad está formada por 100 avenidas y 100 calles.

Cada una de las esquinas está determinada por la intersección de una avenida y una calle. Debe considerarse a las arterias como rectas y a la esquina como el punto de intersección entre dichas rectas. La esquina se representará por dos coordenadas: la primera indicará el número de avenida y la segunda el número de calle. Por ejemplo, la esquina (2,4) es la intersección de la avenida 2 y la calle 4.

Las flores y los papeles se encuentran siempre en las esquinas. Pueden existir varias flores y varios papeles en cada esquina. En la búsqueda de reducir el problema del mundo real a los aspectos básicos que debe cubrir el robot en el ambiente, se han realizado las siguientes abstracciones:

- La ciudad queda reducida a un ámbito cuadrado de 100 calles y 100 avenidas;
- El andar del robot queda asociado con un paso que equivale a una cuadra de recorrido;
- Se reducen los datos en el modelo para tratar sólo con flores y papeles;
- Se aceptan convenciones (el robot solo inicia sus recorridos en la posición (1,1) de la ciudad);
- Se supone que el robot ve y reconoce las flores y los papeles. No es de interés de este curso discutir cómo realiza ese reconocimiento.

Es interesante analizar el grado de exactitud del modelo y su relación con los objetivos a cumplir. Está claro que en este ejemplo no se modeliza exactamente la ciudad ni los objetos que están en ella. Tampoco se representa adecuadamente el movimiento de un robot real, que posiblemente tenga que dar varios pasos para recorrer una cuadra. Se ignoran los detalles del proceso de reconocimiento de los objetos e incluso no se considera la posibilidad de que el robot confunda objetos.

Sin embargo, dado que el objetivo planteado es escribir programas que permitan representar recorridos con acciones simples (contar, limpiar, depositar) el modelo esencial es suficiente y funciona correctamente.

2.2.1 Operaciones en el ambiente del robot Rinfo

El conjunto de acciones que **Rinfo** puede realizar es muy reducido. Cada una de estas acciones corresponde a una instrucción, entendible por él y que debe tener un modo unívoco de expresión, para que la máquina la interprete correctamente; y un significado único, a fin de poder verificar que el resultado final de la tarea se corresponde con lo requerido. De esta manera se desplaza, toma, deposita, evalúa algunas condiciones sencillas y puede visualizar información.

Este conjunto de instrucciones elementales que se detallan en la tabla 2.1 permite escribir programas con un objetivo bien definido, que tendrán una interpretación y una ejecución única por **Rinfo**. En dicha tabla se indica para cada instrucción su sintaxis, es decir, cómo debe escribirse, y su semántica, esto es cómo se interpreta esa orden en el lenguaje de **Rinfo**.

Sintaxis	Semántica
Iniciar(robot, posición)	Instrucción primitiva que posiciona al robot en la esquina indicada orientado hacia el norte. <i>En este curso, siempre debemos posicionar al robot en la esquina (1,1) para comenzar su ejecución.</i>
derecha	Instrucción primitiva que cambia la orientación del robot en 90° en sentido horario respecto de la orientación actual.
mover	Instrucción primitiva que conduce al robot de la esquina en la que se encuentra a la siguiente, respetando la dirección en la que está orientado. Es responsabilidad del programador que esta instrucción sea ejecutada dentro de los límites de la ciudad. En caso contrario se producirá un error y el programa será abortado.
tomarFlor	Instrucción primitiva que le permite al robot recoger una flor de la esquina en la que se encuentra y ponerla en su bolsa. Es responsabilidad del programador que esta instrucción sea ejecutada solo cuando haya al menos una flor en dicha esquina. En caso contrario se producirá un error y el programa será abortado.
tomarPapel	Instrucción primitiva que le permite al robot recoger un papel de la esquina en la que se encuentra y ponerlo en su bolsa. Es responsabilidad del programador que esta instrucción sea ejecutada solo cuando haya al menos un papel en dicha esquina. En caso contrario se producirá un error y el programa será abortado.

depositarFlor	Instrucción primitiva que le permite al robot depositar una flor de su bolsa en la esquina en la que se encuentra. Es responsabilidad del programador que esta instrucción sea ejecutada solo cuando haya al menos una flor en dicha bolsa. En caso contrario se producirá un error y el programa será abortado.
depositarPapel	Instrucción primitiva que le permite al robot depositar un papel de su bolsa en la esquina en la que se encuentra. Es responsabilidad del programador que esta instrucción sea ejecutada solo cuando haya al menos un papel en dicha bolsa. En caso contrario se producirá un error y el programa será abortado.
PosAv	Identificador que representa el número de avenida en la que el robot está actualmente posicionado. Su valor es un número entero en el rango 1..100 y no puede ser modificado por el programador.
PosCa	Identificador que representa el número de calle en la que el robot está actualmente posicionado. Su valor es un número entero en el rango 1..100 y no puede ser modificado por el programador.
HayFlorEnLaEsquina	Proposición atómica cuyo valor es V si hay al menos una flor en la esquina en la que el robot está actualmente posicionado, ó F en caso contrario. Su valor no puede ser modificado por el programador.
HayPapelEnLaEsquina	Proposición atómica cuyo valor es V si hay al menos un papel en la esquina en la que el robot está actualmente posicionado, ó F en caso contrario. Su valor no puede ser modificado por el programador.
HayFlorEnLaBolsa	Proposición atómica cuyo valor es V si hay al menos una flor en la bolsa del robot, ó F en caso contrario. Su valor no puede ser modificado por el programador.
HayPapelEnLaBolsa	Proposición atómica cuyo valor es V si hay al menos un papel en la bolsa del robot, ó F en caso contrario. Su valor no puede ser modificado por el programador.
Pos(Avenida, Calle)	Instrucción que requiere dos valores Avenida y Calle, cada uno de ellos en el rango 1..100, y posiciona al robot en la esquina determinada por el par (Avenida,Calle) sin modificar la orientación del robot.
Informar	Instrucción que permite visualizar en pantalla el contenido almacenado en alguna variable o valores literales.

Tabla 2.1: Sintaxis del robot Rinfo

Es importante remarcar que la sintaxis en este lenguaje es sensible a mayúsculas y minúsculas. No es lo mismo escribir “depositarFlor” que “DepositFlor” ó “depositarflor”. De las tres formas anteriores sólo “depositarFlor” es correcta.



Puede descargar el *Ambiente de R-info* de la página de la Facultad de Informática en la sección relacionada a Ingresantes.

2.2.2 Estructura general de un programa

Un programa escrito en el lenguaje del robot comienza con la palabra clave **programa**, la cual debe estar seguida por un identificador que determina el nombre del programa.

El cuerpo del programa principal es una secuencia de sentencias, delimitada por las palabras claves **comenzar** y **fin**.

Dentro del programa se debe realizar un conjunto de declaraciones antes de comenzar a escribir el código propiamente dicho para el problema que se quiere resolver.

1. Inicialmente se dispondrá de un sector para declarar las diferentes áreas que se pueden utilizar (en este curso sólo se declarará un área que comprende la ciudad de 100 avenidas y 100 calles).
2. Luego, se deben declarar los diferentes tipos de robot que se desea utilizar para resolver cada problema, que estarán desplazándose por la ciudad, junto al conjunto de instrucciones que cada tipo de robot debe ejecutar (en este curso sólo se declarará un único tipo de robot).
3. Habrá otro espacio asignado para los módulos (se verá en capítulos sucesivos).
4. Antes de comenzar con el programa, se indicarán las variables que se asocian a cada tipo de robot declarado previamente (para este curso sólo existirá la declaración de un robot).
5. Finalmente, entre las palabras comenzar y fin se escribe el código que indica en cuáles áreas se pueden mover los robots declarados (en este curso el único robot se moverá por la ciudad completa) y una instrucción que indica al robot que comience a ejecutar las órdenes definidas.

Resumiendo lo explicado anteriormente, la estructura de un programa es la siguiente:

programa *nombre_del_programa*

areas

Se declara una única área que comprende toda la ciudad

robots

Se declara un único tipo de robot "robot1" cuyo código corresponde a la solución del problema que se está resolviendo

variables

Se declara una variable que representa al robot, será llamada Rinfo

comenzar

*Se asigna el área donde se desplazará Rinfo (en este curso toda la ciudad).
Se indica el inicio para que cada robot se ejecute (en este curso solo se indica el comienzo de ejecución de Rinfo).*

fin

Comentarios lógicos

Los problemas para poder ser resueltos, deben entenderse, es decir interpretarse adecuadamente. Esto requiere un enunciado preciso de los mismos.

A su vez, las soluciones que se desarrollan y que se expresan en un lenguaje preciso y riguroso, también deben ser entendidas por otros. ¿Por qué?

- Porque no siempre se ejecuta la solución.
- Porque a veces se debe modificar la solución por un pequeño cambio del problema, y para esto se debe “leer” rápida y correctamente la solución anterior.
- Porque en ocasiones se comparan soluciones de diferentes programadores y se debe tratar de entenderlas en un tiempo razonable.

Para que las soluciones sean claras y legibles, se deben agregar comentarios aclaratorios adecuados.

Un comentario dentro de un algoritmo no representa ni un dato, ni una orden. Sin embargo, quienes desarrollan sistemas informáticos coinciden en que un algoritmo adecuadamente escrito debería interpretarse sólo leyendo los comentarios que el autor intercala a medida que construye su solución.

El término comentario lógico se refiere a que no se debe escribir un texto libre, sino expresar en forma sintética la función de una instrucción o un bloque de instrucciones del algoritmo, tratando de reflejar la transformación de los datos que se logra como consecuencia de su ejecución.

Normalmente, los comentarios se intercalan en el algoritmo con algún símbolo inicial que indique que se trata de un comentario. En el ambiente de programación de Rinfo los comentarios se indican por medio de llaves.

De la experiencia en la disciplina Informática se aprende que el mayor esfuerzo y costo asociado con los sistemas de software es su mantenimiento, es decir corregir y ajustar dinámicamente el algoritmo o programa inicial a nuevas situaciones. Para reducir el costo de este mantenimiento, es fundamental documentar adecuadamente los desarrollos. Un aspecto importante de esa documentación consiste en escribir comentarios lógicos adecuados a medida que se desarrolla la solución.

2.2.3 Estilo de programación

La programación en el ambiente de Rinfo utiliza ciertas reglas sintácticas adicionales las cuales son muy estrictas relacionadas con la indentación y el uso de mayúsculas y minúsculas.

Estas reglas, aunque puedan resultar algo incómodas para el programador, buscan formar en el estudiante un buen estilo de programación.

El objetivo de un estilo de programación es mejorar, en mayor grado, la legibilidad del código de forma tal que resulte sencillo entenderlo, modificarlo, adaptarlo y reusarlo, ayudando así a maximizar la productividad y minimizar el costo de desarrollo y mantenimiento.

Al escribir un programa se deben respetar las siguientes reglas de indentación:

- La palabra clave **programa** debe comenzar en la primer columna.
- Las palabras claves **comenzar** y **fin** de un programa deben comenzar en la misma columna que la palabra clave programa.
- Las sentencias del cuerpo del programa debe comenzar dos columnas mas a la derecha que las palabras claves que lo delimitan: comenzar y fin.
- Las sentencias que pertenecen al cuerpo de una estructura de control deben comenzar dos columnas más a la derecha que la palabra clave que identifica a la estructura de control.
- La indentación es la única forma de indicar si una sentencia pertenece o no a la estructura de control en cuestión.

Por otro lado, todas las palabras claves definidas por el ambiente de programación del robot Rinfo, así como las primitivas y las estructuras de control, deben ser escritas siempre con letras minúsculas, excepto que su nombre esté compuesto por más de una palabra, en cuyo caso, de la segunda palabra en adelante, cada una comienza con mayúscula. Por ejemplo: tomarFlor, mientras, numero.

Por el contrario, las variables y los procesos del sistema deben comenzar cada palabra que compone su nombre con una letra mayúscula y las demás minúsculas. Por ejemplo: Iniciar, PosAv, HayFlorEnLaBolsa, Pos, Informar.

Se recomienda la utilización de comentarios lógicos adecuados que faciliten el seguimiento del algoritmo planteado.

2.2.4 Ambiente de programación

Se denomina ambiente de programación a la herramienta que permite cubrir las distintas etapas en el desarrollo de un programa, que van desde la codificación del algoritmo en un lenguaje de programación hasta su ejecución, a fin de obtener los resultados esperados.

Cada ambiente de programación trabaja sobre un lenguaje específico. En particular, el ambiente de Rinfo utiliza la sintaxis del robot descripta previamente. Para

codificar un algoritmo en el lenguaje del robot Rinfo es necesario realizar las siguientes tres etapas:

1. Escribir el programa: se escriben los pasos a seguir utilizando la sintaxis descripta.
2. Compilar el programa: para lograr que la computadora ejecute el programa escrito en la etapa anterior es necesario traducirlo a un lenguaje que la computadora comprenda. Esta etapa se denomina compilación y permite detectar los errores de sintaxis.
3. Ejecutar el programa: una vez que el programa ha sido compilado, puede ejecutarse. El ambiente de programación del robot Rinfo permite visualizar durante la ejecución, el recorrido que realiza el robot Rinfo dentro de la ciudad.

A continuación se describe el funcionamiento del ambiente a fin de poder mostrar cada una de las etapas mencionadas anteriormente. En la figura 2.2 se muestra la pantalla inicial del ambiente de programación del robot Rinfo.

