2 ej
4

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

ENI: UNA COMPUTADORA DE JUGUETE, UN INSTRUMENTO DE AYUDA EN EL DESARROLLO DE HABITOS DE RAZONAMIENTO.

T E S I S

Que para obtener el título de:

M A T E M A T I C O

p r e s e n t a:

CONSUELO DOMINGUEZ GARCIA.

MEXICO 1986

I N D I C E

PAGINA

INTRODUCCION

INTRODUCCION

> " Las Matemáticas, instrumento de pensamiento que permite aprehender y comprender lo real bajo el aspecto cuantitativo, al mismo tiempo que comunicar este conocimiento a los demás, constituyen del mismo modo que la lengua materna, un medio de análisis y comunicación cualitativo, una enseñanza de base ".(1)

Es indiscutible la importancia que tienen las Matemáticas dentro de las demás ciencias y en todas las actividades que realiza el hombre. Sin embargo, el sistema educativo ha fracasado en la enseñanza de éstas y la escuela se encuentra desfasada en relación con la tecnología moderna.

Mucho se ha discutido acerca de este fracaso. Numerosas teorías han sido propuestas para actualizar la enseñanza de las Matemáticas. No es propósito del presente trabajo analizar cada uno de estos métodos, sino más bien presentar una herramienta de trabajo que puede servir para fomentar hábitos de razonamiento necesarios para la adquisición de una cultura matemática.

Pensamos, que en buena medida, el fracaso en el aprendizaje de las Matemáticas, en las escuelas primaria y secundaria, se debe a la incapacidad de los maestros para inculcar hábitos de razonamiento. Generalmente, las Matemáticas se enseñan a nivel de "fórmulas" sin que haya mediación racional entre el planteamiento y la solución del problema.

> " Los problemas de la vida común son distintos de los problemas de otros tiempos e igualmente debe ser diferente la educación ". (2)

El trabajo a exponer forma parte de un proyecto sobre Computación Infantil que se ha desarrollado en la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico (antes Programa Universitario de Cómputo) y que surgió, en principio, como respuesta a una necesidad que encuentra su origen en la creciente influencia de la tecnología moderna en nuestra vida cotidiana.

Como parte de este proyecto está el desarrollo de un material educativo que, utilizando la técnica de "Aprender jugando", permita al niño adquirir los conocimientos básicos sobre Computación, de una manera práctica y amena, a través de juegos que motivan su interés, garantizando así, una excelente comprensión del tema.

> " Un método aunque sea insuficiente se convierte en bueno incluso en excelente cuando los niños lo abordan con dinamismo y entusiasmo ". (3)

Este material educativo consta de dos partes: una computadora miniatura, de juguete, y un texto-guía teórico-práctico.

El texto-guía fué realizado dentro de la DGSCA (antes PUC) y la impresión está a cargo de editorial Trillas con el título: "MI PRIMERA COMPUTADORA".

El texto ha sido elaborado en forma de historieta con el fin de despertar interés al lector. Con ayuda del texto los niños construyen su computadora de juguete utilizando materiales comunes como madera, tuercas, tornillos, empaques, foquitos, clips, etc.; además, conocen su funcionamiento, la historia de la computación, la analogía con las computadoras reales y los principios de la lógica booleana.

Los objetivos que se pretenden alcanzar con el uso de este material son los siguientes:

- Conocer la arquitectura más elemental de una computadora, así como su modo de operación básico.

- Comprender que una computadora no es mágica y que sólo hace lo que el hombre le ordena a través de programas y sobre datos que él le proporciona.

- Aprender los principios elementales de la lógica booleana (conjunción, disyunción, negación), los cuales constituyen herramientas suficientes para generar funciones que solucionan una diversidad de problemas presentados en forma de juegos.

Sin embargo, el objetivo del trabajo a exponer no reside, esencialmente, en las afirmaciones anteriores sino en lo siguiente:

Al construir el niño su computadora y aprender como funciona, logra comprender el razonamiento que encierra cada uno de los juegos y de esta manera, adquiere las bases para crear nuevos juegos. Aunada a esta adquisición va desarrollando, sin darse cuenta y de manera natural, hábitos de razonamiento que lo ayudarán en la edificación del sentido matemático.

Por lo tanto, la proposición a demostrar y que constituye el eje central de este trabajo es: LA COMPUTADORA DE JUGUETE AYUDA AL NIÑO EN LA ADQUISICION DE HABITOS DE RAZONAMIENTO.

En los siguientes capítulos se tratará de justificar cómo y por qué la computadora de juguete puede resultar una buena ayuda en la formación matemática de los niños.

Citas

(1) FREINET, C. Y M. BEAUGRAND <u>La enseñanza del cálculo</u> Barcelona, Laia, 1980 pag. 6

(2) SANTALO, LUIS A. <u>La educación matemática, hoy</u> México, Teide, 1980 (Hay que saber, s/n) pag. 22

(3) FREINET, C. op.cit., pag. 19

CAPITULO 1.- ASPECTOS GENERALES DE UNA COMPUTADORA

1.1 Introducción.

1.2 Bosquejo Histórico.

1.3 Configuración de una computadora.

1.4 ¿Cómo funciona una computadora?

1.1. Introducción

En este primer capítulo se hablará, a grandes rasgos, sobre el origen de las computadoras, en qué consisten y cómo funcionan; con lo cual adquiriremos una visión mas clara sobre la Computación y la influencia que ésta ha alcanzado en la actualidad.

¿Qué es una computadora ?

Una computadora es un sistema de transmisión y procesamiento de información en el cual ésta se representa por medio de cantidades físicas (señales). Las señales están limitadas a sólo dos valores discretos (0V y 5V, 1 y 0, abierto y cerrado); por lo que utiliza el sistema binario. La potencia de las computadoras depende, en gran parte, de la capacidad de sus componentes eléctricos para tomar decisiones lógicas y almacenar información, incluyendo los resultados de las decisiones.

1.2. Bosquejo histórico.

La incesante búsqueda del hombre, a través del tiempo, con el fin de efectuar grandes y complicados cálculos, de manera precisa y rápida, lo llevó a la invención de la Computadora. Sin embargo, para llegar a esta máquina de cálculo, tuvo que pasar mucho tiempo.

El hombre para realizar sus primeros cálculos utilizó el ábaco: la primera calculadora mecánica. Se usaba para efectuar sumas y restas. En este dispositivo, todo número menor que 10 está representado por un número igual de cuentas. Para cantidades mayores, cada cifra significativa está representada por un grupo de cuentas, correspondiendo el número de cuentas en cada grupo al valor de esa cifra. En este caso, el ábaco trabaja en base 10 (aunque podríamos tener un ábaco en diferente base). El método de notación numérica y, en consecuencia, de la disposición del ábaco, es cuestión de tradición, convención y conveniencia.

Después, aparecieron las tablas de logaritmos desarrolladas por Jhon Napier. Se utilizaban para realizar productos. Más tarde, surge la regla de cálculo, dispositivo basado en los logaritmos de Napier, permitiendo efectuar productos y cocientes, cálculos de exponentes, funciones trigonométricas y otras funciones matemáticas.

Posterior a estos dispositivos aparece la máquina de calcular de Blaise Pascal, predecesora de la "popular máquina de escritorio". Esta máquina sólo podía sumar y restar, aunque era factible usarla para multiplicar (mediante sumas sucesivas) y para dividir (mediante restas sucesivas).

Estas máquinas de calculo y las actuales calculadoras carecen de un elemento fundamental que las diferencia de las computadoras digitales electrónicas: el Programa. En las primeras, las operaciones que se pueden efectuar están predefinidas, por lo que no pueden ser cambiadas por el usuario.

Con la invención de la "máquina analítica" de Charles Babbage en 1830, surge la idea de la primera computadora programable. A pesar de que este diseño nunca fué llevado a la práctica, contenía todos los elementos que configuran una computadora (estaba dividida, funcionalmente, en dos grandes partes: una que ordenaba y otra que ejecutaba esas órdenes. La que ejecutaba las órdenes era una versión muy generalizada de la máquina de Pascal, mientras que con la otra el usuario podía, cambiando las especificaciones del control, lograr que la misma máquina ejecutara operaciones complejas, disntintas de las que había hecho antes).

Las nuevas computadoras que surgieron y se han ido perfeccionando poco a poco, responden al modelo de computación propuesto por Jhon Von Neumann, el cual se encuentra en la máquina de Babbage, cuya idea central es almacenar las instrucciones del programa de una computadora en su propia memoria; logrando así, que la máquina siga los pasos definidos por su "programa almacenado". Así, el usuario puede efectuar, cambiando las instrucciones (órdenes), operaciones diferentes a las que ha realizado antes, por muy complejas que éstas sean.

El desarrollo de las computadoras, generalmente, se divide en tres generaciones comerciales.

La "primera generación" de las computadoras abarcó la década de 1950. Sus máquinas están construídas con circuitos de tubos de vacío; se programan en lenguaje de máquina (lenguaje binario). Eran grandes y costosas.

En la "segunda generación", a principios de la década de 1960, las máquinas reducen de tamaño y aumenta su capacidad de procesamiento. Están construídas con circuitos de transistores; se programan en lenguaje de "alto nivel" y su costo es menor que en las anteriores.

En las dos primeras generaciones, las unidades de entrada están por completo dominadas por las tarjetas perforadas.

La "tercera generación", a mediados de la década de 1960, se caracteriza en que la fabricación electrónica está basada en los "circuitos integrados" (agrupamiento de circuitos de transistores "grabados" en pequeñísimas placas de silicio).