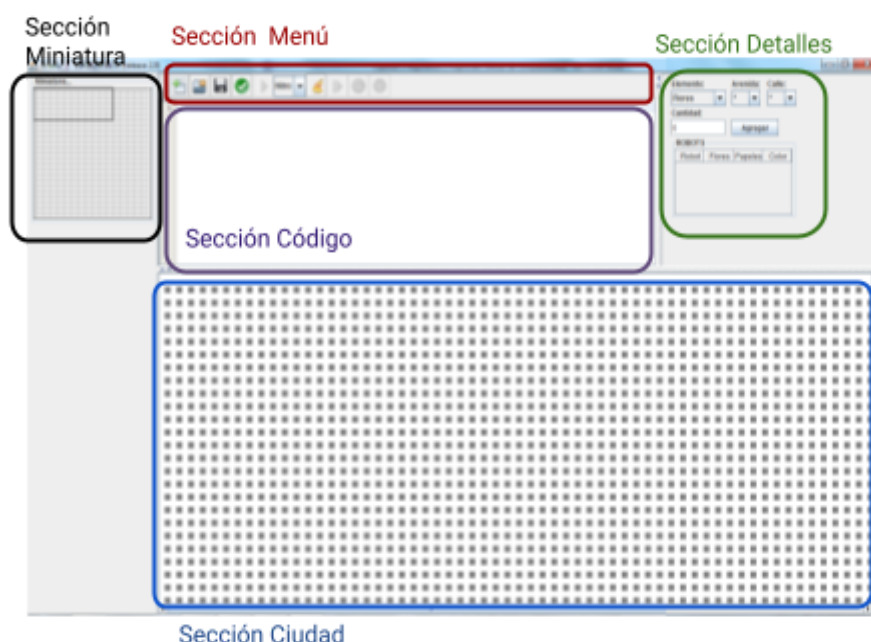


Figura 2.2: Ambiente de programación de Rinfo

Como se puede apreciar en la Figura 2.2, este ambiente está dividido en cinco secciones: Sección Miniatura, Sección Menú, Sección Código, Sección Ciudad, y por último Sección Detalles.

Sección Miniatura: en esta sección se visualiza un cuadrado que representa la ciudad con sus avenidas y calles y un rectángulo más pequeño que indica que parte de la ciudad se está visualizando en la Sección Ciudad. Desplazando este rectángulo dentro del cuadrado podrás observar distintas avenidas y calles de la ciudad. En este curso nuestra ciudad estará compuesta por 100 avenidas y 100 calles.

Sección Menú: en esta sección se encuentra el conjunto de opciones que se pueden realizar. Entre las más utilizadas están: crear un programa, cargar un programa ya escrito, crear un nuevo programa y guardarlo, compilar y/o ejecutar un programa hecho y reiniciar el programa. A medida que se utilice el ambiente de programación se podrá observar que existen otras operaciones, aunque las antes mencionadas seguramente son las únicas que se usarán en este curso.

Sección Código: en esta sección se visualiza el código correspondiente al programa con el que se está trabajando; puede ser un programa ya escrito o uno que se esté escribiendo en ese momento.

Sección Detalles: en esta sección se puede observar la información relevante al programa con el que se está trabajando, como la cantidad de flores y papeles de las esquinas y los robots que se encuentran en la ciudad (en este curso utilizaremos un solo robot Rinfo).

Sección Ciudad: en esta sección se puede observar el funcionamiento del programa a medida que ejecuta las instrucciones del mismo, una vez cumplida la etapa de compilación.

2.2.5 Comenzando a trabajar

Para comenzar a trabajar, se debe empezar a escribir el código del robot Rinfo (recordar que en este curso sólo se trabaja con un único robot). Durante este curso el nombre de robot que utilizaremos será Rinfo.

El programa está compuesto por las instrucciones explicadas anteriormente junto a la sintaxis ya presentada. Si bien no es imprescindible, se recomienda salvar el programa ingresado mediante la opción “*Guardar*” de la Sección Menú (Ver Figura 2.2). Allí se deberá indicar el nombre que se desea dar al programa. Los programas que se ejecutan dentro del ambiente de programación poseen extensión .Imre. Esta acción permitirá posteriormente editar el programa para volver a utilizarlo.

Luego de escribir el programa, es necesario realizar el proceso de compilación seleccionando la opción “*Compilar*” de la Sección Menú. El proceso de compilación se encargará de verificar la sintaxis del programa escrito y en caso de existir errores, visualizará los mensajes correspondientes.

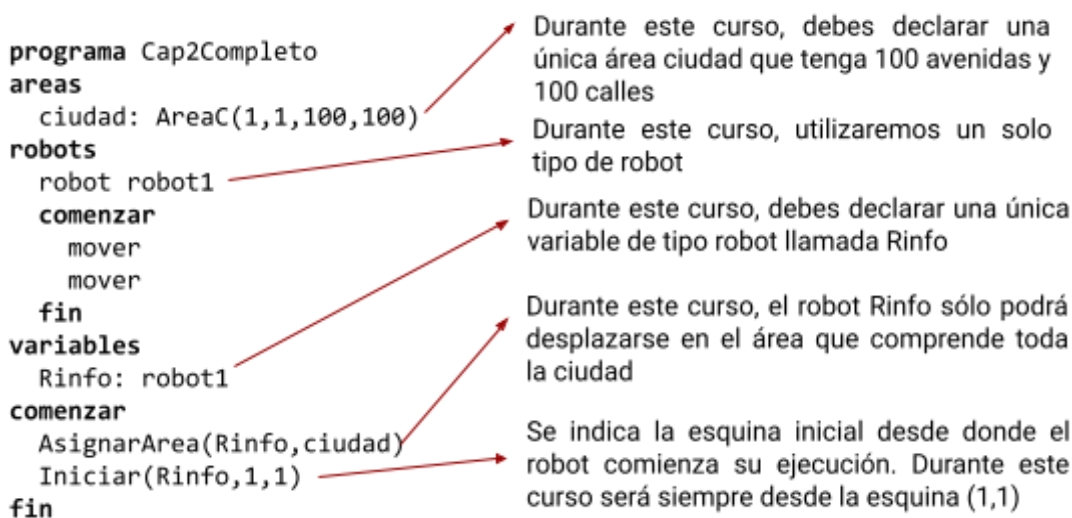
Una vez que la compilación es realizada en la parte izquierda de la pantalla (debajo de la información miniatura) se visualizará la información del robot Rinfo

Posteriormente, el programa ha sido correctamente escrito, puede ejecutarse mediante la opción “*Ejecutar*” de la Sección Menú. En la Sección Ciudad es posible ver cómo el robot Rinfo efectúa el recorrido indicado.

Es posible que se desee indicar la cantidad inicial de flores y papeles tanto para la ciudad como para la bolsa del robot Rinfo. Esto es posible modificando los valores correspondientes en la Sección Detalles. Además, en la misma sección se puede

cambiar el color (rojo) asignado por defecto al robot Rinfo. La nueva configuración se hará efectiva sólo cuando el programa se ejecute nuevamente.

Teniendo en cuenta todos los conceptos que hemos visto hasta este momento, la estructura de un programa que tiene un robot llamado Rinfo, el cual debe caminar dos cuadras a partir de la esquina (1,1) sería la siguiente:



Un punto importante a tener en cuenta cuando se desarrollen los programas es que durante este curso sólo se debe modificar el código correspondiente al único robot Rinfo dependiendo de las acciones que se quieren realizar. Es decir, no deben definirse nuevas áreas ni robots como tampoco cambiar el tamaño de la ciudad.

2.3 Estructuras de Control

En esta sección se detalla la sintaxis correspondiente a las estructuras de control utilizadas por el robot Rinfo. El funcionamiento de cada una de esas estructuras se explicó en forma detallada en el capítulo 1.

2.3.1 Secuencia

Está definida por un conjunto de instrucciones que se ejecutarán una a continuación de otra.

Ejemplo 2.1:

Programa al robot para que camine desde (1,1) a (1,3) y desde allí a (4,3).

```
programa Cap2Ejemplo1
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
```



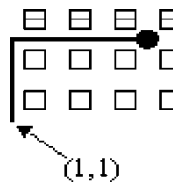

```

comenzar
  mover
  mover
  derecha
  mover
  mover
  mover
fin

variables
  Rinfo: robot1

comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin

```



La instrucción *Iniciar* ubica al robot Rinfo en la esquina (1,1) orientado hacia el norte (hacia arriba). Luego debe comenzar la ejecución de las instrucciones correspondientes al robot Rinfo. Por lo tanto, avanza dos cuadras en línea recta por lo que queda posicionado en la calle 3. Dobla a la derecha para seguir avanzando por la calle 3 y camina tres cuadras por lo que finaliza el recorrido parado en (4,3). Rinfo queda mirando hacia el este.

Note que no existe en el lenguaje del robot una instrucción que permita detenerlo. Esto ocurrirá naturalmente al terminar el programa, es decir cuando encuentra la palabra *fin* correspondiente al programa.

Ejemplo 2.2:

Programa al robot para que recorra la avenida 4 desde la calle 3 hasta la calle 6. Al finalizar debe informar en qué esquina quedó parado.

```

programa Cap2Ejemplo2
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
  comenzar
    Pos(4,3)
    mover
    mover
    mover
    Informar(PosAv, PosCa)
  fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin

```

La instrucción *Pos(4,3)* permite que el robot Rinfo “salte” desde (1,1) hasta (4,3). A partir de allí, camina tres cuadras en línea recta, realizando el recorrido solicitado.

Al terminar el programa el robot quedará ubicado en la esquina (4,6). La instrucción *Informar(PosAv, PosCa)* muestra los valores retornados por las instrucciones *PosAv* y *PosCa*.



- *Programa al robot para que recorra la calle 6 desde la avenida 11 a la avenida 13.*
- *Programa al robot para que recorra la avenida 17 desde la calle 31 hasta la calle 25.*

2.3.2 Selección

Esta estructura permite al robot seleccionar una de dos alternativas posibles. La sintaxis es la siguiente:

```
si (condición)
    acción o bloque de acciones a realizar en caso de que la condición sea verdadera
sino
    acción o bloque de acciones a realizar en caso de que la condición sea falsa
```

Con respecto a la indentación necesaria para identificar las acciones a realizar en cada caso, se utilizarán dos posiciones a partir del margen izquierdo como puede apreciarse en los ejemplos que aparecen a continuación.

Ejemplo 2.3:

Programa al robot para que recorra la calle 1 desde la avenida 1 a la 2 depositando, si puede, una flor en cada esquina. Además, debe informar el número de avenidas en las que no haya podido depositar la flor.

```
programa Cap2Ejemplo3
areas
    ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
    robot robot1
comenzar
    derecha
    si HayFlorEnLaBolsa {Evalúa La primera esquina}
        depositarFlor
    sino
        Informar(PosAv)
    mover
    si HayFlorEnLaBolsa {Evalúa La segunda esquina}
        depositarFlor
    sino
        Informar(PosAv)
fin
variables
    Rinfo: robot1
comenzar
    AsignarArea(Rinfo,ciudad)
    Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

Notemos que la indentación permite ver que la instrucción *mover* no pertenece a la primera selección, por lo que al terminar el recorrido el robot quedará en (2,1) y si tiene flores en la bolsa, depositará una en cada esquina visitada.

En el ejemplo anterior se utiliza la estructura de selección *si/sino*, pero en caso de no necesitar realizar acciones cuando la condición es falsa, puede omitirse la palabra *sino* junto con las instrucciones correspondientes; por lo que la sintaxis a utilizar sería la siguiente:

```
si (condición)
    acción o bloque de acciones a realizar en caso de que la condición sea verdadera
```

Ejemplo 2.4:

Programe al robot para que recorra la avenida 15 desde la calle 12 a la calle 14 recogiendo, de ser posible, un papel en cada esquina.

```
programa Cap2Ejemplo4
areas
    ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
    robot robot1
comenzar
    Pos(15,12)
    si HayPapelEnLaEsquina
        tomarPapel
    mover
    si HayPapelEnLaEsquina
        tomarPapel
    mover
    si HayPapelEnLaEsquina
        tomarPapel
fin
variables
    Rinfo: robot1
comenzar
    AsignarArea(Rinfo,ciudad)
    Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```



- Programe al robot para que, si puede, deposite un papel en (1,2) y una flor en (1,3).
- Programe al robot para que intente recoger una flor de la esquina determinada por la calle 50 y la avenida 7. Solo si lo logra debe ir a la calle 51 y avenida 8 e intentar recoger allí otra flor. Al finalizar, debe informar en qué esquina quedó parado.

2.3.3 Repetición

Cuando se desea realizar una acción o un conjunto de acciones un número fijo de veces, por ejemplo, N, se puede utilizar la siguiente estructura:

```
repetir N  
  acción o bloque de acciones a realizar
```

Es importante remarcar que la cantidad de veces que se repite el bloque de acciones debe ser conocida de antemano. Una vez iniciada la repetición la ejecución no se detendrá hasta no haber ejecutado la cantidad de veces indicada por N, el conjunto de acciones indicado.

Si se analizan con más detalle algunos de los ejemplos anteriores se verá que pueden resolverse utilizando una repetición.

Ejemplo 2.5:

Programa al robot para que camine desde (1,1) a (1,3) y desde allí a (4,3).