En esta generación, las unidades de entrada constituyen metodos interactivos de comunicación mediante pantallas especiales de entrada/salida.

Minicomputadoras y Microcomputadoras.

A mediados de la década de 1970 aparecen computadoras de tamaño mediano (minicomputadoras) que no son tan costosas como las máquinas grandes y tienen gran capacidad de proceso. Dos años más tarde, surge una nueva familia de circuitos integrados de alta densidad, los microprocesadores. Esto origina la aparición de las miicrocomputadoras que se diseñan con base en estos circuitos; son pequeñas y baratas, por lo que su uso se ha extendido y se les has llamado "computadoras personales".

1.3. Configuración de una computadora.

Una computadora está formada por: una UNIDAD DE ENTRADA, que recibe tanto la información a procesar como las instrucciones (programa); la UNIDAD DE MEMORIA que almacena la información; la UNIDAD ARITMETICO Y LOGICA que ejecuta los cálculos sobre la información; la UNIDAD DE CONTROL que dirige a todas las demás unidades, determinando cuándo se debe ver la información, en qué lugares debe almacenarse, cuándo debe funcionar la unidad aritmética, etc. (éstas dos últimas unidades integran la llamada UNIDAD DE PROCESO

CENTRAL); y una UNIDAD DE SALIDA que nos muestra la información ya procesada, en forma de números y gráficas.

1.4. ¿Cómo funciona una Computadora?

Trataré de dar una idea de los procesos que suceden en el interior de la máquina sin usar términos electrónicos, simulando los pasos necesarios y el orden en que deben efectuar operaciones sobre elementos de información (datos) para llegar a un resultado deseado. Lo haremos con un ejemplo sencillo: la suma de dos números (6 y 3).

Para ésto, es necesario considerar dos tipos de elementos: los datos y las instrucciones (operaciones y funciones que actúan sobre los primeros). Necesitamos además, describir los pasos a seguir para la suma de estos dos números y "decírselo" a la computadora. Aquí surge el concepto de programa que viene a ser un conjunto de pasos para llegar a un fin determinado.

En una computadora para realizar éste proceso, internamente, debemos "decirle" a la máquina, a través de un programa los pasos a efectuar (que la máquina "entienda" lo que se va a hacer.

Proceso que sigue una computadora para sumar dos números.

1.- "Observa el primer número".

2.- "Llévalo al acumulador para sumarlo con el número que sigue".

3.- "Efectúa la suma usando este segundo número que observas".

4.- "Muéstrame el resultado".

Para realizar este programa en la computadora, debemos indicar dónde y cómo van a estar almacenados los datos y las instrucciones de dicho programa.

Recordando el modelo de Von Neumann tenemos que los datos e instrucciones del programa estarán almacenados en la memoria de la computadora, de tal manera que la máquina siga los pasos definidos por su programa almacenado.

La función de la memoria es guardar datos. Describiremos la MEMORIA como un conjunto de celdas en donde cada celda puede contener un valor numérico y poseer una dirección que la distinguirá de las demás y con la cual podemos hacer referencia a ella. La forma más sencilla de organizar una memoria para facilitar el acceso a cualquier celda, es la de un vector.

Utilizaremos un apuntador para localizar una celda cualquiera.

APUNTADOR

10	11	12	13	14	15	16	
3	2	0	1	4	9	6	

Ahora, podemos almacenar y recuperar datos usando dos operaciones sobre la memoria: leer el contenido de una celda (indicando la dirección de la celda, se extrae una copia del dato quedando el dato en la misma celda) y escribir un valor en una celda (proporcionando el dato y la dirección de la celda en la que queremos sea depositado).

Veamos como se almacenan las instrucciones en la memoria. Como solo se pueden almacenar valores numéricos, para guardar las instrucciones les asociamos un código (codificación). El número de las instrucciones válidas, en una computadora, depende de la complejidad y costo de la unidad de control (para cada instrucción existe un código único).

Para nuestro ejemplo usaremos los siguientes códigos:

INSTRUCCION	CODIGO	LONGITUD DE LA INSTRUCCION*
ALTO	70	1
SUMA AC	25	2
CARGA AC	41	2
GUARDA AC	52	2

----

* Se refiere a las celdas que ocupa la instrucción en la memoria; 2 indica que una es para el código de la instrucción y otra para la dirección.

Ya podemos almacenar los datos y escribir nuestro programa. Ocuparemos tres celdas de memoria: dos para los datos y una para el resultado. Elegimos, para ésto, las celdas 20, 21, 22. Usaremos solamente cuatro instrucciones: una para llevar el contenido de una celda al acumulador; otra para hacer la suma; la tercera para regresar el contenido del acumulador y por último, la instrucción ALTO para indicar que el programa termina. Una instrucción puede ocupar las celdas de memoria necesarias, sin importar el número de éstas (pudiendo ser 1, 2, 3 o más).

Representamos las instrucciones que usaremos como:

CARGA AC	Dirección	- Lleva al acumulador el contenido de la celda que tiene esa dirección.
GUARDA AC	Dirección	- Deposita el contenido del acumulador en la celda que tiene esa dirección.
SUMA AC	Dirección	- Suma el contenido del acumulador y el contenido de la celda que tiene esa dirección.

ALTO Dirección - Termina el programa.

El algoritmo** que resuelve la suma de dos números sería:

1.- Sacamos el primer número de la memoria (se encuentra en la celda 20) y lo llevamos al acumulador.

2.- Sumamos el primer número con el segundo (que está en la celda 21). El resultado se encuentra en el acumulador.

3.- Trasladamos el resultado del acumulador a la memoria (en nuestro caso sería a la celda 22).

** Un algoritmo es la especificación de los pasos a seguir para llegar a un fin: es la base sobre la cual se escriben los programas.

Escribimos el programa que suma dos números.

INSTRUCCION	DIRECCION	CODIGO	COMENTARIOS
CARGA AC	20	4120	Llevamos el primer número al acumulador.
SUMA AC	21	2521	Suma el primer número con el segundo.
GUARDA AC	22	5222	Lleva el resultado a la memoria.
ALTO	----	70	Fin del programa.

El programa codificado (traducido al código que "habla la máquina) es: "41202521522270". (En realidad, como se menciona al principio, en una computadora digital, las celdas de memoria contienen solo números expresados con 1s y 0s respondiendo a la arquitectura de la máquina).

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
41	20	25	21	52	22	70				6	3	?

Sólo nos faltaría indicar cómo ejecuta la máquina el programa. Para la ejecución de éste, la máquina debe "saber" donde inicia el programa. Supongamos que inicia en la celda 10. Le indicamos, a la computadora, que es en la celda 10 donde principia y la unidad de control recibe este "aviso".

La unidad de control se encarga de dirigir una secuencia de pasos para la ejecución de cada instrucción. (Ir a la memoria y leer el código de la siguiente instrucción; decodificar la instrucción (entenderla); ejecutar la instrucción; prepararse para leer la sig. instrucción). Al término de estos 4 pasos regresa al inicio de la secuencia.

Después de este paréntesis, describiremos los pasos que sigue la computadora en la ejecución del programa.

Primero, como ya mencionamos, le "avisamos" a la unidad de control que el programa empieza en la celda 10 (ésto se hace por medio de un apuntador que forma parte de la unidad de control y que se le conoce como el contador del programa (CP)); por lo que a CP le asignamos 10 (CP<-----10). Enseguida, la unidad de control ejecuta el primer paso del ciclo y <u>lee el contenido</u> de la celda 10 (es un "41"); <u>decodifica la instrucción</u> y sabe que se trata de la instrucción CARGA AC (como ésta instruccion ocupa dos celdas de memoria, pues necesita una dirección, espera que la próxima celda contenga esta dirección; ejecuta la instrucción (para ésto el CP estaba ya apuntando a la celda 11 (que tiene la dirección "20"), va a la dirección 20 y extrae su contenido (que es un 6) y carga el acumulador con este valor. El siguiente paso es prepararse para leer la siguiente instrucción por lo que el CP se incrementa, apuntando ahora a la celda 12.

Se realiza de nuevo la secuencia para ejecutar la siguiente instrucción. Se lee la celda 12 (contiene un "25"); decodifica la instrucción y se trata de la instrucción SUMA AC, que ocupa dos celdas de memoria (espera una dirección), el CP apunta ahora a la celda 13 y extrae la dirección, que es un "21" (la celda 21 contiene el número 3); se ejecuta la instrucción, añadiendo el contenido de la celda 21 (3) al contenido del acumulador (6) y ahora, el acumulador contiene un 9, el resultado de la suma.

El CP apunta ya, a la celda 14. Se efectúa, una vez más, la secuencia para la sig. instrucción. Se lee la celda 14 y se extrae su contenido ("52"). Se decodifica la instrucción que resulta ser CARGA AC y el CP se incrementa, apuntando a la celda 15 (en la celda 15 está la dirección que espera la instrucción que es un "22"); se ejecuta la instrucción y el contenido del acumulador (el resultado de la suma) se deposita en la celda 22.

De nuevo, la unidad de control posiciona al CP en la celda 16. Se lee el contenido de la celda 16 que es un "70"; se decodifica la instrucción que resulta ser ALTO. Esta instrucción no necesita otro operando (ocupa una celda de memoria), por lo que el CP no se incrementa; se ejecuta la instrucción y el proceso termina. En la memoria se encuentra el resultado de la suma.