Este problema fue resuelto utilizando una secuencia en el ejemplo 2.1. Ahora será implementado utilizando la repetición.

```
programa Cap2Ejemplo5  
areas  
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)  
robots  
  robot robot1  
comenzar  
  repetir 2  
    mover  
    derecha  
  repetir 3  
    mover  
fin  
variables  
  Rinfo: robot1  
comenzar  
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)  
  Iniciar(Rinfo,1,1)  
fin
```

Comparemos los programas Cap2Ejemplo1 y Cap2Ejemplo5 verificando que el recorrido realizado en ambos casos es el mismo.

A continuación, se muestra otra solución al problema planteado en el ejemplo 2.3 utilizando una repetición:

El Ejemplo 2.3 decía:

Programa al robot para que recorra la calle 1 desde la avenida 1 hasta la avenida 2 depositando, si puede, una flor en cada esquina. Además debe informar el número de avenida de aquellas esquinas en las que no haya podido depositar la flor.

```
programa Cap2Ejemplo6
```

```
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
  comenzar
    derecha
  repetir 2
    si HayFlorEnLaBolsa
      depositarFlor
    sino
      Informar(PosAv)
  mover
  fin
variables
  Rinfo: robot1
  comenzar
    AsignarArea(Rinfo,ciudad)
    Iniciar(Rinfo,1,1)
  fin
```



¿Por qué al finalizar el recorrido, el robot no queda posicionado en el mismo lugar que en el ejemplo 2.3? ¿Perjudica en algo este hecho a lo que debe ser informado?

A continuación se muestra una variante del ejemplo 2.4:

Ejemplo 2.7 (variante del 2.4):

Programa al robot para que recorra la avenida 15 desde la calle 12 a la 14 recogiendo, de ser posible, un papel en cada esquina.

```
programa Cap2Ejemplo7
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
  comenzar
    Pos(15,12)
  repetir 2
    si HayPapelEnLaEsquina
      tomarPapel
    mover
    si HayPapelEnLaEsquina (*)
      tomarPapel
  fin
variables
  Rinfo: robot1
  comenzar
    AsignarArea(Rinfo,ciudad)
    Iniciar(Rinfo,1,1)
  fin
```



- ¿Las acciones realizadas por el robot en los programas Cap2Ejemplo4 y Cap2Ejemplo7 son iguales?
- ¿Es posible incluir la instrucción (*) en la repetición? Si es así indique la manera de hacerlo y qué diferencias encuentra con el programa Cap2Ejemplo7.

Ejemplo 2.8:

Programa al robot para que recorra la calle 4 dejando una flor en cada esquina.

Para resolver este problema es necesario analizar las 100 esquinas que forman la calle 4. El recorrido en el robot Rinfo será efectuado de la siguiente forma:

```

programa Cap2Ejemplo8
comenzar
  {ubicar al robot en (1,4) orientado hacia la derecha}
  {Por cada una de las primeras 99 esquinas de calle 4}
    {depositar la flor (solo si tiene)}
    {avanzar a la próxima esquina}
  {Depositación de la flor en la esquina (1,100) solo si tiene}
fin

```

En la sintaxis del ambiente del robot Rinfo, este algoritmo se traduce en el siguiente programa:

```

programa Cap2Ejemplo8
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
comenzar
  derecha {ubicar al robot en (1,4) orientado hacia la derecha}
  Pos(1,4)
  repetir 99 {Por cada una de las primeras 99 esquinas de calle 4}
    si HayFlorEnLaBolsa
      depositarFlor
    mover
    si HayFlorEnLaBolsa {esquina (1,100)}
      depositarFlor
  fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin

```

Se puede notar que la sentencia *Pos(1,4)* no modifica la orientación del robot Rinfo. En todos los casos la indentación es lo que permite definir los bloques de instrucciones. Por ejemplo, la última selección no pertenece a la repetición. Esto queda claramente indicado al darle a ambas estructuras de control la misma indentación (el mismo margen izquierdo).

2.3.4 Iteración

Cuando la cantidad de veces que debe ejecutarse una acción o bloque de acciones depende del valor de verdad de una condición, puede utilizarse la siguiente estructura de control.

```
mientras (condición)  
    acción o bloque de acciones a realizar mientras la condición sea  
    verdadera
```

A continuación se muestran algunos ejemplos que permiten representar el funcionamiento de esta estructura.

Ejemplo 2.9:

Escriba un programa que le permita al robot recorrer la avenida 7 hasta encontrar una esquina que no tiene flores. Al finalizar debe informar en qué calle quedó parado. Por simplicidad, suponga que esta esquina seguro existe.

Se debe tener en cuenta que no se conoce la cantidad de cuadras a recorrer para poder llegar a la esquina buscada. Para resolver este recorrido es preciso inspeccionar las esquinas una a una hasta lograr hallar la que no tiene flores. La solución es la siguiente:

```
programa Cap2Ejemplo9  
areas  
    ciudad: AreaC(1,1,100,100)  
robots  
    robot robot1  
comenzar  
    Pos(7,1)  
    mientras HayFlorEnLaEsquina  
        mover  
        Informar( PosCa )  
fin  
variables  
    Rinfo: robot1  
comenzar  
    AsignarArea(Rinfo,ciudad)  
    Iniciar(Rinfo,1,1)  
fin
```

En este último ejemplo, para visualizar el número de calle donde el robot quedó parado debe utilizarse *PosCa* ya que no es posible calcular el valor a priori. Note que la ubicación de las flores en las esquinas de la ciudad puede variar entre una ejecución y otra.

Además en el ejemplo se puede observar que cada vez que el robot evalúa la condición "*HayFlorEnLaEsquina*" avanza una cuadra, si la condición es verdadera.

Ejemplo 2.10:

Programa al robot para que deposite en (1,1) todas las flores que lleva en su bolsa.

```
programa Cap2Ejemplo10
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
comenzar
  mientras HayFlorEnLaBolsa
    depositarFlor
  fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

Ejemplo 2.11:

Programa al robot para que recoja todas las flores y todos los papeles de la esquina determinada por la calle 75 y avenida 3. El código en el ambiente del robot Rinfo sería de la forma:

```
programa Cap2Ejemplo11
comenzar
  {Ubicar al robot en la esquina que se quiere limpiar}
  {Recoger todas las flores}
  {Recoger todos los papeles}
fin
```

Dado que en una esquina no se conoce a priori la cantidad de flores y/o papeles que puede haber será necesario utilizar dos iteraciones: una para recoger las flores y otra para recoger los papeles, de la siguiente forma:

```
programa Cap2Ejemplo11
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
comenzar
  Pos(3,75)
  {Recoger todas las flores}
  mientras HayFlorEnLaEsquina
    tomarFlor
  {Recoger todos los papeles}
  mientras HayPapelEnLaEsquina
    tomarPapel
  fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
```



```

AsignarArea(Rinfo,ciudad)
Iniciar(Rinfo,1,1)
fin

```

Ejemplo 2.12:

Programa al robot para que camine desde (4,2) hasta (4,4) y luego hasta (7,4). El código en el ambiente del robot Rinfo sería de la forma:

```

programa Cap2Ejemplo12
comenzar
  {Posicionar al robot }
  {Avanzar dos cuadras }
  {Doblar a la derecha }
  {Avanzar tres cuadras }
fin

```

Este algoritmo puede ser implementado de diferentes formas. Analice estas dos opciones:

<pre> programa Cap2Ejemplo12 areas ciudad: AreaC(1,1,100,100) robots robot robot1 comenzar Pos(4,2) repetir 2 mover derecha repetir 3 mover fin variables Rinfo: robot1 comenzar AsignarArea(Rinfo,ciudad) Iniciar(Rinfo,1,1) fin </pre>	<pre> programa Cap2Ejemplo12 areas ciudad: AreaC(1,1,100,100) robots robot robot1 comenzar Pos(4,2) mientras (PosCa<=3) mover derecha mientras (PosAv<=6) mover fin variables Rinfo: robot1 comenzar AsignarArea(Rinfo,ciudad) Iniciar(Rinfo,1,1) fin </pre>
--	--



- ¿El robot realiza la misma cantidad de pasos en ambos programas?
- ¿Qué solución prefiere Ud.? Justifique su respuesta pensando en que ahora debe hacer que el robot camine desde (3,5) hasta (3,7) y desde allí hasta (6,7).

Análisis de la sintaxis del robot

La tabla 2.2 resume la sintaxis del robot ejemplificada hasta el momento.

Sintaxis del robot	
Iniciar	HayFlorEnLaEsquina
mover	HayPapelEnLaEsquina
derecha	HayFlorEnLaBolsa
tomarFlor	HayPapelEnLaBolsa
tomarPapel	PosAv
depositarFlor	PosCa
depositarPapel	
Pos	
Informar	

Tabla 2.2: Resumen de la sintaxis del robot



- *¿Qué función cumple la instrucción Iniciar? ¿Por qué todos los programas del robot deben comenzar con esta instrucción?*
- *¿Qué diferencia hay entre PosAv y PosCa y la instrucción Pos?*
- *¿Es posible para el robot depositar una flor sin verificar primero si tiene al menos una flor en su bolsa?*
- *¿El robot está capacitado para decir si en una esquina hay varios papeles?*

2.4 Proposiciones atómicas y moleculares, simbolización y tablas de verdad

Cuando se emplearon condiciones para definir las acciones a tomar en la selección y la iteración no se indicó la forma en que pueden combinarse. Como el lector habrá notado, todos los ejemplos desarrollados hasta el momento fueron lo suficientemente simples como para poder ser resueltos con una pregunta sencilla. Sin embargo, en un problema real, esto no es así y se requiere combinar expresiones para poder representar una situación a evaluar. Por este motivo se introducirán y repasarán algunos conceptos básicos de la lógica proposicional que permitirán clarificar este aspecto, aplicados específicamente a problemas con el robot.

Dos de las estructuras de control ya vistas, selección e iteración, requieren para su funcionamiento, la evaluación de una condición. Estas condiciones se corresponden con lo que en términos de lógica se conoce como proposiciones.

Una proposición es una expresión de la cual tiene sentido decir si es verdadera o falsa, o sea es posible asignarle un valor de verdad (verdadero o falso, pero no ambos).

Ejemplos

- $1 + 4 = 5$ (*Verdadero*)
- La Pampa es una nación. (*Falso*)
- Un triángulo es menor que un círculo. (*No se le puede asignar un valor de verdad, por lo tanto **no** es proposición*)
- El color azul vale menos que una sonrisa (*No se le puede asignar un valor de verdad, por lo tanto **no** es proposición*)
- Hay una flor en la esquina (*será verdadero ó falso dependiendo de si la flor se encuentra o no en la esquina*)

2.4.1 Proposiciones atómicas y moleculares

En Lógica, el término atómico se utiliza con su significado habitual: “algo que no puede ser dividido nuevamente”.

Una proposición es considerada atómica si no puede ser descompuesta en otras proposiciones.

Ejemplos

- La casa es roja.
- Hoy es lunes.
- He llegado al final del recorrido.
- Estoy ubicado a 3 metros de altura.

Cuando en una expresión se unen varias proposiciones atómicas se forma una proposición molecular o compuesta. Dicha unión se realiza mediante conectivos lógicos ó términos de enlace.

Estos términos de enlace son de gran importancia. Tanto es así, que se estudiarán algunas reglas muy precisas para el uso de esta clase de términos.

Los términos de enlace a utilizar son los siguientes: “y”, “o”, “no”. Los dos primeros se utilizan para conectar proposiciones atómicas; en tanto que el conectivo “no”, solamente se coloca frente a una proposición atómica.

Ejemplos

- **No** es cierto que la luna esté hecha de queso.
- La vaca está cansada **y no** dará leche.
- Hace calor **ó** hay mucha humedad.
- Hay papel en la bolsa **y** hay papel en la esquina.

Resumiendo:

Una proposición es atómica si no tiene conectivos lógicos, en caso contrario es molecular.

2.4.2 Simbolización

Así como en Matemática se simbolizan las cantidades para facilitar el planteo y solución de problemas, también en este caso es importante simbolizar las proposiciones atómicas, las moleculares y los conectivos lógicos con el objeto de facilitar las operaciones.

Conectivo	Simbolización en en ambiente de programación de Rinfo
y	&
o	
no	~

Tabla 2.3: Conectivos lógicos ó términos de enlace

Se utilizarán letras minúsculas para simbolizar las proposiciones atómicas.

Ejemplos de simbolización de proposiciones atómicas

1. Ayer fue un día ventoso.
Si se considera $p = \text{"ayer fue un día ventoso"}$, esta proposición puede ser simbolizada como: p
2. Ese pájaro vuela muy alto.
Si se considera $q = \text{"ese pájaro vuela muy alto"}$, la proposición se simboliza como: q .
3. $\text{PosCa} < 100$.
Si se considera $r = \text{"PosCa} < 100\text{"}$, la proposición se simboliza como: r .

A continuación se aplicará este mecanismo de simbolización a las proposiciones moleculares.

El proceso para simbolizarlas consiste en tres pasos:

1. Determinar cuáles son las proposiciones atómicas que la componen.
2. Simbolizar las proposiciones como se explicó anteriormente.
3. Unir las proposiciones con los conectivos ya vistos. Por tal motivo, debe definirse un símbolo para cada uno de los conectivos. La tabla 2.3 muestra la simbolización a utilizar en cada caso.

Ejemplos de simbolización de proposiciones moleculares

- Juan es estudiante y es jugador de fútbol.

$p = \text{"Juan es estudiante"}$
 $q = \text{"Juan es jugador de fútbol"}$
Simbolizando: $p \ \& \ q$

- No es cierto que $\text{PosCa} = 100$.

$p = \text{"PosCa=100"}$
Simbolizando: $\sim p$

- Hay flor en la esquina y hay papel en la bolsa, o hay papel en la esquina.

$p = \text{"Hay flor en la esquina"}$
 $q = \text{"hay papel en la bolsa"}$
 $r = \text{"hay papel en la esquina"}$
Simbolizando: $(p \ \& \ q) \ | \ r$

Notar que en el último ejemplo, debe tenerse en cuenta la aparición de la coma, la cual separa las dos primeras proposiciones de la tercera. Cuando se obtiene la simbolización debe respetarse ese orden.

- No hay flor en la bolsa, pero hay flor en la esquina.

$p = \text{"hay flor en la bolsa"}$
 $q = \text{"hay flor en la esquina"}$
Simbolizando $(\sim p \ \& \ q)$

Notemos que la palabra **pero** actúa como el conectivo lógico "y".

2.4.3 Tablas de verdad. Repaso

Como se explicó previamente, una proposición es una expresión de la cual tiene sentido decir si es verdadera o falsa.

Para poder analizar cualquier proposición molecular y determinar su valor de verdad, es usual hacerlo a través de lo que se conoce como tabla de verdad.

La tabla de verdad de una proposición molecular es, como su nombre lo indica, una tabla donde se muestran todas las combinaciones posibles de los valores de verdad de las proposiciones atómicas que la conforman.

2.4.3.1 Conjunción. Tabla de verdad

Dadas dos proposiciones cualesquiera p y q , la proposición molecular $p \ \& \ q$ representa la conjunción de p y q .

La conjunción de dos proposiciones es cierta únicamente en el caso en que ambas proposiciones lo sean.

Dadas dos proposiciones cualesquiera p y q , si ambas son verdaderas, entonces $p \& q$, que representa la conjunción de p y q , es verdadera. Cualquier otra combinación da como resultado una proposición molecular falsa. La tabla 2.4 representa la tabla de verdad de la conjunción $p \& q$ utilizando las cuatro combinaciones posibles de valores de verdad para p y q . Por lo tanto, si $p \& q$ es una proposición verdadera entonces p es verdadera y q también es verdadera.

En Lógica se pueden unir dos proposiciones cualesquiera para formar una conjunción. No se requiere que el contenido de una de ellas tenga relación con el contenido de la otra.

p	q	p & q
V	V	V
V	F	F
F	V	F
F	F	F

Tabla 2.4: Conjunción ($p \& q$)

Ejemplos:

- 6 es un número par y divisible por 3.

$p = \text{"6 es un numero par"}$

$q = \text{"6 es divisible por 3"}$

p es verdadera y q también, por lo tanto $p \& q$ es verdadera.

- El robot se encuentra situado en la esquina (1,1), entonces PosCa retorna 1 y PosAv retorna 2

$p = \text{"PosCa retorna 1"}$

$q = \text{"PosAv retorna 2"}$

p es verdadera y q es falsa, por lo tanto $p \& q$ es falsa.

El siguiente ejemplo muestra la aplicación de la conjunción en un algoritmo:

Ejemplo 2.13:

El robot debe depositar, de ser posible, una flor en la esquina (45,70) solamente si en la esquina no hay flores.

```

programa Cap2Ejemplo13
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
  comenzar
    Pos(45,70)
    si ((HayFlorEnLaBolsa) & ~(HayFlorEnLaEsquina))
      depositarFlor
  fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar

```

```
AsignarArea(Rinfo, ciudad)
Iniciar(Rinfo, 1, 1)
fin
```

La selección utiliza la conjunción de dos proposiciones que, como se explicó anteriormente, para ser verdadera necesitará que ambas proposiciones lo sean simultáneamente. Esto es, basta con que una de ellas sea falsa para que no se deposite una flor en la esquina.

2.4.3.2 Disyunción. Tabla de verdad

Dadas dos proposiciones cualesquiera p y q , la proposición molecular $p \mid q$ representa la disyunción de p y q .

La disyunción entre dos proposiciones es cierta cuando al menos una de dichas proposiciones lo es.

La disyunción utiliza el término de enlace “o” en su sentido incluyente. Esto significa que basta con que una de las dos proposiciones sea verdadera para que la disyunción sea verdadera.

Dadas dos proposiciones cualesquiera p y q , su disyunción, $p \mid q$, será falsa cuando ambas proposiciones sean falsas. La tabla 2.5 representa la tabla de verdad de la disyunción $p \mid q$ utilizando las cuatro combinaciones posibles de valores de verdad para p y q .

p	q	$p \mid q$
V	V	V
V	F	V
F	V	V
F	F	F

Tabla 2.5: Disyunción ($p \mid q$)

Ejemplos

- 2 es primo o es impar
 $p = \text{"2 es primo"}$
 $q = \text{"2 es impar"}$
 p es verdadera, q es falsa. Se deduce que $p \mid q$ es verdadera
- Suponiendo que el robot se encuentra situado en la esquina (1,1), PosCa retorna 8 o PosAv retorna 2
 $p = \text{"PosCa=8"}$
 $q = \text{"PosAv=2"}$
 p es falsa, q es falsa. Se deduce que $p \mid q$ es falsa.

El siguiente problema puede resolverse aplicando la disyunción:

Ejemplo 2.14:

El robot debe caminar desde la esquina (45,70) a la esquina (45,74) solamente en el caso que la esquina (45,70) no esté vacía, es decir, la esquina tiene al menos una flor o un papel.

```

programa Cap2Ejemplo14
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
comenzar
  Pos(45,70)
  si ((HayFlorEnLaEsquina) | (HayPapelEnLaEsquina))
    repetir 4
      mover
  fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
  
```

La selección utiliza la disyunción de dos proposiciones que, como se explicó anteriormente, para ser verdadera solo requiere que una de ellas sea verdadera. Note que si la esquina (45,70) tiene flor y papel, el robot avanza hasta la esquina (45,74). La única forma de que el robot no avance es que la esquina esté vacía, sin flor ni papel.

2.4.3.3 Negación. Tabla de verdad

Dada una proposición p , su negación $\sim p$, permitirá obtener el valor de verdad opuesto. El valor de verdad de la negación de una proposición verdadera es falso y el valor de verdad de la negación de una proposición falsa es verdadero.

Dada una proposición p , la tabla 2.6 representa los posibles valores de verdad de dos valores de verdad posibles de p .

p	$\sim p$
V	F
F	V

Tabla 2.6: Negación ($\sim p$)

Ejemplo

- El número 9 es divisible por 3

$p = \text{"El número 9 es divisible por 3"}$

La proposición p es verdadera.

La negación de p es:

$\sim p = \text{"El número 9 no es divisible por 3"}$

$\sim p$ es falsa.

- Suponiendo que el robot se encuentra situado en la esquina (1,1), PosCa retorna 1

$p = \text{"PosCa retorna 1"}$

La proposición p es verdadera.

La negación de p es: $\sim p = \text{"\sim PosCa retorna 1"}$.

$\sim p$ es falsa.

Ejemplo 2.15:

El robot debe recorrer la calle 1 hasta encontrar una flor que seguro existe.

```
programa Cap2Ejemplo15
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
  comenzar
    derecha
    mientras ~(HayFlorEnLaEsquina)
      mover
  fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

Note que la iteración utiliza la negación de la proposición atómica "hay flor en la esquina". De esta forma, el robot detendrá su recorrido cuando encuentre una flor.

2.4.4 Utilización del paréntesis

Es frecuente encontrar proposiciones que tienen más de un término de enlace. En estos casos, uno de los términos de enlace es el más importante, o el término dominante, porque actúa sobre toda la proposición.

El operador " \sim " es el que tiene mayor prioridad, es decir, es el que primero se evalúa; seguido por " $\&$ " y " $|$ ". Estos dos últimos poseen igual prioridad. Ante una expresión que utilice varias conjunciones y/o disyunciones, se evaluarán de izquierda a derecha.

Lo mismo ocurre en Matemática. Si se considera la siguiente cuenta: " $2 + 3 * 5$ ", el resultado final, como es fácil de deducir, es 17.

La primera operación que se resuelve es el producto entre 3 y 5, y luego a su resultado se le suma 2. Ocurre así porque el operando * (por), igual que el operando / (dividido), se resuelve antes que el operando + (mas), o que el operando - (menos).

Dada la siguiente proposición $p \& \sim q$, primero se resuelve la negación y luego la conjunción.

En determinados casos se tiene la necesidad de alterar este orden natural de resolución. Al igual que en Matemática, el uso de paréntesis permite resolver este problema.

Ejemplo

- $\sim p \mid q$ es una disyunción entre $\sim p$ y q
- $\sim (p \mid q)$ es la negación de una disyunción.

Como se puede observar el uso del paréntesis altera el tipo de proposición que debe resolverse, en este caso podría ser tratada como una disyunción o una negación dependiendo del uso o no de los paréntesis.

2.5 Teoremas de Lógica Proposicional

Es frecuente encontrar proposiciones que se necesita saber si son equivalentes entre sí. O bien, proposiciones que por su estructura no se comprenden fácilmente y requieren una simplificación o que sean expresadas de otra forma. Para estos casos, se enuncian a continuación algunos de los teoremas fundamentales de *Lógica Proposicional* o *Algebra de Bool* que suelen ser de ayuda para transformar una proposición en otra equivalente.

Teorema 1. El resultado de aplicar cualquiera de las tres operaciones antes definidas (negación, conjunción ó disyunción), a variables booleanas, es otra variable booleana y además el resultado es único.

Teorema 2. Ley de idempotencia. Tanto la suma como el producto de una variable booleana consigo misma da como resultado la misma variable:

$$\begin{aligned} p \mid p &= p \\ p \& p &= p \end{aligned}$$

Teorema 3. Ley de involución. Una variable booleana negada dos veces, da como resultado la misma variable:

$$\sim (\sim p) = p$$

Teorema 4. Ley conmutativa. Se define respecto a la conjunción (y a la disyunción) y nos dice que el orden de los sumandos (factores) no altera el resultado:

$$\begin{aligned} \text{Respecto a la conjunción: } p \& q &= q \& p \\ \text{Respecto a la disyunción: } p \mid q &= q \mid p \end{aligned}$$

Teorema 5. Ley asociativa. Se define respecto a la conjunción (y a la disyunción) de la siguiente forma:

Respecto a la conjunción: $p \& (q \& r) = (p \& q) \& r = p \& q \& r$

Respecto a la disyunción: $p | (q | r) = (p | q) | r = p | q | r$

Teorema 6. Ley distributiva.

Respecto a la conjunción: $p | (q \& r) = (p | q) \& (p | r)$

Respecto a la disyunción: $p \& (q | r) = p \& q | p \& r$

Teorema 7. Ley de absorción.

$p | (p \& q) = p$

$p \& (p | q) = p$

Teorema 8. Leyes De Morgan. Pueden ser generalizadas a "n" variables.

Respecto a la conjunción: $\sim (p \& q) = \sim p | \sim q$

Respecto a la disyunción: $\sim (p | q) = \sim p \& \sim q$

2.6 Conclusiones

El uso de un lenguaje de programación elimina la ambigüedad que se produce al expresarse en lenguaje natural permitiendo que cada instrucción tenga una sintaxis y una semántica únicas.

Se ha presentado un lenguaje de programación específico para el robot Rinfo que permite escribir programas que pueden ser ejecutados en una computadora.

Además, en este capítulo, se ha realizado una breve introducción a los conceptos de lógica proposicional y se han presentado numerosos ejemplos que muestran la utilidad de las proposiciones en el funcionamiento de las estructuras de control. Como pudo observarse, las proposiciones moleculares, formadas a través de los conectivos lógicos, poseen una mayor potencia de expresión ya que permiten definir claramente el rumbo de acción a seguir.

Por otra parte, estos ejemplos también muestran las distintas posibilidades de combinar las estructuras de control y encontrar soluciones más generales a los problemas que se han planteado.

Lograr adquirir el conocimiento y la habilidad para desarrollar algoritmos utilizando estas estructuras es una tarea que requiere práctica. El lector no debería desanimarse si inicialmente advierte cierta dificultad en su uso. Se requiere un cierto tiempo de maduración para poder expresarse a través de esta terminología. El mecanismo para poder lograr adquirir las habilidades necesarias se basa en la ejercitación por lo que se recomienda la resolución de los problemas que se plantean a continuación.



Ejercitación

1. Escriba un programa que le permita al robot recoger un papel de la esquina (50,28) si existe.
2. Escriba un programa que le permita al robot recorrer la calle 50 depositando un papel en cada esquina. Asuma que cuenta con los papeles necesarios en la bolsa.
3. Escriba un programa que le permita al robot recorrer la calle 50 desde la avenida 65 hasta la avenida 23 depositando un papel en cada esquina. Asuma que cuenta con los papeles necesarios en la bolsa.
4. Escriba un programa que le permita al robot recorrer el perímetro del cuadrado determinado por (1,1) y (10,10).
5. Escriba un programa que le permita al robot recorrer el perímetro del cuadrado determinado por (1,1) y (10,10) recogiendo, de ser posible, un papel en cada esquina.
6. Escriba un programa que le permita al robot recorrer el perímetro del cuadrado determinado por (1,1) y (10,10) recogiendo, de ser posible, un papel en cada vértice.
7. Escriba un programa que le permita al robot recorrer la avenida 75 desde la calle 45 hasta la calle 15 recogiendo todas las flores que encuentre.
8. Escriba un programa que le permita al robot dejar todas las flores que lleva en su bolsa en la esquina (50,50).
9. Indique la opción correcta para resolver el siguiente problema: Realice un programa para que el robot recorra la avenida 1 hasta encontrar una esquina sin flor y con papel que seguro existe.