CP

↓

10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
41	20	25	21	52	22	70				6	3	9

CAPITULO 2.- DESCRIPCION DE LA COMPUTADORA DE JUGUETE

2.1. Introducción.

2.2. Descripción de la computadora de juguete.

2.3. Funcionamiento.

2.4. ¿ Porqué se le considera una computadora de juguete ?

2.1. Introducción.

En esta parte, mi intención es proporcionar una idea somera sobre la construcción de la "computadora de juguete" y las partes que la componen.

En ningún momento, se pretende que al término de esta descripción el lector pueda elaborar este juguete; pues la construcción detallada del mismo se encuentra en el manual mencionado anteriormente.

Ademas, trataré de fundamentar porqué le llamamos "computadora"; aún cuando este juguete posee diversas limitaciones.

En el capítulo anterior, adquirimos una idea general sobre el funcionamiento de una computadora y como está conformada; ahora se hará la descripción de la computadora de juguete con lo que podremos observar la semejanza y , a la vez, la diferencia existente entre éstas.

2.2. Descripción de la Computadora de Juguete.

La lista de los materiales necesarios para su construcción es la siguiente:

1 tabla de perfocel (60 cm por 60 cm)

1 pliego de cartulina blanca

1 caja de clips No. 3

162 empaques para llave de 1/2 pulgada

162 tornillos para estufas con sus tuercas

10 focos No. 112 (1.2 V)

10 soquets

Un pedazo de papel ilustración (60 cm de largo por 22 cm de ancho)

4 baterías

1 portapilas

20 clavos

Cinta para madera de 130 cm de largo por 2.5 cm de ancho

10 m de alambre No. 22

Lija para madera

Marcador negro

Lápiz y regla

Pintura blanca, amarilla, verde y roja

Pegamento blanco

Como se puede observar los materiales son fáciles de encontrar y su costo es realmente bajo.

La computadora miniatura está constituída, esencialmente, por tres partes:

1) TABLERO

2) CAJA CON DIEZ FOCOS

3) PORTAPILAS

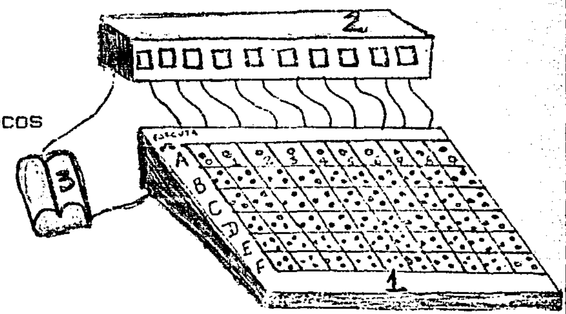


Fig. 1

El tablero está formado por una base de madera como lo muestra la figura 2,

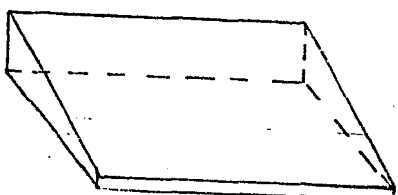


Fig. 2

y una tabla de perfocel (60 cm por 60 cm) que descansa sobre la base. Esta se divide usando el marcador negro y la regla, en renglones y columnas (fig. 3).

Se forma así una matriz de 6 renglones y 10 columnas, obteniendo 60 cuadros de nueve agujeros cada uno.

Los empaques se pintan de amarillo, verde y rojo; quedando 50 amarillos, 51 rojos, 51 verdes y 10 sin pintar.

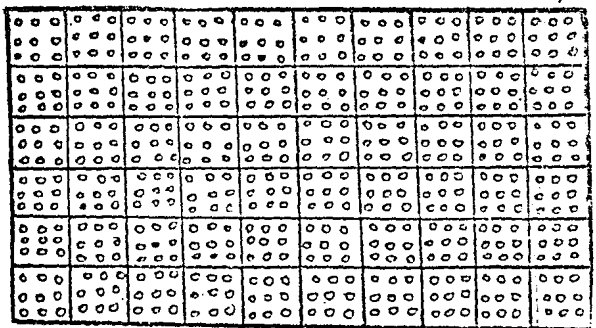


Fig. 3

En cada empaque se inserta un tornillo y se coloca en la matriz siguiendo esta disposición:

En los cuadros superiores (renglón A) se coloca un empaque sin pintar y el tornillo correspondiente en el agujero del centro (fig. 4).

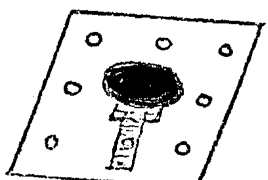


Fig. 4

El tornillo se fija por debajo de la tabla con una tuerca. Cada uno de estos tornillos servirá para conectar los focos con la computadora. Las conexiones se realizan con pedazos de alambre.

Para los cuadros de los renglones restantes, los empaques y tornillos son dispuestos como indica la figura 5.

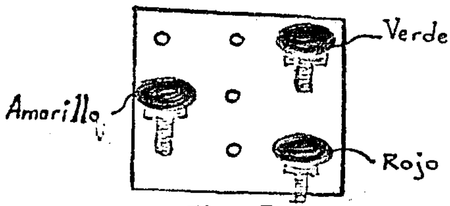


Fig. 5

Se ocupan 51 clips, a los que previamente se les da forma de ganchos. Uno de los extremos del gancho queda sujeto al empaque amarillo y el otro, queda suelto de manera que pueda colocarse en el empaque rojo o en el verde (figs. 6 y 7).

Así obtenemos con los ganchos, empaques y tornillos, en cada cuadro un INTERRUPTOR.*

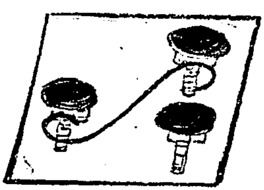


Fig. 6

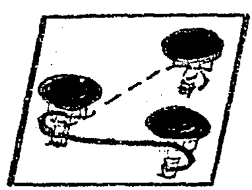


Fig. 7

* Un interruptor es un dispositivo digital ya que tiene sólo dos condiciones: cerrado y abierto.

Hay un interruptor "especial" que se coloca fuera de la matriz. Por ejemplo, en la esquina superior izquierda como se observa en la figura 8. Este interruptor servirá para "encender" o "apagar" la computadora y le llamamos "EJECUTA".

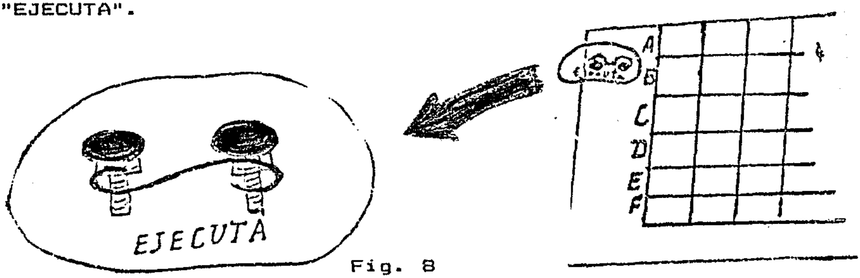


Fig. 8

De este modo la disposición del tablero queda así:

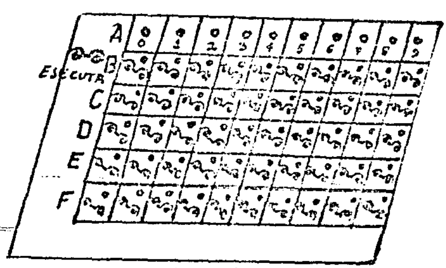


Fig. 9

Pasemos, ahora, a explicar como se hizo la caja de los focos.

Esta caja se puede construir usando madera o papel ilustración. Después de construída la caja, se hacen 10 divisiones con pedazos de cartoncillo, en cada una de ellas se ha colocado un soquet con su foco respectivo (figs. 10 y 11).

Fig. 10

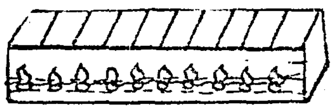


Fig. 11

Los focos se encuentran interconectados, por medio de alambres, y además están conectados a los puntos del primer renglón del tablero (fig. 12).

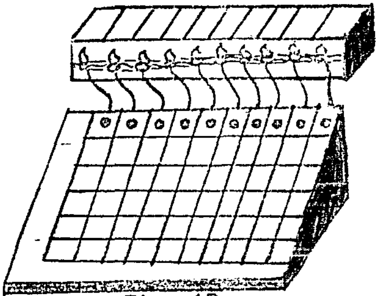


Fig. 12

La tapa de la caja se puede hacer con papel cartulina al igual que las divisiones (fig. 13). Esta se pega de un sólo borde (fig. 14).

Fig. 13

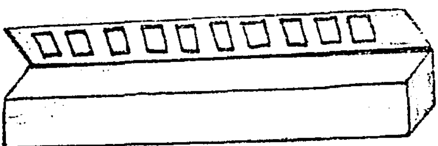


Fig. 14

Por último las pilas, fuente de energía, son dispuestas en paralelo dentro del portapilas. Este se conecta por un lado, a los focos; y por el otro, a "Ejecuta" que tiene la función de permitir (al cerrarlo) el paso de corriente al tablero y, en consecuencia, a los focos dependiendo del alambrado que haya sido implementado (programa). Esto se ilustra en la figura 15.

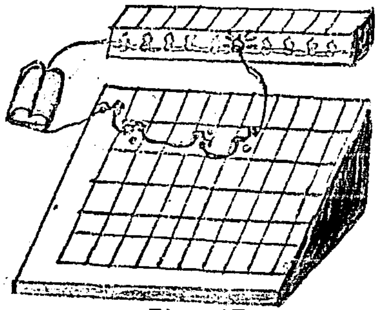
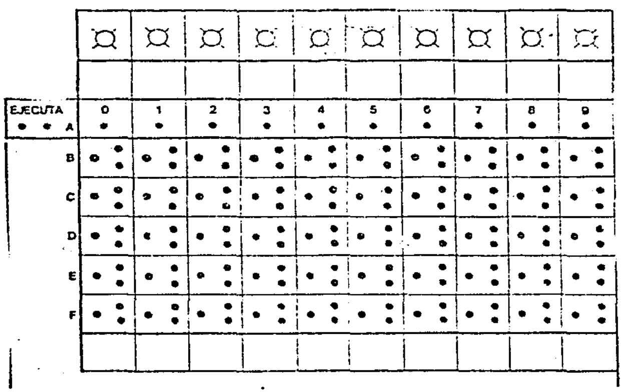


Fig. 15

2.3. Funcionamiento.

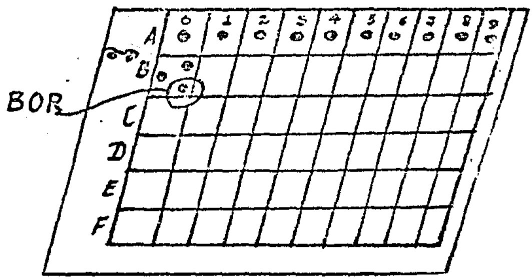
Una vez construída la computadora, pasamos a explicar como funciona.

Para ésto nos ayudamos del esquema, figura 16, que representa la matriz del tablero y que va a servir para diseñar el alambrado (programa) de acuerdo a las condiciones o reglas de cada juego en particular.



Para facilitar la colocación de los alambres, nos ayudamos identificando los puntos de la matriz en la forma siguiente:

Si deseamos referirnos al punto encerrado en un círculo (ver fig. 17) localizamos, primero, la letra del renglón donde se encuentra (B); el número asociado a la columna (0) y el color del empaque (rojo). Así, en la figura 17 el punto de referencia es el BOR.



De esta manera, podemos indicar como deben ser colocados cada uno de los alambres necesarios al mencionar los extremos (puntos) de éste (fig. 18).

Cabe aclarar, que los puntos del interruptor Ejecuta serán localizados con la letra del renglón y el color del empaque (fig. 19).

Identificamos el alambre dibujado en la figura 18 como un alambre que va de B1R a B3A

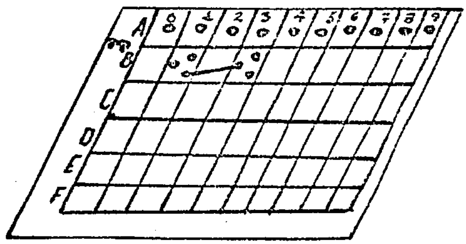


Fig. 18

Fig. 19

Se les explica al niño que:

Los alambres son posibles caminos que pueden permitir el paso de corriente, de las pilas a los focos, al subir o bajar los interruptores, es decir, los interruptores son puentes de paso que permiten, junto con los alambres, tener caminos continuos y cerrados. A un camino continuo y cerrado se le llama CIRCUITO (fig. 20).

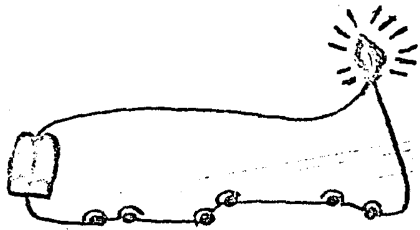


Fig. 20

Se diseñaron algunos juegos en los que se observa como un conjunto de alambres con cierta disposición, y clips (ganchos subidos o bajados) forman un programa (ver Apéndice I).

¿ Porqué subimos o bajamos un interruptor ?

Cada columna de interruptores representa una condición o un dato, por lo que podemos tener para cada juego, a lo más, 10 condiciones de entrada o 10 datos.

Cuando todos los clips de una columna se colocan en los empaques rojos (posición superior) se está "afirmando" la condición (se está metiendo ese dato); si se ponen en los empaques amarillos (posición inferior) la condición "negada" se está cumpliendo (el dato no se mete).

Los datos se especifican colocando una tira en la parte inferior del tablero, la cual ha sido hecha de papel cartulina preferentemente. Se hacen diez divisiones y asociado a cada división podemos encontrar un dato de acuerdo a las condiciones del juego (fig. 21). No necesariamente en todos los juegos deben estar presentes 10 datos.

DATO 1	DATO 2	DATO 3	. . . .	DATO 10

Fig. 21

Para observar los resultados se pone una tira con las mismas características de la tira de entrada, debajo de la caja de los focos (sólo el material es distinto). Este puede ser de cualquier papel translúcido; por ejemplo: albanene o china.

Ya terminado el alambrado de un juego; para realizar un movimiento, los niños suben y bajan los clips de acuerdo a la jugada o instrucción. Después, "encienden" la computadora, ésto es, cierran el interruptor Ejecuta observando así el resultado de la jugada en la caja de los focos (focos encendidos o apagados).

De lo anterior observamos que la máquina descrita, la computadora de juguete, es de construcción en cierta medida sencilla y ha sido diseñada para la solución de problemas lógicos y juegos. Además, su funcionamiento nos muestra que se trata de circuitos formados por dos estados: "Abierto" y "Cerrado" que pueden representar verdadero y falso, sí y no, 1 y 0.

2.4. ¿ Porqué se le considera una Computadora ?

Con base en lo que he descrito sobre la computadora y mencionando algunas definiciones, abordemos esta interrogante:

Una de estas definiciones expresa:

> " **Una computadora es un sistema de hardware* que cumple operaciones aritméticas, manipula datos** (gemeralmente en forma binaria) y toma decisiones". (1)

Otro autor dice:

> " **una computadora será todo dispositivo** eléctrico o máquina, capaz de procesar información ".(2)

Según Turing:

> " **Una computadora es esencialmente, un dispositivo que permite recibir, almacenar, manipular y comunicar** la información".(3)

* Se conoce como hardware al conjunto de elementos y sistemas electrónicos que forman un sistema de cómputo.

De acuerdo con las definiciones anteriores, la computadora de juguete satisface los requerimientos básicos de toda computadora; pues recibe, almacena, manipula y transmite la información.

Al igual que cualquier computadora, la computadora de juguete, cuenta con: UNIDAD DE ENTRADA (el tablero), UNIDAD ARITMETICO Y LOGICA (el tablero y el alambrado), UNIDAD DE CONTROL (el usuario), UNIDAD DE SALIDA (caja de los focos) y MEMORIA (los alambres).

La UNIDAD DE ENTRADA está representada por el conjunto de interruptores en el tablero (fig. 22).

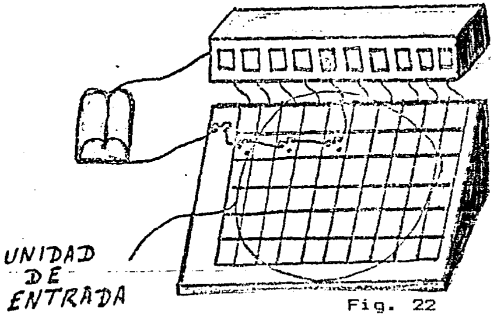
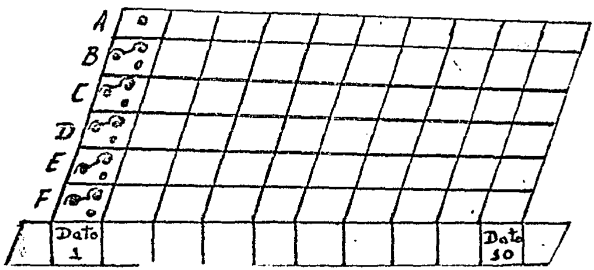


Fig. 22

Introducir un dato consiste en asociar una condición o variable de entrada a una columna de interruptores y manipular con ellos; por lo que en cada juego se pueden tener, a lo más, diez datos o variables de entrada (fig. 23).



La UNIDAD ARITMETICO Y LOGICA se localiza en el tablero y el alambrado. Como toda computadora para que funcione tiene que ser programada. Los programas se realizan, instalando alambres en diferentes puntos del tablero.

Al manipular los interruptores de acuerdo a las jugadas o instrucciones que queramos ejecutar, se efectúan los cálculos y decisiones para obtener los resultados deseados.

Es por ésto que el tablero junto con el alambrado resulta ser la Unidad Aritmético y Lógica (fig. 23).

La UNIDAD DE CONTROL la constituye el usuario. El niño al implementar un alambrado (programa) y empezar a jugar, está controlando las operaciones dependiendo de las decisiones que éste tome.Está funcionando como Unidad de Control.

La UNIDAD DE SALIDA está constituída por la caja de los focos (fig. 24). En ésta, como mencionamos antes, se coloca una tira de papel translúcido; en cada una de las diez divisiones que contiene, se han dibujado o escrito indicadores de los posibles resultados a obtener, en un juego determinado.

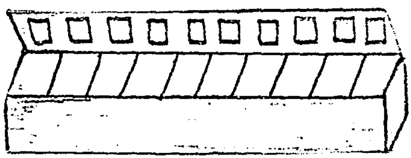


Fig. 24

Esto es, cada resultado o variable de salida (a lo más 10) tiene asociado un foquito. Resultan entonces, tantos focos encendidos como variables de salida haya para la jugada en cuestion.