A	B	C
<pre>robot robot1 comenzar mientras (HFELE ~HPELE) mover fin</pre>	<pre>robot robot1 comenzar mientras ~(HFELE ~HPELE) mover fin</pre>	<pre>robot robot1 comenzar mientras ~(~HFELE & HPELE) mover fin</pre>
D	E	F
<pre>robot robot1 comenzar mientras (~HFELE & HPELE) mover fin</pre>	A y C son correctas	C y D son correctas

10. Escriba un programa que le permita al robot recorrer la avenida 23 buscando una esquina sin papeles que seguro existe. Al encontrarla debe depositar, en esa esquina, todos los papeles que lleva en su bolsa. Informar en qué calle dejó los papeles.

11. Escriba un programa que le permita al robot recorrer la calle 17 depositando un papel en las avenidas pares. El recorrido termina cuando el robot llega a la esquina (100,17).
12. Programe al robot para que recorra las 5 primeras avenidas juntando en cada esquina todas las flores y papeles.
13. Programe al robot para que recorra las 5 primeras avenidas. Cada avenida se debe recorrer hasta encontrar una esquina sin flores y con al menos un papel.
14. Programe al robot para que recorra el perímetro de la ciudad recogiendo todas las flores que encuentre y dejando en cada vértice una flor, si es posible.
15. Programe al robot para que recorra la calle 1. Durante su recorrido, cuando encuentre una esquina con flor y sin papel en una avenida impar, deberá realizar un cuadrado de lado 1 (siendo la esquina donde encontró la flor el vértice inferior izquierdo de dicho cuadrado).
16. Programe al robot para limpiar la calle 17 de la siguiente manera: en las avenidas impares debe dejar sólo flores; y en las pares sólo papeles. Para no cargar muchas cosas en su bolsa, el robot debe dejar todos los papeles levantados en una avenida impar en la avenida par siguiente. Del mismo modo hará con todas las flores de una avenida par que trasladará a la avenida impar siguiente. Asuma que el robot comienza el recorrido con la bolsa vacía.
17. Programe al robot para que recorra las 10 primeras avenidas. Cada avenida se debe recorrer hasta encontrar una esquina con flor o sin papel. Suponga que seguro existe esa esquina en cada avenida.
18. Modifique el ejercicio 17, suponiendo que no necesariamente existe la esquina con flor y sin papel en cada avenida.

Capítulo 3

Datos



Objetivos

Los problemas resueltos anteriormente sólo buscan representar un conjunto de acciones a tomar dependiendo de la situación actual. Este es el objetivo de las estructuras de control. A través de ellas puede decidirse, durante el algoritmo, cuál es el rumbo de acción a seguir.

Sin embargo, existen situaciones en las que es preciso representar información adicional específica del problema a resolver. Por ejemplo, podría resultar de interés saber la cantidad de veces que se apagó el horno mientras se estaba horneando una pizza o la cantidad de pasos realizados por el robot hasta encontrar una flor.

El objetivo de este capítulo es incorporar las herramientas necesarias para lograr representar y utilizar esta información.



Temas a tratar

1. Conceptos de Control y Datos.
2. Representación de los Datos.
3. Variables. Sintaxis para la declaración de variables.
4. Tipos de datos.
 - Tipo de dato numérico.
 - Tipo de dato lógico.
5. Modificación de la información representada..
6. Comparaciones.
7. Representación de más de un dato dentro del programa.
8. Conclusiones.
9. Ejercitación.

3.1 Conceptos de Control y Datos

Hasta ahora se ha insistido en las instrucciones que constituyen un algoritmo.

El orden de lectura de dichas instrucciones, en algoritmos como los del capítulo anterior, constituye el control del algoritmo. Normalmente la lectura del control de un algoritmo, que también puede representarse gráficamente, indica el orden en que se irán ejecutando las instrucciones y como consecuencia de ello, qué es lo que ese algoritmo hace.

Retomemos el ejemplo del capítulo 2, ejercicio 9.

Ejemplo 2.9: Escriba un programa que le permita al robot recorrer la avenida 7 hasta encontrar una esquina que no tiene flores. Al finalizar debe informar en qué calle quedó parado. Asuma que esta esquina seguro existe.

```
programa Cap2Ejemplo9
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
comenzar
  Pos(7,1)
  mientras HayFlorEnLaEsquina
    mover
    Informar(PosCa)
  fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

Si se quisiera saber cuántas cuadras recorrió Rinfo, se necesitaría considerar dicha cantidad como un dato.

Un dato es un elemento u objeto de la realidad que los algoritmos representan y son capaces de modificar y procesar.

Cuando se resuelven problemas con computadora, muchas veces se modelizan los objetos reales mediante objetos más abstractos, representables y entendibles sobre una computadora.

Es importante entender que el mecanismo de resolución de problemas involucra generalmente una transformación o un procesamiento de los datos, manejado por el control del algoritmo.

3.2 Representación de los Datos

Como se dijo anteriormente, los algoritmos modifican objetos de la realidad. La representación de dichos objetos estará dada por sus características principales o por la información que nos interese conocer de ellos.

En el caso del último ejemplo visto, sólo nos concentramos en representar las cuadras recorridas por el robot Rinfo, y dejamos de lado la cantidad de flores y papeles de cada esquina visitada. Es decir, los datos a representar son aquellos de interés específico para resolver ese problema.

Si además de contar la cantidad de cuadras recorridas, necesitáramos contar la cantidad de flores en todas las esquinas visitadas, sería necesario representar esta información dentro del algoritmo.

Por lo tanto, se comenzará extendiendo la notación empleada en el algoritmo para dar lugar a las declaraciones de los datos que resultan relevantes al problema.

3.3 Variables

Además de su capacidad de movimiento y de recoger o depositar flores y papeles, el robot posee la habilidad de manejar datos que le permiten representar ciertos atributos de los problemas que debe resolver. Por ejemplo, es capaz de calcular la cantidad de flores que lleva en su bolsa o recordar si en una esquina dada había más flores que papeles.

En general, durante la ejecución de un programa es necesario manipular información que puede cambiar continuamente. Por este motivo, es imprescindible contar con un elemento que permita variar la información que se maneja en cada momento. Este elemento es lo que se conoce como variable.

Una variable permite almacenar un valor que puede ser modificado a lo largo de la ejecución del programa. Dicho valor representa un dato relevante para el problema a resolver.

3.3.1 Sintaxis para la declaración de variables

Se denominan identificadores a los nombres descriptivos que se asocian a los datos (variables) para representar, dentro del programa (código del robot), su valor.

Como se dijo en los comienzos del capítulo 2, en el ambiente lenguaje del robot Rinfo, existe un área o lugar dentro de cada robot (en nuestro curso Rinfo) donde

se declaran las variables que se puedan necesitar para resolver los diferentes programas.

Un punto importante a considerar es que en este ambiente no existe la posibilidad de declarar variables en el programa (exceptuando la declaración del robot Rinfo), por el contrario sólo se permite declarar variables dentro del código del robot.

Para declarar una variable dentro del ambiente del robot Rinfo se debe elegir un nombre que la identifique y un tipo de datos al cual pertenece dicha variable. Los tipos existentes en este ambiente se explicarán más adelante. La sintaxis dentro del robot Rinfo para declarar una variable es la siguiente:

```
robots
  robot robot1
  variables
    nombreVariable: tipoVariable
  comenzar
  ...
fin
```

Variable que puede ser utilizada mientras se ejecuta el código del robot.

Teniendo en cuenta esto, el programa completo quedaría de la forma:

```
programa Cap3EjemploVariables
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots

  robot robot1
  variables
    nombreVariable: tipoVariable
  comenzar
  ...
  fin

variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

Notemos que se ha incorporado una sección para la declaración de las variables dentro del código del robot. Esta sección se encuentra entre la palabra robot y la palabra comenzar.

Ahora quedan distinguidos dentro del robot dos sectores: un sector superior donde se declaran las variables de interés y un sector inferior donde se detallan las instrucciones necesarias para que el robot Rinfo resuelva el problema planteado.

Si en el ejemplo antes visto se quisiera contar la cantidad de cuadras recorridas hasta encontrar una esquina sin flor, entonces deberíamos modificar el código del robot Rinfo agregando en la zona de declaración de variables un dato que permita manejar y procesar esa información.

Tener en cuenta que la declaración de variables que se presenta a continuación en la línea indicada con (*) es aún incompleta dado que nos quedan por ver algunos temas adicionales antes de escribirla correctamente.

Veamos como quedaría:

```
programa Cap2Ejemplo9
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
variables
  cantidadCuadras: (*)
comenzar
  ...
fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

3.4 Tipos de datos

Independientemente del lenguaje de programación que se utilice, la definición de un tipo de dato implica considerar tres aspectos fundamentales que lo caracterizan:

- Identificar cuáles son los valores que puede tomar un dato.
- Definir cuáles son las operaciones que pueden aplicarse sobre los datos de este tipo.
- Indicar cuáles son las relaciones de orden que permiten compararlos.

Se utilizará este mecanismo para definir los dos tipos de datos con los que trabaja en el ambiente de programación del robot Rinfo.

3.4.1 Tipo de dato numérico (número)

Los elementos de este tipo de dato son los números enteros, como por ejemplo: -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3,

Una computadora sólo puede representar un subconjunto finito de valores, con lo cual existirá un número máximo y un número mínimo. Dichos valores estarán determinados por la cantidad de memoria que se utilice para representarlo. En el ambiente de programación del robot Rinfo, el número máximo que se puede representar es $2^{31} = 2147483647$ y el mínimo es $-2^{31} = -2147483647$.

Las operaciones válidas para los números son: suma, resta, multiplicación y división entera. Estas operaciones en el ambiente de programación del robot Rinfo se simbolizan como: +, -, *, / respectivamente.

Si el resultado de alguna operación sobrepasa el límite superior permitido para los elementos del tipo *numero*, se dice que ocurre un *overflow* y si se encuentra por debajo del mínimo se dice que ocurre *underflow*.

Algunos lenguajes detectan el *overflow* y el *underflow* como error, otros lo ignoran convirtiendo el valor resultado en un valor válido dentro del rango.

Las relaciones de orden entre números son: igual, menor, mayor, menor o igual, mayor o igual y distinto. En la tabla 3.1 se indica la sintaxis de cada uno de ellos y un ejemplo con los datos A, B, C y D de tipo *numero*.

Relación	Sintaxis	Ejemplo
Igualdad	=	A = B
Menor	<	3 * C < D
Mayor	>	C > 2 * B
Menor o igual	<=	A < (2 * C + 4)
Mayor o igual	>=	(B + C) > D
Distinto	<>	A <> B

Tabla 3.1: Relaciones de orden para números

Para declarar una variable numérica deberá utilizarse el sector de declaraciones dentro del robot.

En el ejemplo de contar las cuadras (programa cap2Ejemplo9), para completar la declaración del dato *cantidadCuadras* que nos había quedado pendiente, ahora realizamos lo siguiente:

```

programa Cap2Ejemplo9
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
variables
  cantidadCuadras: numero
comenzar
  ...
fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin

```

Donde *numero* indica en el ambiente de programación del robot, que la variable será de tipo numérico, y esto implica que sus valores entrarán en el rango especificado anteriormente y que podrá utilizar cualquiera de las operaciones válidas para el tipo número.

Dado que el robot es capaz de realizar cálculos con sus variables numéricas, analicemos otro ejemplo donde se declaran dos variables numéricas, prestando especial atención a las líneas numeradas:

```
programa numerico
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
variables
  nro1: numero
  nro2: numero
comenzar
  nro1:= 23                               (1)
  nro2:= 30                               (2)
  Informar( nro1 * nro2 )                 (3)
  Informar( 25 / 3 )                       (4)
fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

La línea marcada con (1) utiliza el operador de asignación que veremos en una sección posterior. El operador de asignación en el ambiente de programación del robot Rinfo se representa con un dos puntos igual (:=) y permite dar valor a una variable. En el caso de (1) le está dando el valor 23, y en el caso de (2) le está dando el valor 30. En la línea marcada con (3) se abrirá en pantalla una ventana mostrando el valor 690 (resultante de la instrucción Informar) y la línea (2) visualizará el valor 8. Notemos que la división es entera por lo que la parte fraccionaria, sin importar su valor, será ignorada.

En la mayoría de los programas que se resolverán a lo largo de este curso, el uso de las variables numéricas se verá restringido a operaciones sobre números enteros positivos como por ejemplo: informar cantidad de pasos dados, cantidad de flores recogidas, cantidad de veces que ocurrió un determinado hecho, etc.

3.4.2 Tipo de dato lógico (boolean)

Este tipo de dato lógico puede tomar uno de los dos siguientes valores: Verdadero o Falso. En el ambiente de programación del robot Rinfo están denotados por V y F. Si se utilizan variables de tipo booleano se puede asignar en ellas el resultado de cualquier expresión lógica o relacional.