La MEMORIA, en la computadora de juguete, funciona cuando el alambrado (programa) de un juego está en el tablero, es decir, guarda la información mientras el alambrado esté presente.

Como se habrán dado cuenta, las limitaciones de esta máquina son relevantes; acepta sólo diez datos, puede presentar sólo diez resultados a la vez, la memoria se "borra", los procesos que se efectúan son lentos y veremos, además, que trabaja con circuitos y maneja dos estados (algo así como trabajar con 1 y 0, en lenguaje de máquina).

Sin embargo, no olvidemos que este dispositivo fué diseñado para jugar de manera que los niños pudiesen construirlo sólos, y a la vez conocieran los principios básicos sobre computación. Lo importante, para nosotros, es el papel que juega en el desarrollo de hábitos de razonamiento, tema que abordaremos más adelante.

Citas

(1) TOCCI, RONALD J. Sistemas digitales.Principios y aplicaciones-O, PHI Prentice/ Hall Internacional, Colombia 1983, p. 13, 14.

(2) SCHEID, FRANCIS. Introducción a la ciencia de las computadoras. Mc Graw-Hill México 1976, p. 2

(3) RUEDA PABLO, Como funciona . . . . En: Ciencia y Desarrollo, CONACYT México 1983, p. 48

CAPITULO 3.- IMPORTANCIA DEL DISENO DE CIRCUITOS EN LA COMPUTADORA DE JUGUETE.

3.1. Introducción

3.2. Algebra Booleana.

3.2.1. Algebra de las Proposiciones.

3.2.2. Definición y propiedades del Algebra booleana.

3.3. Circuitos Lógicos Básicos

3.3.1. Circuito O (OR)

3.3.2. Circuito Y (AND)

3.3.3. Circuito NO (NOT)

3.4. Implementación de los circuitos básicos en la computadora de juguete.

3.1. Introducción.

En este capítulo hablaremos sobre las propiedades de la Lógica Booleana en el diseño de circuitos.

La importancia de los circuitos lógicos y, en consecuencia, de la Lógica Booleana reside en que la computadora al igual que una variedad de dispositivos electrónicos, está integrada por éstos.

Veremos, además, que los programas (alambrados) que resuelven los diferentes problemas (juegos) planteados que se realizan en la computadora de juguete, consisten en la combinación de los tres circuitos elementales (Y, O, NO) suficientes, en toda computadora, para el diseño de cualquier circuito por complejo que éste sea.

Cuando los niños han resuelto e identificado las diferentes situaciones que se presentan en la solución de los problemas planteados se les muestra, de manera clara y sencilla, que han empleado los principios de la lógica booleana.

Esta teoría fué desarrollada por George Boole, matemático inglés del siglo XIX, al establecer la gran semejanza que existe entre las leyes del pensamiento y las operaciones del álgebra.

Una de las aplicaciones más importantes de la lógica booleana es en el diseño y simplificación de circuitos.

Abordaremos primero, las propiedades de la lógica booleana y despues, la implementación de los circuitos elementales en la computadora. Se tocará este tema, sin olvidar que el objetivo principal para nosotros, es que el niño, al trabajar y experimentar descubra por sí mismo, mediante la acción y la motivación, las bases del razonamiento formal.

3.2. Algebra Booleana.

El álgebra booleana es parte de la rama de las Matemáticas conocida como Algebra Moderna. Se aplica originalmente a la Lógica de las proposiciones.

Boole establece la semejanza entre las leyes del pensamiento (razonamiento lógico) y las operaciones algebráicas.

Demuestra que la Lógica satisface las leyes algebráicas usando sólo dos valores: 1 y 0 (verdadero y falso). De esta manera, concluye que la Lógica puede manejarse utilizando los operadores del álgebra (+, .).

La obra de Boole aparece en 1854 con el título de: "Investigation of the laws of thought".

Presentaremos, en forma breve, el álgebra de Boole ya que sobre este tema se ha escrito bastante y, además, resultaría difícil desarrollarla, complementamente, por ser demasiado extensa.**

---

* En 1847 aparece "Análisis Matemático de la Lógica", otra de sus obras cuyo contenido, también lo sugiere el título.

** Si alguno de los lectores tuviese interés en un estudio profundo puede consultar alguno de los libros que aparecen citados, en este trabajo, sobre el tema.

Los conceptos en la obra original de Boole son:

a) La idea de proposición como una declaración que puede ser verdadera o falsa.

b) La transformación de proposiciones simples en otras más complejas.

c) Determinación de la veracidad de la proposición resultante.

3.2.1. Algebra de las Proposiciones.

¿ Cuál es la semejanza entre el razonamiento lógico y las operaciones algebráicas ?

Para dar respuesta a esta cuestión, hablemos de Lógica Simbólica.

La lógica, generalmente, trata del estudio y el análisis de métodos de razonamiento. La lógica simbólica, sin ser diferente de la lógica en general, pues describirse como un estudio de lógica que usa un grupo extenso de símbolos.

El estudio de la lógica se sitúa en torno al concepto de proposición. Una proposición es una declaración, libre de ambigüedad, es decir, que puede ser verdadera o falsa, pero no ambas. Las palabras verdadero y falso son conceptos no definidos y se manejan como atributos de las proposiciones.

Analicemos algunos ejemplos de proposiciones:

1) " 5 es un número primo "

2) " -7 es mayor que -6 "

3) " seres vivientes habitan el planeta Marte "

Podemos decir que la primera proposición es verdadera, que la segunda es falsa y la tercera que es verdadera o falsa, pero no ambas.

Veamos ahora, la siguiente oración:

" esta declaración que está leyendo es falsa "

Supongamos que la declaración es verdadera, entonces de su contenido inferimos que es falsa.

Por otro lado, supongamos que la declaración es falsa, concluímos entonces que es verdadera.

Lo anterior nos lleva a una contradicción, por lo tanto esta declaración no es una proposición pues no satisface los requisitos establecidos.

Usaremos letras mayúsculas para representar una proposición. De cualquier proposición o conjunto de proposiciones podemos formar nuevas proposiciones.

Conectivo NO.

La más simple, es formar una proposición tomando la negación de una proposición dada.

Si A es una proposición, la negación de A la representaremos como $\overline{A}$ y la definimos como la proposición "es falso que A".

Supongamos que A es la proposición:

"X es un número impar"

la negación de la proposición A será:

"es falso que X es un número impar"

que se puede enunciar como:

"X no es un número impar"

Cuando A es verdadera, $\bar{A}$ es falsa. Si A es falsa, $\bar{A}$ es verdadera.

Por lo tanto, la proposición construída debe tener el valor de verdad opuesto al de la proposición original.

La tabla de verdad asociada a este resultado es:

A	$\bar{A}$
F	V
V	F

Fig. 25

Conectivo Y.

Consideremos ahora, las proposiciones:

A = "X es un número primo"

B = "X es un número mayor que 10"

Estas dos proposiciones podemos combinarlas usando la conjunción (y) y formar una nueva proposición:

A y B = "X es un número primo y mayor que 10"

Esta nueva proposición la designaremos como AB.

Podemos decir que:

i) AB es verdadera cuando A y B son verdaderas.

ii) AB es falsa cuando al menos una de las dos proposiciones es falsa.

Así, tenemos la tabla de verdad con cuatro posibilidades:

A	B	AB
F	F	F
F	V	F
V	F	F
V	V	V

Conectivo NO.

Otra forma de combinar dos proposiciones es usando la disyunción (o). Así, obtenemos:

A ó B = "X es un número primo ó mayor que 10"

A ó B es verdadera cuando al menos una de las dos proposiciones es verdadera.

La proposición, resultado de la disyunción de dos proposiciones arbitrarias A, B es:"A ó B ó ambas" y se designa como A+B. La tabla de verdad asociada es:

Fig. 27

A	B	A+B
F	F	F
F	V	V
V	F	V
V	V	V

Estos tres conectivos lógicos representan las operaciones lógicas booleanas de Inversión, Multiplicación y Suma, respectivamente; como lo menciona la siguiente cita:

> ".... la suma y el producto de proposiciones no son otra cosa que los conectivos lógicos: "o", "i", la operación "raya", tiene el sentido de la negación, mientras que las leyes del álgebra de las proposiciones describen las propiedades principales de estas operaciones lógicas".(3)

Representemos los valores verdadero y falso como 1 y 0. Resuminedo, tenemos: (Fig. 28)

A	B	A+B
0	0	0
0	1	1
1	0	1

" CONECTIVO O "

A	B	AB
0	0	0
0	1	0
1	0	0

"CONECTIVO Y"

A	$\bar{A}$
0	1
1	0

"CONECTIVO NO"

FIG. 28

3.2.2. Definición y propiedades del Algebra Booleana.

I.- Existe un conjunto de k objetos o elementos, sujetos a una relación de equivalencia, denotada por "=", que satisface el principio de sustitución.

Sustitución significa: si a=b, b puede sustituir a "a" en cualquier expresión que contenga a "a" sin afectar la validez de la expresión.

IIa.- Se define una regla de combinación "+" en tal forma que $a+b \in K$ siempre que a como b estén en K.

IIb.- Se define una regla de combinación en tal forma que a.b, que se abrevia ab, está en K, siempre que tanto a como b estén en K.