En el ejemplo que se presenta a continuación, se utiliza una variable *identicos* que guardará el valor V (verdadero) si el robot se encuentra ubicado en una esquina en la cual el valor de la avenida coincide con el valor de la calle y guardará F (falso)

para cualquier otra situación. Del mismo modo, la variable *esPositivo* guardará el valor F si está ubicado sobre la calle 1 y en cualquier otro caso, guardará V.

Analicemos la solución presentada para este ejemplo:

```
programa numvariablesLogicas
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
variables
  esPositivo: boolean
  identicos: boolean
comenzar
  identicos:= (PosCa = PosAv)
  esPositivo:= (PosCa > 1)
fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

Veamos el otro problema que permite ejemplificar el uso del tipo de dato boolean:

Ejemplo 3.1:

El robot debe ir de (1,1) a (1,2) y debe informar si en (1,1) hay flor o no.

```
programa cap3Ejemplo1
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
variables
  habiaFlor: boolean
comenzar
  habiaFlor:= HayFlorEnLaEsquina
  mover
  Informar (habiaFlor)
fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

En este caso la variable lógica permite registrar V o F según si en (1,1) hay flor o no. Luego, al posicionar el robot en (1,2) el valor almacenado es informado.

El objetivo de este sencillo ejemplo es mostrar la posibilidad de la variable lógica de guardar el resultado de la evaluación de una condición (en este caso

HayFlorEnLaEsquina) para usarlo con posterioridad. Esto también puede aplicarse a cualquier proposición ya sea atómica o molecular.

Analicemos el siguiente ejemplo:

Ejemplo 3.2:

Recoger todas las flores de la esquina (11,1). Si logra recoger al menos una flor, ir a (10,10) y vaciar de flores la bolsa; sino informar que no se ha recogido ninguna flor en (11,1).

Para este problema no se requiere conocer la cantidad de flores recogidas. Sólo se necesita saber si se ha recogido alguna flor en (11,1) o no. Por lo tanto, en lugar de utilizar una variable numérica, se utilizará una variable booleana para representar esta situación. Realizaremos un esquema del algoritmo:

```
programa Cap3Ejemplo2
comenzar
  {guarda si en (11,1) hay flor o no}
  {tomar todas las flores de (11,1)}
  si (originalmente en (11,1) había flor)
    {ir a (10,10) y vaciar la bolsa}
  sino
    {informar que no se recogió ninguna flor}
fin
```

En el lenguaje del robot esto se escribe de la siguiente forma:

```
programa cap3Ejemplo1
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
variables
  florEn11: boolean
comenzar
  Pos(11,1)
  florEn11 := HayFlorEnLaEsquina {guardar si en (11,1) hay flor o no}
  mientras HayFlorEnLaEsquina {tomar todas las flores de (11,1)}
    tomarFlor
  si florEn11
    Pos(10,10) {ir a (10,10) y vaciar la bolsa}
    mientras HayFlorEnLaBolsa
      depositarFlor
  sino
    Informar (florEn11) {florEn11 es F. Informar que no se recogió ninguna}
fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

3.5 Modificación de la información representada

Hasta ahora sólo se ha manifestado la necesidad de conocer expresamente cierta información. Para tal fin se ha asociado un nombre, también llamado identificador, a cada dato que se desee representar.

Cada uno de estos identificadores será utilizado como un lugar para almacenar la información correspondiente. Por lo tanto, será necesario contar con la posibilidad de guardar un valor determinado y posteriormente modificarlo.

Se utilizará como lo indicamos en los ejemplos de la sección anterior la siguiente notación:

Identificador := valor a guardar

El operador := se denomina operador de asignación y permite registrar o "guardar" el valor que aparece a derecha del símbolo en el nombre que aparece a izquierda de dicho símbolo.

La modificación propuesta al principio de éste capítulo para el ejemplo Cap2Ejemplo9, debe al comenzar el recorrido indicar que no se ha caminado ninguna cuadra. Para esto se utilizará la siguiente notación:

cantidadCuadras := 0

A partir de esta asignación el valor del dato de la variable con identificador cantidadCuadras será 0.

En ocasiones será necesario recuperar el valor almacenado para ello se utilizará directamente el identificador correspondiente.

Por ejemplo, la instrucción **Informar**(cantidadCuadras) permitirá informar el último valor asignado a cantidadCuadras.

También, puede utilizarse el operador de asignación para modificar el valor de un identificador tomando como base su valor anterior (el que fue almacenado previamente). Por ejemplo:

cantidadCuadras := cantidadCuadras + 1

Como se explicó anteriormente, el operador := permite asignar el valor que aparece a la derecha del símbolo al identificador que está a la izquierda del mismo. Sin embargo, la expresión que ahora aparece a derecha no es un valor constante sino que debe ser evaluado ANTES de realizar la asignación. El lado derecho indica que debe recuperarse el valor almacenado en cantidadCuadras y luego incrementarlo en 1. El resultado de la suma será almacenado nuevamente en cantidadCuadras.

Utilizando lo antes expuesto el ejemplo del Cap2Ejemplo9 se reescribe de la siguiente manera:

```
programa cap2Ejemplo9
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
  variables
    cantidadCuadras: numero
  comenzar
    Pos(7,1)
    {Hasta ahora no se caminó ninguna cuadra }
    cantidadCuadras := 0 (1)
  mientras (HayFlorEnLaEsquina)
    {Incrementar en 1 la cantidad de cuadras dadas }
    cantidadCuadras := cantidadCuadras + 1 (2)
    mover
  Informar(cantidadCuadras)
  fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

Notemos que la instrucción (1) se encuentra fuera de la iteración por lo que se ejecutará una única vez al comienzo del algoritmo. Esta asignación inicial también se denomina **inicialización** del identificador.

La instrucción (2) se ejecuta cada vez que el robot avanza una cuadra. Su efecto es recuperar el último valor de `cantidadCuadras`, incrementarlo en 1 y volver a guardar este nuevo valor en `cantidadCuadras`. De esta forma, el último valor almacenado será una unidad mayor que el valor anterior.

Observemos la importancia que tiene para (2) la existencia de (1). La primera vez que (2) se ejecuta, necesita que `cantidadCuadras` tenga un valor asignado previamente a fin de poder realizar el incremento correctamente. Finalmente, (3) permitirá conocer la cantidad de cuadras recorridas una vez que el robot se detuvo.

3.6 Ejemplos

Ejemplo 3.3: El robot debe recorrer la avenida 1 hasta encontrar una esquina con flor y papel. Al finalizar el recorrido se debe informar la cantidad de cuadras recorridas hasta encontrar dicha esquina. Suponga que la esquina seguro existe.

Para poder resolverlo es necesario identificar los datos u objetos que se desean representar a través del algoritmo.

En este caso interesa conocer la cantidad de cuadras hechas, y por lo tanto, es preciso registrar la cantidad de cuadras que se van avanzando hasta encontrar la esquina buscada. Una solución posible en el ambiente de programación del robot Rinfo:

```

programa cap3Ejemplo3
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
variables
  cuadras: numero
comenzar
  cuadras:=0 (1)
  mientras ~(HayFlorEnLaEsquina)|~(HayPapelEnLaEsquina) (2)
    {anotar que se caminó una cuadra mas}
    cuadras:=cuadras+1 (3)
    mover
  Informar (cuadras) (4)
fin

variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin

```

En (1) indicamos que no se ha recorrido ninguna cuadra hasta el momento (por eso se le asigna el valor cero a la variable cuadras). En (2), se indica que mientras no haya flor o no haya papel en la esquina, el recorrido debe continuar, esto es, la iteración terminará cuando encuentre una esquina con flor y papel. En (3) indicamos que se ha recorrido una cuadra más. En (4) informamos el último valor que quedó almacenado en cuadras, lo cual representa la cantidad de cuadras hechas en el recorrido.



¿Cómo modifico el algoritmo anterior si ahora debo considerar que la esquina puede no existir?

Ejemplo 3.4:

Recoger e informar la cantidad de flores de la esquina (1,1).

Para poder resolverlo es necesario identificar los datos u objetos que se desean representar en el algoritmo.

En este caso interesa conocer la cantidad de flores de la esquina (1,1) y por lo tanto es preciso registrar la cantidad de flores que se van tomando hasta que la esquina queda sin flores. El algoritmo tendría la siguiente forma:

```

programa cap3Ejemplo4

```

```
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
variables
  flores: numero
comenzar
  flores:=0 (1)
  mientras (HayFlorEnLaEsquina)
    tomarFlor
    {registramos que se tomó una flor}
    flores:= flores+1 (2)
    Informar(flores) (3)
  fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

En (1) indicamos que no se ha recogido ninguna flor hasta el momento. En (2) indicamos que se ha recogido una nueva flor de la esquina. En (3) informamos el último valor que quedó almacenado en flores. Hay que recordar que el punto (2) y la instrucción *tomarFlor* están dentro de una estructura de control de iteración (mientras) y esto se repetirá hasta que no haya más flores en la esquina, con lo cual en cada vuelta de esta iteración se incrementará en uno el valor de la variable flores.

Ejemplo 3.5:

Contar e informar la cantidad de flores de la esquina (1,1).

En este caso sólo nos interesa saber la cantidad de flores de la esquina, a diferencia del ejercicio anterior en donde debíamos además recoger las flores de la esquina (es decir dejar la esquina sin flores). Por lo tanto, se debe tener en cuenta que para poder contar las flores vamos a tener que tomarlas, y una vez que tomamos todas las flores de la esquina, debemos volver a depositarlas para que no se modifique la cantidad original de flores de la esquina.

Inicialmente el algoritmo implementado en el ambiente del robot Rinfo tendría la siguiente forma:

```
programa cap3Ejemplo5
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
variables
  flores: numero
comenzar
  flores:=0
  mientras (HayFlorEnLaEsquina)
    tomarFlor
    {registramos que se tomó una flor}
```

```
        flores:= flores+1
        {Debemos depositar Las flores juntadas de La esquina} (1)
        Informar (flores)
    fin
variables
    Rinfo: robot1
comenzar
    AsignarArea(Rinfo,ciudad)
    Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

En (1) debemos encontrar la forma de poder depositar todas las flores que juntamos de la esquina. Para esto podemos ver que si en la esquina, por ejemplo, hubo 5 flores, entonces la variable flores tiene el valor 5, por lo tanto la variable flores contiene la cantidad de flores que debo depositar en la esquina.

Resumiendo, sabemos cuántas flores hay que depositar en la esquina, esta cantidad es la que ha quedado almacenada en la variable flores. El programa se reescribirá de la siguiente manera:

```
programa cap3Ejemplo4
areas
    ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
    robot robot1
variables
    flores: numero
comenzar
    flores:=0 (1)
    mientras (HayFlorEnLaEsquina)
        tomarFlor
        {registramos que se tomó una flor}
        flores:= flores+1 (2)
        {Depositamos Las flores juntadas de La esquina}
    repetir flores (3)
        depositarFlor
        Informar(flores) (4)
    fin
variables
    Rinfo: robot1
comenzar
    AsignarArea(Rinfo,ciudad)
    Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

En (1) indicamos que no se ha recogido ninguna flor hasta el momento. En (2) indicamos que se ha recogido una nueva flor de la esquina.

Para que puedas comprender la instrucción (3), tenemos que tener en cuenta dos cuestiones. La primera es que en (3) se utiliza una estructura de control repetitiva para depositar la cantidad de flores. Esto se puede hacer ya que conocemos la cantidad de flores que queremos depositar, ese valor será el almacenado en flores. La segunda es que esta instrucción repetitiva debe ubicarse fuera del mientras. Es un error frecuente ubicar este repetir dentro del mientras, haciendo incorrecto el

código ya que: (a) por cada flor que recoge el robot volvería a depositar tantas flores como indique la variable, ocurriendo un error al intentar depositar flores que no tiene en la bolsa; (b) el mientras quedaría en un bucle infinito, ya que la esquina nunca quedaría vacía, y el programa no terminaría nunca.

En (4) informamos el valor que contiene la variable flores. En este punto debemos prestar atención que haber utilizado la variable flores en el repetir no implica que la misma se haya modificado, esto es así, porque la única forma de modificar el contenido de una variable es por medio del operador:=.



- *¿Puede ocurrir que el valor de flores permanezca en cero?*
- *Si el valor de flores es cero, ¿qué ocurre con el repetir?*
- *¿Por qué no se puede reemplazar la estructura de repetición “repetir flores”, por “mientras HayFlorEnLaBolsa”?*

Ejemplo 3.6:

Recoger todos los papeles de la esquina (1,1) e informar la cantidad de papeles recogidos sólo si se han recogido al menos 5 papeles.

En este caso nos interesa saber la cantidad de papeles de la esquina, a diferencia del ejercicio anterior. Una vez que el robot ha juntado todos los papeles, si la cantidad de papeles obtenida es mayor o igual a 5 (al menos 5), debemos informar la cantidad recogida.

En el ambiente de programación del robot Rinfo lo podríamos escribir de la siguiente manera:

```
programa cap3Ejemplo6
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
variables
  papeles: numero
comenzar
  papeles:=0
  mientras (HayPapelEnLaEsquina)
    tomarPapel
    {registramos que se tomó un papel}
    papeles:=papeles+1
  si (papeles >= 5)
    Informar (papeles) (1)
fin
variables
  Rinfo: robot1
```

```
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

Debemos tener en cuenta que la instrucción (1) está dentro de una instrucción de selección y por lo tanto sólo se ejecuta si la condición es verdadera, es decir, si la variables papeles quedó en un valor ≥ 5 .