IIIa.-Existe un elemento 0 en K, tal que para cada a en K,

$$a+0 = a$$

IIIb.-Existe un elemento 1 en K, tal que para cada a en K,

$$a.1 = 1$$

IVa.- $a+b = b+a$

IVb.- $a.b = b.a$

Va.- $a+(b.c) = (a+b).(a+c)$

Vb.- $a.(b+c) = (a.b)+(a.c)$

VI.- Para cada elemento a en K, existe un elemento $\bar{a}$ tal que,

$$a.\bar{a} = 0$$

$$a+\bar{a} = 1$$

VII.- Existen cuando menos dos elementos x, y en K tales que $x \neq y$.

Es clara la similitud entre estos postulados y los del álgebra ordinaria; sin embargo, la primer ley distributiva no se aplica al álgebra ordinaria y tampoco se define $\bar{a}$.

Para que un conjunto de postulados sea útil debe ser consistente, es decir, ninguno de los postulados puede contradecir a cualquicra de los otros que lo componen y ninguno de ellos se puede demostrar a partir de otro.

La consistencia de estos postulados se dará por cierta sin detenernos en su demostración.

Teoremas del Algebra de Boole.

Daremos los enunciados de los teoremas más importantes del álgebra booleana sin tocar las demostraciones.

1) Los elementos 0 y 1 son únicos.

2) Para cada elemento a en K, $a+a = a$ y $a.a = a$

3) Para cada a en K, $a+1 = 1$ y $a.0 = 0$

4) Los elementos 1 y 0 son distintos y $\bar{1} = 0$

5) Por cada par de elementos a y b en K,

$$a+ab = a \qquad y \qquad a(a+b) = a$$

6) La $\bar{a}$ definida por el postulado VI, para cada a en K, es única.

7) Para cada elemento a en K, $a = \bar{\bar{a}}$

8) $a\left[(a+b)+c\right] = \left[(a+b)+c\right]a = a$

9) Para cualquiera de los tres elementos a, b y c de K,

$$a+(b+c) = (a+b)+c \qquad y \qquad a(bc) = (ab)c$$

10) Para cualquier par de elementos a y b en K,

$$a+\bar{a}b = a+b \qquad a(\bar{a}+b) = ab$$

11) Para cada par de elementos a y b en K,

$$\overline{a \cdot b} = \bar{a} + \bar{b} \qquad \overline{a + b} = \bar{a} \cdot \bar{b}$$

Como ejemplos del álgebra de Boole se encuentran: la Teoría de Conjuntos, el Algebra de las Proposiciones y la Teoría de Conmutación, entre otros.

La operación de un circuito se define por una expresión booleana lógica; por lo que, un diagrama lógico del circuito en cuestión puede realizarse directamente de esa expresión.

El álgebra booleana permite dada una expresión asociada a un circuito, simplificarla para obtener su mínima expresión. Las ventajas que ésto ofrece son importantes; ya que al reducirse la expresión, disminuye el número de compuertas (circuitos) necesarias para su implementación y ésto, reduce el costo del circuito.

Ahora hablaremos de los circuitos lógicos necesarios y suficientes para la realización de cualquier circuito; es decir, de los circuitos Y, O, NO.

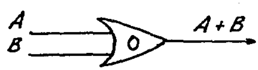
Después retomaremos las propiedades del álgebra booleana, ya mencionadas, para ejemplificar como se simplifica un circuito mediante la expresión asociada a éste.

3.3. Circuitos lógicos básicos.

3.3.1. Circuito O (OR).

El circuito O es un dispositivo muy útil, a pesar de su sencillez, su comportamiento es similar a la operación suma booleana.

La salida (el resultado) es 1 (verdadero) cuando al menos una de las entradas (proposiciones) es 1 (verdadera). Este circuito acepta dos o más entradas.



a) Representación simbólica

A	B	A o B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

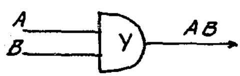
b) Tabla de verdad

Fig. 29

3.3.2. Circuito Y (AND)

El circuito Y funciona en forma semejante a la operación lógica multiplicación y, al igual que el circuito O, es de gran importancia en el diseño de circuitos.

La salida es 1 cuando todas las entradas son 1. Acepta dos o más entradas.



A	B	A y B
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

a) Representación simbólica

b) Tabla de verdad

Fig. 30

3.3.3. Circuito NO (NOT).

El circuito NO presenta un comportamiento análogo al de la operación inversion. El circuito NO admite sólo una entrada, invirtiendo su valor.

Si la entrada es 1, la salida es 0.

Cuando la entrada es 0, la salida es 1.

a) Representación simbólica

A	No A
0	1
1	0

b) Tabla de verdad

Fig. 31

Como mencionábamos antes, cualquier circuito sin importar su complejidad puede realizarse usando los tres circuitos básicos Y, O, NO.

Veamos ahora, un ejemplo de como simplificar la expresión de un circuito usando las propiedades del álgebra booleana.

EJEMPLO:

Consideremos la expresión

$$y = A\,\bar{B}\,D \;+\; A\,\bar{B}\,\bar{D},$$

la cual está asociada al circuito cuyo diagrama lógico es:

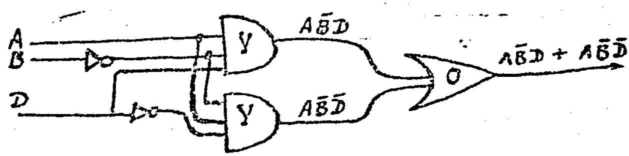


Fig. 32

Simplificando la expresión

$$y = A\,\bar{B}\,D + A\,\bar{B}\,\bar{D},$$

tenemos:

$y = A\,\bar{B}(D+\bar{D})$ . . . . $a(b+c)=ab+ac$ PVb

$y = A\,\bar{B}.1$ . . . . ($a+\bar{a}=1$) PVI

$$y = A\bar{B} \quad . \; . \; . \; . \; . \; . \; . (\; a.1=a \;) \qquad PIIIb$$

Entonces,

$y = A\bar{B}$ es la mínima expresión para el circuito anterior y el diagrama lógico es el siguiente:

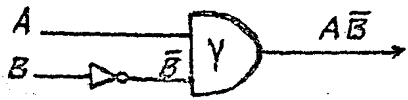


Fig. 33

Así, de un diseño de 3 compuertas, 2 inversores y 3 entradas; se redujo a un diagrama de 1 compuerta, 1 inversor y 2 entradas.

3.4. Implementación de los circuitos básicos en la computadora de juguete.

La representación de los circuitos elementales (Y, O, NO) en la computadora de juguete se realiza, en forma sencilla, poniendo alambres en distintas posiciones en el tablero.

Los niños aprenden a identificar cada circuito después de haber planteado la solución de juegos o situaciones lógicas.

La representación del circuito O es la siguiente:

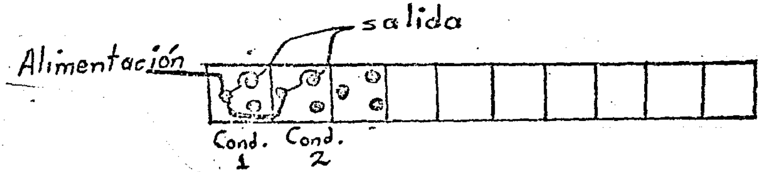


Fig. 34. Circuito O con dos condiciones.(El clip en la posición superior indica condición afirmada).

Se observa que para tener corriente en el punto de salida es necesario que al menos una condición esté afirmada.

Circuito Y con 2 entradas.

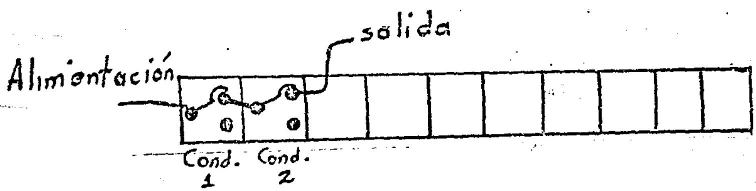


Fig. 35 Representación del circuito Y.

Para tener corriente en el punto de salida es necesario que ambas condiciones estén afirmadas.

Circuito NO (Niega la condición de entrada).

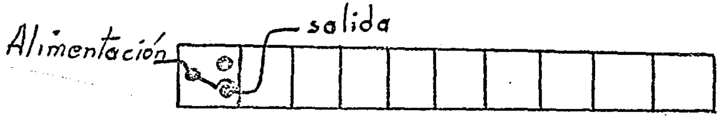


Fig. 36. Representación del circuito NO. (El clip en la posición inferior indica condición negada.

Ahora, analicemos un ejemplo en donde se pueden combinar estos circuitos para la solución de un juego, que tal vez resulte familiar a muchos de ustedes.

Describiré el proceso que, generalmente, los niños* siguieron para encontrar la solución (el alambrado) del juego siguiente:

Un granjero se encuentra de un lado de un río (que le llamaremos lado izquierdo). Necesita pasar al otro lado (lado derecho) a un lobo, una cabra y una col.

Las reglas del juego son:

Sólo puede pasar el granjero y un pasajero mas. Ademas, el lobo y la cabra no se pueden quedar solos porque el lobo se come la cabra. La cabra no se puede quedar con la col; ya que se la come.

Este juegc es uno de los más difíciles que planteamos; se realiza cuando el niño, a través de otros juegos más simples, se ha familiarizado ya con los circuitos y puede hacer combinaciones con ellos.

* Nos referimos a niños por lo menos de 11 años de edad.

El proceso que, generalmente, sigue el niño es el siguiente:

1o. Determina cuales son las variables de entrada (datos) y las variables de salida (resultados).