Ejemplo 3.7:

Recoger e informar todos los papeles de la avenida 1.

En este caso nos interesa saber la cantidad de papeles de la avenida. Una vez que hemos juntado todos los papeles de la avenida, debemos informar la cantidad recogida. El algoritmo debería tener en cuenta:

- 1) Cuál es la estructura de control para recorrer toda una avenida
- 2) Cómo contar todos los papeles de la esquina dónde se encuentra el robot.
- 3) Cómo contar los papeles de la última esquina, es decir, la (1,100).
- 4) Informar el valor de papeles recogidos en el recorrido.

La solución podría plantearse como sigue:

```
programa cap3Ejemplo7
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
variables
  papeles: numero
comenzar
  papeles:=0
  repetir 99 (1)
    mientras (HayPapelEnLaEsquina) (2)
      tomarPapel
      {registramos que se tomo un papel}
      papeles:=papeles+1
      mover
      {Procesamos la última esquina}
    mientras (HayPapelEnLaEsquina) (3)
      tomarPapel
      {registramos que se tomo un papel}
      papeles:=papeles+1
      Informar(papeles) (4)
  fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

En (1) indicamos la estructura de control para recorrer toda una avenida. Como se sabe la cantidad de cuadras de una avenida completa es 99.

En (2) juntamos y contamos todos los papeles de la esquina en donde se encuentra parado el robot.

En (3) juntamos y contamos todos los papeles de la última esquina, es decir, la (1,100).

En (4) informamos el valor de todos los papeles recogidos en el recorrido, el cual se encuentra almacenado en papeles.



¿Qué modificaría en el algoritmo si se quisiera informar los papeles de cada esquina?

3.7 Representación de más de un dato dentro del algoritmo

En las secciones anteriores se presentó la necesidad de almacenar información adicional para responder a los requerimientos del problema. Es importante reconocer que los algoritmos desarrollados en los capítulos 1 y 2, sólo se referían al funcionamiento de las estructuras de control y no al manejo de los datos.

Contar con la posibilidad de asociar un identificador a un valor es equivalente a poder "registrar" un dato para recuperarlo o modificarlo posteriormente.

Como resumen de todo lo visto hasta el momento se presentará un ejemplo más complejo, repitiendo la explicación del proceso de modificación de la información y las posibles comparaciones a utilizar.

Ejemplo 3.8:

El robot debe recoger e informar la cantidad de flores y papeles de la esquina (1,1).

En este ejercicio debemos representar dos datos, la cantidad de flores de la esquina y la cantidad de papeles de la esquina. Para esto, vamos a necesitar dos variables una que nos permita contar la cantidad de flores de la esquina y otra que nos permita contar la cantidad de papeles. El algoritmo quedaría de la siguiente forma:

```
programa cap3Ejemplo8
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
variables
  papeles: numero
  flores: numero
comenzar
  papeles:=0 (1)
  flores:=0 (2)
  mientras (HayPapelEnLaEsquina) (3)
    tomarPapel
    {registramos que se tomó un papel}
    papeles:=papeles+1
  mientras (HayFlorEnLaEsquina) (4)
    tomarFlor
    {registramos que se tomó una flor}
    flores := flores + 1
    Informar (flores) (5)
    Informar (papeles) (6)
  fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

En (1) indicamos que no se ha recogido ningún papel todavía. Lo mismo ocurre con las flores en (2).

En (3) contamos todos los papeles que existen en la esquina. Lo mismo hacemos en (4) pero para las flores. En este punto podemos ver que la cantidad de papeles de la esquina va almacenándose en la variable papeles y la cantidad de flores en la variable flores.

En (5) y (6) se informa el valor de flores y papeles de la esquina respectivamente.

Ejemplo 3.9: Modifique el ejercicio anterior para que el robot evalúe cual de las cantidades (flores y papeles) resultó mayor e informe dicha cantidad.

Siguiendo el razonamiento anterior, luego de recoger y contar las flores y los papeles, deberemos analizar cuál de los dos valores obtenidos es el mayor e informar dicho valor. El algoritmo quedaría de la siguiente forma:

```
programa cap3Ejemplo9
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
```



```
variables
  papeles: numero
  flores: numero
comenzar
  papeles:=0
  flores:=0
  mientras (HayPapelEnLaEsquina)
    tomarPapel
    {registramos que se tomó un papel}
    papeles:=papeles+1
  mientras (HayFlorEnLaEsquina)
    tomarFlor
    {registramos que se tomó una flor}
    flores := flores + 1
  si (flores > papeles)           (1)
    Informar (flores)
  sino
    Informar (papeles)
fin
```

```
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

En (1) se verifica si la cantidad de flores es mayor a la de papeles, por medio de una estructura de selección, en caso que la condición resulte verdadera se informa la cantidad de flores, en cambio, si la condición es falsa se informa la cantidad de papeles.



¿Qué informa si ambas variables contienen el mismo valor?

3.8 Conclusiones

Hasta aquí se ha presentado la sintaxis de un algoritmo que utiliza datos para la solución de un problema. También se ha mostrado cómo crear, inicializar y modificar estos datos en una solución.

Contar con la posibilidad de representar información adicional al problema mejora la potencia de expresión del algoritmo, ya que los atributos de los objetos con los que opera podrán estar reflejados en su interior.

También vimos que para representar esta información el ambiente de programación del robot Rinfo nos provee dos tipos de datos: el tipo número y el tipo lógico.

Hasta aquí se han presentado los elementos que componen un algoritmo: el control y los datos. De todo lo visto, entonces, podemos concluir que un algoritmo es una secuencia de instrucciones que utiliza y modifica la información disponible con el objetivo de resolver un problema.



Ejercitación

1. Analice el siguiente programa:

```
1. programa queHaceEjercicio1
2. areas
3. ciudad: AreaC(1,1,100,100)
4. robots
5. robot robot1
6. variables
7. flo: numero
8. comenzar
9. Pos(6,1)
10. flo:= 0
11. repetir 10
12. mientras (HayFlorEnLaEsquina)
13. tomarFlor
14. flor:= flo + 1
15. mover
16. Informar(flo)
17. fin
18. variables
19. Rinfo: robot1
20. comenzar
21. AsignarArea(Rinfo,ciudad)
22. Iniciar(Rinfo,1,1)
23. fin
```

- ¿Qué hace el robot?
 - ¿Qué sucede si quitamos la instrucción de la línea 13?
 - ¿Cómo quedan las esquinas visitadas luego de ejecutar el programa?
- Programe al robot para que informe la cantidad de papeles que hay en (12,12). Al finalizar el programa la esquina debe quedar sin modificar.
 - Programe al robot para que recoja todas las flores de la calle 44 e informe la cantidad recogida.
 - Programe al robot para que cuente las flores de la calle 44, dejando las esquinas sin modificar.
 - Analice los siguientes programas:

```
1. programa queHaceEjercicio5a
2. areas
3. ciudad: AreaC(1,1,100,100)
```

```
4.  robots
5.  robot robot1
6.  comenzar
7.  mientras (HayFlorEnLaEsquina & HayPapelEnLaEsquina)
8.  mover
9.  Informar(PosCa)
10. fin
11. variables
12. Rinfo: robot1
13. comenzar
14. AsignarArea(Rinfo,ciudad)
15. Iniciar(Rinfo,1,1)
16. fin
```

- ¿Qué hace el robot? ¿Qué precondition es necesaria para que no se caiga?
- ¿Es posible asegurar que la esquina en la que se detiene no tiene flores?

```
1.  programa queHaceEjercicio5b
2.  areas
3.  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
4.  robots
5.  robot robot1
6.  comenzar
7.  mientras (HayFlorEnLaEsquina | HayPapelEnLaEsquina)
8.  mover
9.  Informar(PosCa)
10. fin
11. variables
12. Rinfo: robot1
13. comenzar
14. AsignarArea(Rinfo,ciudad)
15. Iniciar(Rinfo,1,1)
16. fin
```

- ¿Qué hace el robot? ¿Qué precondition es necesaria para que sea correcto?
- ¿Es posible asegurar que la esquina en la que se detiene no tiene flores?

6. Programe al robot para que informe la cantidad de esquinas con flor y papel que hay en la ciudad.
7. Programe al robot para efectuar un recorrido en escalera, comenzando en (1,1) y terminando en (50, 50). Cada escalón debe ser de una cuadra de lado. Al finalizar el recorrido debe informar la cantidad de esquinas vacías (sin flor ni papel) que encontró.
8. Programe al robot para efectuar un recorrido en escalera, comenzando en (1,1) y terminando en (51, 51). Cada escalón debe ser de 5 cuadradas de lado. Al finalizar el recorrido debe informar la cantidad de esquinas vacías (sin flor ni papel) que encontró por escalón y la cantidad total de esquinas vacías de todo el recorrido.

9. Programe al robot para caminar por la calle 7 juntando flores, hasta *recolectar* 20 flores. Hay como máximo una flor por esquina. *Seguro existen 20 flores en la calle.*
10. Programe al robot para caminar por la avenida 7 juntando flores, hasta recolectar 20 flores . Hay como máximo una flor por esquina. *Pueden no haber 20 flores en la calle.*
11. Programe al robot para caminar por la calle 7 juntando flores, hasta recolectar 20 flores. Puede haber más de una flor por esquina. *Pueden no haber 20 flores en la calle.*
12. El robot debe recorrer la calle 34. Al terminar el recorrido debe informar cuántas esquinas de la calle 34 tienen exactamente 6 papeles. Las esquinas deben quedar sin modificar.
13. El robot debe limpiar la esquina (89,76) de la siguiente forma: si contiene más papeles que flores debe quedar sólo con un papel y si contiene más flores que papeles debe quedar sólo una flor. Si originalmente la esquina está vacía o contiene igual cantidad de flores que de papeles, debe quedar vacía.
14. Programe al robot para que recorra la calle 2 juntando los objetos (flores/papeles) que haya en cada esquina visitada. El robot debe detenerse al acumular 10 papeles o 4 flores. Resuelva considerando que:
 - a. La esquina seguro existe.
 - b. La esquina puede no existir.
15. Programe al robot para que recorra el perímetro de la ciudad e informe la cantidad de papeles recogidos.
16. Programe al robot para que recorra el perímetro de la ciudad e informe la cantidad de papeles recogidos en cada lado.
17. Programe al robot para que busque en la ciudad una esquina sin flores o con 3 papeles. El robot debe iniciar el recorrido en la esquina (1,1) y debe detenerse al encontrar la esquina. La esquina puede no existir. Si encuentra la esquina buscada debe informar la avenida y la calle.

Capítulo 4

Repaso



Objetivos

Hasta ahora se ha definido la manera de escribir programas utilizando el lenguaje del robot. También se ha presentado la sintaxis utilizada que permite trasladar al robot, recoger y/o depositar flores y papeles y saber si hay o no flores en la esquina o en la bolsa.

Por otro lado se han analizado diferentes situaciones que requieren la posibilidad de representar información específica del problema.

El objetivo de este capítulo es presentar, analizar y resolver diferentes ejemplos que permitirán la ejercitación de los temas vistos en los capítulos anteriores.



Temas a tratar

1. Presentación, análisis y resolución de ejemplos.
2. Conclusiones.
3. Ejercitación.

4.1 Repaso de variables

En los capítulos anteriores se ha definido la sintaxis de las acciones u órdenes que el robot puede llevar a cabo y se ha indicado cómo se representará y trabajará con la información relevante que presenta el problema a resolver utilizando el lenguaje del ambiente del robot Rinfo.

Como ya hemos visto:

En general, durante la ejecución de un programa es necesario manipular información que puede cambiar continuamente. Por este motivo, es necesario contar con un recurso que permita variar la información que se maneja en cada momento. Este recurso es lo que se conoce como variable.

Además, sabemos que dentro de un mismo programa pueden utilizarse tantas variables como sean necesarias para representar adecuadamente todos los datos presentes en el problema.

Sin embargo, de todos los ejemplos vistos en los capítulos 2 y 3 podríamos pensar que cada vez que un enunciado requiere informar una cantidad, es necesario recurrir a una variable. A través de un ejemplo, podemos observar que esto no siempre es así. Analicemos el siguiente ejemplo:

Ejemplo 4.1:

Programa al robot para que recorra la avenida 45 deteniéndose cuando encuentre una esquina que no tiene flores, sabiendo que esa esquina seguro existe. Al terminar debe informar la cantidad de pasos dados.

Este problema admite dos soluciones. Una de ellas utiliza una variable para representar la cantidad de pasos que da el robot y la otra no.

<pre>programa cap5Ejemplo1a areas ciudad: AreaC(1,1,100,100) robots robot robot1 comenzar Pos(45,1) derecha mientras(HayFlorEnLaEsquina) mover Informar (PosCa-1) fin variables Rinfo: robot1 comenzar AsignarArea(Rinfo,ciudad) Iniciar(Rinfo,1,1)</pre>	<pre>programa cap5Ejemplo1b areas ciudad: AreaC(1,1,100,100) robots robot robot1 variables pasos: numero comenzar Pos(45,1) pasos:= 0 (1) mientras (HayFlorEnLaEsquina) mover pasos:= pasos + 1 Informar (pasos) (2) fin variables Rinfo: robot1</pre>
---	--

fin	comenzar AsignarArea(Rinfo,ciudad) Iniciar(Rinfo,1,1) fin
------------	--

El ejemplo 4.1 muestra que antes de decidir representar nueva información dentro del programa, es importante analizar si el robot no cuenta con la posibilidad de manejar los datos pedidos y de este modo evitar la declaración de un dato.

Analícemos:



- ¿Por qué en el programa Cap5Ejemplo1a se informa (PosCa-1)?
- ¿Qué ocurriría en Cap5Ejemplo1b si la línea (1) es reemplazada por `pasos:= 1` y la línea (2) es reemplazada por `Informar (pasos -1)`?
- ¿Cuál de las formas de resolver el problema le parece más adecuada? Justificar la respuesta.

4.2 Repaso de expresiones lógicas

Recordemos que las expresiones lógicas pueden formarse con variables y expresiones relacionales utilizando los operadores lógicos de la tabla 2.3.

Analícemos los siguientes ejemplos para ejercitar la resolución de expresiones lógicas que combinan varias proposiciones:

Ejemplo 4.2:

Programa al robot para que informe si en la esquina (7,4) hay sólo flor o sólo papel (pero no ambos).