Los datos son: granjero, lobo, cabra y col. En la tira de entrada tendríamos 4 datos.

GRANJERO	LOBO	CABRA	COL	

Fig. 37

Los resultados serán 10 y representarán: granjero, lobo, cabra, col (de lado izquierdo), peligro de lado izquierdo, peligro de lado derecho, granjero, lobo, cabra, col (de lado derecho).

Los primeros cuatro focos corresponden al granjero, lobo, cabra y col; cuando al iniciar el juego están del lado izquierdo del río.

El quinto foco se enciende cuando haya peligro de lado izquierdo, que se presenta en dos casos: Lobo y cabra del lado izquierdo y granjero y col del lado derecho; y el otro es cabra y col del lado izquierdo y granjero y lobo del lado derecho.

El sexto foco es para la situación de peligro de lado derecho, que se presenta de manera similar a la anterior intercambiando las posiciones de los pasajeros.

Los últimos cuatro focos representan a los cuatro pasajeros (granjero, lobo, cabra y col) cuando han logrado pasar del otro lado del río (lado derecho) habiendo sorteado el peligro.

La tira de salida queda así:

GRANJERO	LOBO	CABRA	COL	PELIGRO LADO IZQUIERDO	PELIGRO LADO DERECHO	GRANJERO

LOBO	CABRA	COL	

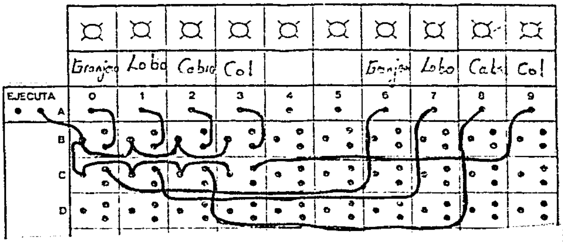
Fig. 38

2o. Realiza los circuitos necesarios para que los primeros cuatro focos (que representan pasajeros de lado izquiedo) y los últimos cuatro (que representan pasajeros de lado derecho) enciendan.

Al iniciar el juego, los interruptores deben estar en la posición de abajo y los cuatro pasajeros del lado izquierdo del río (primeros cuatro focos encendidos). Para que los primeros cuatro focos enciendan se toma la negación de cada dato entrada (lado izquierdo = $\overline{\text{lado derecho}}$). Lado izquierdo = posición inferior y lado derecho = posición superior.

Para que los últimos cuatro focos enciendan, indicando que los cuatro pasajeros están del lado derecho del río, se colocan alambres que salgan de la posición superior de cada dato de entrada.

El esquema de alambrado, para estos resultados, es:



3o. Determina la situación de peligro de lado izquierdo, analizando los dos casos antes mencionados.

LI	LD
LOBO	GRANJERO
CABRA	COL

1a. situación de peligro de lado izquierdo.

LI	LD
CABRA	GRANJERO
COL	LOBO

2a. situación de peligro de lado izquierdo.

Usando circuitos, los niños, establecen "peligro de lado izquierdo" haciendo esta combinación:

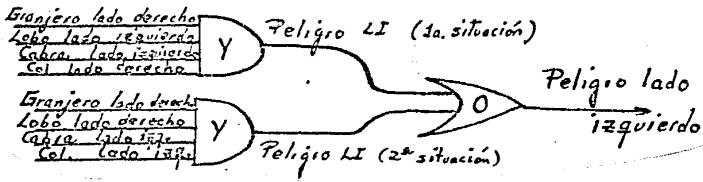


Fig. 40. Situación de peligro de lado izquierdo.

Si designamos lado izquierdo = $\overline{\text{lado derecho}}$, el circuito anterior se puede expresar de la siguiente manera:

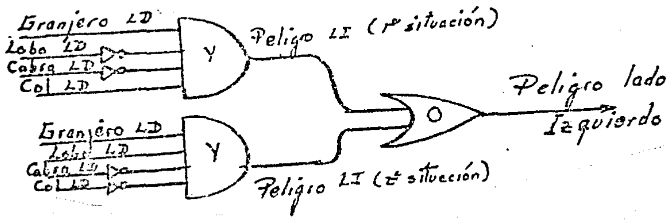


Fig. 41. Combinación de los circuitos Y, O, NO.

en donde se ve claramente el uso de los tres circuitos elementales.

Y, establece el siguiente esquema de alambrado correspondiente a este circuito (fig. 42).

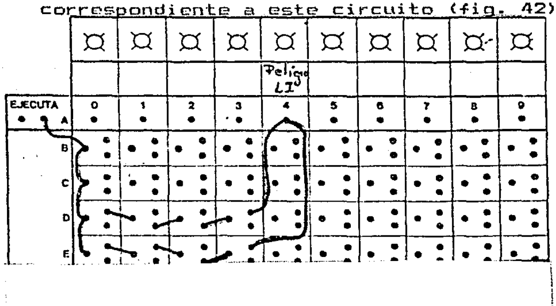


Fig. 42

1 4o. De manera análoga, determina la situación de peligro de lado derecho. Se presentan, también dos situaciones.

LI	LD		LI	LD
GRANJERO	LOBO		GRANJERO	CABRA
COL.	CABRA		LOBO	COL

1a. situación. Peligro de lado derecho.

2a. situación. Peligro de lado derecho.

Fig. 43

El niño establece, usando circuitos, la solución para esta parte obteniendo una combinación de circuitos semejante a la anterior (fig. 44).

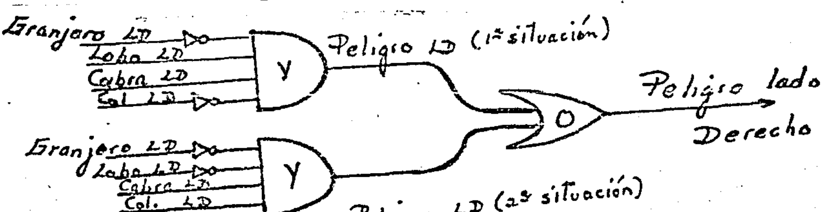


Fig. 44

Y realiza el esquema de alambrado que responde a este circuito y que soluciona la situación de peligro para el lado derecho (fig. 45),

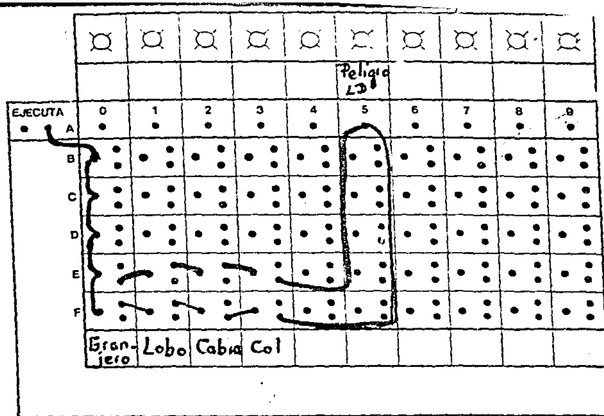
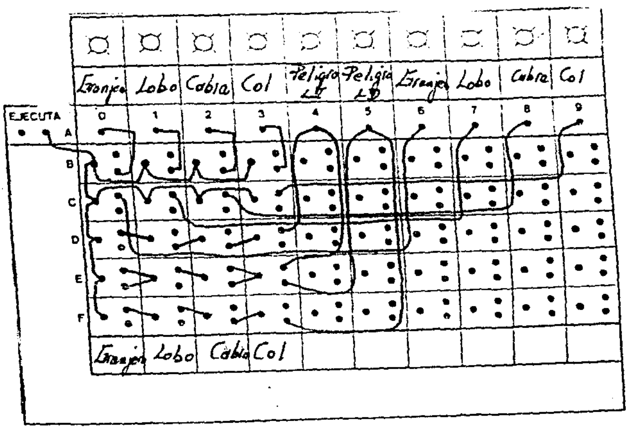


Fig. 45

5o. El último paso que el niño hace es unir los tres esquemas anteriores en uno sólo; este último alambrado corresponde al juego planteado (fig. 46).

Para checar este esquema de alambrado y jugar, buscando ahora la solución, es decir, la manera de pasar a todos los pasajeros sin que el granjero pierda a alguno de ellos, implementa dicho alambrado en la computadora de juguete.

Cabe mencionar que no es necesario seguir todo el razonamiento anterior cuando el niño ha tomado práctica en el uso de circuitos.



CAPITULO 4.- ENSEÑANZA DE LA TEORIA DE CONJUNTOS.

4.1. Introducción.

4.2. Enseñanza de la Teoría de Conjuntos.

4.2.1. ¿Qué es un Conjunto?

4.2.2. Unión e Intersección de Conjuntos.

4.2.3. Propiedades de los Conjuntos.

4.1. Introducción.

Hemos señalado que, antes que la enseñanza de cualquier ciencia, es de gran importancia el desarrollo de hábitos de razonamiento; ya que así se podrá obtener una mejor preparación.

Enfocaremos nuestra atención, en esta parte, al uso de la computadora de juguete como una forma divertida de aprender Teoría de Conjuntos; con juegos implementados en ella.

4.2. Enseñanza de la Teoría de Conjuntos.

Sobre este tema surgen, algunas interrogantes que será necesario responder antes de desarrollarlo pues considero que son de suma importancia. Además, servirán para justificar su introducción en el presente trabajo.

Una de estas preguntas es la siguiente:

¿Porqué es importante la teoría de Conjuntos en la enseñanza elemental?