```

programa cap5Ejemplo2
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
  comenzar
    Pos(7,4)
    si ((HayFlorEnLaEsquina & ~ HayPapelEnLaEsquina) | (1)
        (~ HayFlorEnLaEsquina & HayPapelEnLaEsquina)) (2)
      Informar(V)
    sino
      Informar(F)
    fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar

```



```
AsignarArea(Rinfo,ciudad)
Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

Como puede verse en este ejemplo, en la selección se ha utilizado una disyunción de conjunciones. Es decir que basta con que una de las dos conjunciones sea verdadera para que toda la proposición lo sea.

Cada una de las conjunciones requiere que haya uno sólo de los dos elementos: la primera pide que haya flor y no papel (1) y la segunda que haya papel y no flor (2). Obviamente, no pueden ser verdaderas al mismo tiempo. Pero basta con que sólo una de ellas lo sea para que se informe V.

Ejemplo 4.3:

Programe al robot para que recorra la avenida 16 buscando una flor que puede no existir. Al finalizar informar donde está (si la encontró) o F (falso) en caso contrario.

```
programa cap5Ejemplo3
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
  comenzar
    Pos(16,1)
    {recorre La Av.16 buscando La flor }
    mientras ~HayFlorEnLaEsquina & (PosCa < 100)      (1)
      mover
      {ver si encontró La flor o no }
    si HayFlorEnLaEsquina                               (2)
      Informar(PosCa)
    sino
      Informar(F)
  fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

Como podemos observar, en la línea (1) se utiliza una proposición molecular para controlar la iteración. Ahora no alcanza con verificar solamente que la flor no exista (\sim HayFlorEnLaEsquina) sino que además es necesario tener en cuenta que no se termine la avenida ($\text{PosCa} < 100$).

Dado que ambas condiciones deben cumplirse simultáneamente, se las ha unido por una conjunción. Esta proposición molecular será verdadera cuando ambas proposiciones lo

sean. La iteración puede leerse como: "mientras no encuentre la flor y a la vez, el robot no llegue a la calle 100, debe seguir avanzando".

La iteración termina cuando la conjunción es falsa. Esto ocurre por tres motivos:

1. Encontró la flor durante el recorrido de la avenida. Es decir que la condición ($\text{PosCa} < 100$) es verdadera pero la proposición ($\sim \text{HayFlorEnLaEsquina}$) es falsa.
2. No encontró la flor pero llegó a la calle 100. Es decir que ($\sim \text{HayFlorEnLaEsquina}$) es verdadera y ($\text{PosCa} < 100$) es falsa.
3. Encontró la flor sobre la calle 100. En este caso ambas condiciones son falsas.

Por lo tanto, la iteración no necesariamente termina cuando la flor ha sido hallada y para poder informar lo solicitado en el enunciado del problema, será necesario distinguir lo que pasó. Esa es la función de la selección que aparece en la línea (2).



- ¿Se logra el mismo resultado reemplazando la condición que aparece en la línea (2) por $\text{PosCa}=100$?. Justificar la respuesta.
- Pensar en otra proposición que permita dar a la selección de (2) el mismo funcionamiento.

4.3 Ejemplos

Habiendo repasado los aspectos más importantes para la ejercitación propuesta para este capítulo, a continuación se presentan diferentes ejemplos que combinan los temas vistos hasta aquí. Es recomendable que prestemos especial atención a la definición y evaluación de proposiciones.

Ejemplo 4.4:

Programa al robot para que recorra la calle 29 hasta encontrar una esquina vacía que puede no existir. En caso de encontrarla depositar en ella una flor. Si no pudo depositar (porque no tenía) informar F (falso).

El siguiente programa resuelve este problema:

```
programa cap5Ejemplo4
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
  comenzar
  Pos(1,29) {ubicar el robot al comienzo de la calle 29}
  derecha
  {recorrer la calle hasta encontrar una esquina vacía o hasta terminar}
  mientras ((HayFlorEnLaEsquina | HayPapelEnLaEsquina)&(PosAv < 100))
```

```

mover
si ~HayFlorEnLaEsquina & ~HayPapelEnLaEsquina {si la encuentra deposita una flor}
si HayFlorEnLaBolsa
    depositarFlor
sino
    Informar(F)
fin
variables
Rinfo: robot1
comenzar
AsignarArea(Rinfo, ciudad)
Iniciar(Rinfo, 1, 1)
fin

```



- ¿Cuáles son los casos en los que la evaluación de la proposición molecular que maneja la iteración da como resultado falso?

- ¿Puede reemplazarse la selección anterior por la siguiente?:

```

si ~HayFlorEnLaEsquina & ~HayPapelEnLaEsquina & HayFlorEnLaBolsa
    depositarFlor
sino
    Informar(F)

```

Ejemplo 4.5:

Programa al robot para que informe la cantidad de papeles que hay en la esquina (67,23) SIN modificar el contenido de la esquina.

Este problema es una variante del ejemplo 3.5, donde no se pide que se recojan los papeles sino sólo que informe la cantidad. Sabemos que para poder resolver esto será necesario juntar los papeles contando y luego depositar exactamente la cantidad de papeles recogidos. Notemos que no es lo mismo vaciar los papeles de la bolsa porque ella podría contener papeles ANTES de comenzar a recoger. El programa es el siguiente:

```

programa cap5Ejemplo5
areas
ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
robot robot1
variables
cantP: numero
comenzar
Pos(67,23)
cantP := 0 {Indicar que aun no se ha recogido nada}
mientras HayPapelEnLaEsquina
    tomarPapel
    cantP := cantP + 1
Informar (cantP) {Ahora la esquina ya no tiene papeles}
repetir cantP {Volver a dejar los papeles en la esquina}
depositarPapel

```

```
fin
variables
  Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

Se ha utilizado una repetición para volver a poner los papeles en la esquina porque, luego de haberlos recogido, se conoce exactamente la cantidad de papeles que se quiere depositar. Además, para depositar no es necesario preguntar si hay papeles en la bolsa para satisfacer esta demanda, porque se ha recogido la misma cantidad de papeles a través de la iteración. Es más, suponiendo que originalmente no hubiera habido papeles en (67,23), *cantP* valdrá cero en cuyo caso el repetir no ejecutará ninguna instrucción.



*¿Tendría el mismo efecto el código si se corre la instrucción Informar(*cantP*) luego del repetir que deposita papeles?*

Ejemplo 4.6:

Programa al robot para que junte las flores de la avenida 1 e informe la cantidad de flores que hay en cada una de las esquinas.

Para resolver este problema alcanzará con una única variable que represente la cantidad de flores de la esquina actual. Cada vez que llega a una esquina, el robot inicializará la variable en cero, anotará en ella cada vez que logre recoger una flor y finalmente informará su valor. Esto se debe repetir para todas las esquinas de la avenida 1. El programa será el siguiente:

```
programa cap5Ejemplo6
areas
  ciudad: AreaC(1,1,100,100)
robots
  robot robot1
  variables
    flores: numero
  comenzar
    {Se recorrerán las primeras 99 esquinas}
  repetir 99
    {Indicar que aun no se ha recogido nada en esta esquina}
    flores := 0 (1)
    mientras HayFlorEnLaEsquina
      tomarFlor
      flores := flores + 1
    {Ahora la esquina ya no tiene flores}
    Informar(flores)
    {Pasar a la esquina siguiente}
  mover
```

```
{Falta La esquina (1,100)} (2)
{Indicar que aún no se ha recogido nada en esta esquina}
flores := 0
mientras HayFlorEnLaEsquina
  tomarFlor
  flores := flores + 1
{Ahora La esquina ya no tiene flores}
  Informar(flores)
fin
variables
Rinfo: robot1
comenzar
  AsignarArea(Rinfo,ciudad)
  Iniciar(Rinfo,1,1)
fin
```

- *¿Qué ocurriría si la línea (1) fuera trasladada antes del repetir, es decir antes de comenzar la repetición? ¿Qué valores informaría?*



- *¿Por qué es necesario procesar por separado la esquina (1,100)? Vea que aparece fuera de la repetición en la línea (2).*
- *¿Cómo modificaría el programa para que el robot también pueda informar la cantidad de flores total que había en la avenida?*

4.4 Conclusiones

Se han presentado varios ejemplos que muestran el uso de los dos tipos de datos que puede manejar el robot: valores numéricos y valores booleanos. A través de ellos se ha mostrado la forma de mejorar la potencia de las soluciones ofrecidas, permitiendo que el robot registre valores para un procesamiento posterior.

También se ha definido y ejemplificado el uso de los conectivos lógicos permitiendo manejar las estructuras de control selección e iteración a través de proposiciones moleculares.



Ejercitación

1. Escribir un programa que permita al robot recorrer las 10 primeras esquinas de cada calle limpiando de flores y papeles dichas esquinas. Al finalizar el recorrido, informar la cantidad de esquinas que estaban *originalmente* vacías.
2. Escribir un programa que le permita al robot recorrer la avenida 30 dejando las esquinas con calles pares sólo con una flor y las esquinas con calles impares sólo con un papel. Suponga que el robot cuenta con suficiente cantidad de flores y papeles en su bolsa. Al finalizar el recorrido, informar la cantidad de esquinas que *originalmente* tenían flores y papeles.
3. Programar al robot para que recorra la calle 3 depositando un papel en cada esquina. Si durante el recorrido se queda sin papeles para depositar, debe detenerse e informar la cantidad de esquinas en las que pudo depositar.
4. Programar al robot para que recorra la calle 10 e informe cuántas esquinas tienen sólo flores y cuántas esquinas tienen sólo papeles. *No debe modificarse la cantidad de flores y papeles de cada esquina.*
5. Programar al robot para que recorra el perímetro de la ciudad, juntando todas las flores y papeles del recorrido y depositándolos en los extremos de la ciudad. Esto es, todas las flores y papeles de la avenida 1 debe depositarlos en (1,100), todas las flores y papeles de la calle 100 debe depositarlos en (100,100) y así siguiendo. Al llegar a cada extremo, debe informar verdadero si la cantidad de flores recogidas es mayor que la cantidad de papeles.
6. Programar al robot para que realice un recorrido de cuadrados de 5x5 uno al lado del otro y desplazándose 2 calles hacia arriba en cada uno, como se muestra en la figura 1. El robot debe detenerse cuando haya encontrado un cuadrado con el doble de flores que papeles o cuando haya completado 10 cuadrados.

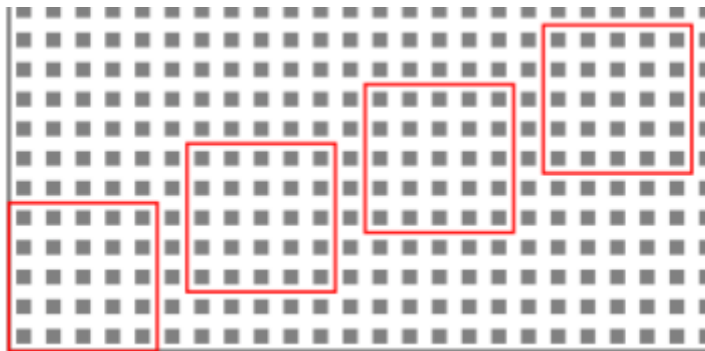


Figura1: se visualiza un ejemplo donde el robot se detuvo al completar 4 cuadrados. Los cuadrados inician en las esquinas (1,1) (7,3) (13,5) (19,7)

7. Programar al robot para que recorra el perímetro de la ciudad buscando una esquina con exactamente 3 flores y 3 papeles, suponiendo que esta esquina existe. Debe informar cuál es la esquina encontrada.
8. Idem (6) pero no se puede asegurar que tal esquina existe. En caso de encontrarla, informar cuál es esa esquina.
9. Programar al robot para que recorra la ciudad hasta encontrar una esquina vacía. Si la encuentra debe detenerse e informar la cantidad de pasos dados. Caso contrario debe informar la F
10. Programar al robot para efectuar un recorrido en escalera, comenzando en (1,100) y termine en (51,50). Al finalizar informe la cantidad de esquinas con exactamente 3 flores y 2 papeles.
11. Programe al robot para que comenzando por la calle 1 indique cual es la primera calle impar que cumple con tener el doble de flores que papeles. La calle seguro existe.