La respuesta es fácil de explicar: la noción de conjunto está íntimamente ligada al concepto de número. Los números vienen a ser una propiedad de los conjuntos e indican el número de elementos que contiene cada conjunto.

Así es que, si es importante el estudio de los números, es entonces necesario el estudio de los Conjuntos.

Para apoyar este argumento, ayudémonos de estas citas:

> ". . . .Los conjuntos se han usado durante muchos años al enseñar a los niños a contar y resolver preguntas que implican la noción de cantidad . . . . . .Sobran razones para confiar en que la enseñanza de los conceptos de la teoría de conjuntos y su terminología para niños pequeños redunde en un mayor aprovechamiento para la comprensión del concepto de número. . ."(1)

La otra cita es:

> " Muchos maestros deben todavía preguntarse porqué es necesario estudiar los conjuntos para estudiar los números. Diremos entonces que ello resulta necesario para el aprendizaje del niño, porque si queremos proporcionarle una mejor comprensión del concepto de número, es preciso que el camino que conduzca a él permita descubrir sus diferentes aspectos. En nuestro mundo actual, hay que ayudar a los jóvenes a comprender como las cosas encajan unas con otras, porque al crecer el mundo aceleradamente en complejidad, es necesario ajustar entre sí los elementos conceptuales que lo constituyen es necesario conocer de antemano estos elementos. Uno de ellos es la noción de conjunto. Los números son propiedades de los conjuntos ".(2)

La segunda cuestion es:

¿Porqué enseñar teoría de Conjuntos usando una computadora de juguete ?

La respuesta más sencilla sería: ¡Porque es una forma divertida de hacerlo!.

sin embargo, trataremos de fundamentarlo remitiéndonos a esta cita:

> " En la primera enseñanza tiene mucha importancia los materiales didácticos. Hay que aprovechar los sentidos como los canales mas adecuados para llegar al razonamiento; hay que aprender a través de la vista, del oído, del tacto. El niño necesita usar las manos y aprender jugando. De aquí las ventajas de las regletas, bloques multibases, minicomputadoras, geoplanos, tarjetas, cajas con elementos especiales o grupos de temas ". (3)

Además, no debemos olvidar que la finalidad que perseguimos es tratar de crear una cultura matemática que debe iniciar desde la infacia. Mencionemos la siguiente cita:

" No hay que confundir nunca el fin que consiste en que el niño aprenda a resolver problemas y adquiera agilidad mental para idear y usar los mejores métodos para ello, con los medios para lograrlo. Hay acuerdo universal en que el alumno debe familiarizarse con la nomenclatura y simbolismo de la teoría de conjuntos. Pero que quede bien entendido que ésto no es ningún fin, sino un medio para que llegue a entender mejor los conceptos matemáticos ". (4)

Podemos decir que la manera en que presentaremos la enseñanza de la teoría de conjuntos con la ayuda de una computadora de juguete, resulta divertido para el niño permitiendo así óptimos resultados en el aprendizaje.

Aún cuando los conceptos de esta teoría tratados en la infancia constituyen una base sólida de los conceptos abordados en etapas superiores, la noción de conjunto y la forma de operar con éstos, debe prensentarse en forma sencilla, y con ésto nos referimos tanto a su introducción como al uso de símbolos necesarios para representarlos, de tal manera que resulte accesible y natural a los niños.

4.2.1. ¿Qué es un conjunto ?

La palabra conjunto se utiliza para designar una colección de objetos o elementos que cumplen con ciertas características bien definidas.

Ejemplos de conjuntos son:

A = "Los niños del salón de clases"

B = "Las vocales del alfabeto"

C = "Los meses del año"

Después de que los niños han comprendido el concepto de conjunto mediante diversos ejemplos que el profesor les ha planteado, puede identificar los elementos que integran un conjunto y trabajar con ellos.

Presentaremos ahora, una situación en la que se ejemplifica como enseñar los conceptos más elementales de la teoría de Conjuntos.

En la escuela Z se practican tres juegos de pelota: Basketbol, Volibol y Futbol. Solamente hay 10 niños. Algunos de ellos juegan en más de un equipo.

Se ha elaborado una lista con los nombres de los jugadores y el (los) equipo(s) en que cada uno participa.

	BASKETBOL	VOLIBOL	FUTBOL
Antonio	X	X	
Bernardo		X	X
Carlos	X		
David	X		X
Enrique		X	
Francisco	X		
Gustavo		X	
Hilario	X		
Isidro	X	X	X
José			X

Se les pregunta a los niños: ¿cómo podríamos saber quiénes integran cada equipo sin consultar la lista?

Aquí sugerimos que una forma de hacerlo es con ayuda de la computadora de juguete haciendo un programa (alambrado) que resuelva el problema.

Antes de seguir, hagamos un breve paréntesis para explicar como se introduce el concepto de programa y el funcionamiento de una computadora.

Cuando los niños han construído su computadora y conocen el funcionamiento de este juguete establecemos la semejanza que existe entre el proceso que sigue una computadora real y la computadora de juguete para la solución de un problema dado.

Como mencionamos en el capítulo 1, la computadora para resolver un problema necesita, en principio, que se le proporcionen los datos e instrucciones (programa); los cuales serán procesados para entregar resultados.

Los datos e instrucciones son proporcionados por el usuario mediante la unidad de entrada (lectora de tarjetas, terminales de video). Dentro de la máquina se ejecuta el programa y los resultados deseados, son mostrados por la unidad de salida (impresora, terminales de video).

Al igual que una computadora real, la computadora de juguete, necesita datos e instrucciones para resolver un juego determinado.

Los datos son entregados por el niño, a la computadora de juguete, subiendo o bajando los interruptores del tablero.

Las instrucciones (programa) se especifican por medio del alambrado, previamente diseñado. Se efectúa el procesamiento, siguiendo el programa, de los datos. Esto se hace en el tablero; y el resultado deseado es mostrado en la caja de los focos.

El programa (alambrado) se diseña usando los circuitos elementales Y, O, NO; y combinaciones de éstos.

En toda computadora, para realizar un programa se debe tener una idea clara sobre los resultados que se quieren obtener. Para ello, el usuario, antes de escribir el programa necesita especificar, detalladamente, los pasos a seguir (algoritmo) en la solución del problema.

Regresemos ahora, a la solución que la mayoría de los niños presentan para resolver el problema que fué planteado anteriormente, es decir, al alambrado que indica que niños integran cada uno de los tres equipos (BASKETBOL, VOLIBOL, FUTBOL).

¿Cómo lo hacen? Primero, determinan los datos de entrada que son los nombres de los juegos: BASKETBOL, VOLIBOL y FUTBOL (3 datos de entrada); y los resultados son los nombres de los diez jugadores (10 datos de salida).

Los niños pueden implementar el alambrado en grupos de tres; para facilitar su realización.

Una vez terminado el alambrado, se colocan las tiras de entrada y salida, como lo indica el esquema 52, y que los niños han hecho previamente.

La computadora está ya programada y el siguiente paso es pedirle, por ejemplo, los nombres de los jugadores del equipo de Volibol subiendo el interruptor correspondiente y quedando los otros dos (Basketbol y Futbol) hacia abajo.

Una vez encendida la computadora, la unidad de salida indicará los nombres de los integrantes del equipo elegido, es decir, los elementos que forman el conjunto VOLIBOL. De manera similar, se obtienen los integrantes de los otros equipos.

Con ésto, pensamos ha quedado ya claro los términos elemento y conjunto y la relación que guardan entre sí.

Se eligen, por ejemplo, las primeras tres columnas de interruptores para los datos.

Para la salida, se colocan los nombres de los jugadores en el orden dado.

BASKETBOL	VOLIBOL	FUTBOL	

Fig. 47. Tira de entrada.

ANTONIO	BERNARDO	CARLOS	DAVID	ENRIQUE	FRANCISCO

GUSTAVO	HILARIO	ISIDRO	JOSE

Fig. 48. Tira de salida.

En el segundo paso, obtienen primero los integrantes del equipo de Basketbol (1a. columna) colocando los alambres necesarios. Estos salen del empaque verde (posición superior) y van a los focos asociados con los nombres de los jugadores que integran la lista dada. De esta manera, cuando los niños meten el dato "BASKETBOL" en la salida, se muestran los integrantes de este equipo (encendiéndose los focos respectivos). En este caso, el esquema de alambrado es el siguiente (figura 49):

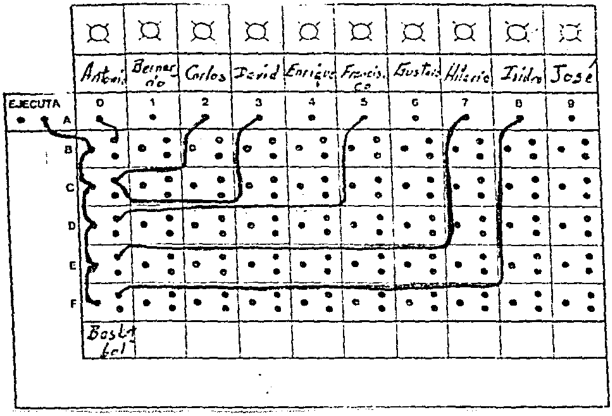


Fig. 49

En forma semejante, enseguida, realizan el alambrado para el dato "VOLIBOL", de tal manera que al meter ese dato, aparezcan en la caja de los focos los jugadores de este equipo. Esto se muestra en la fig. 50.

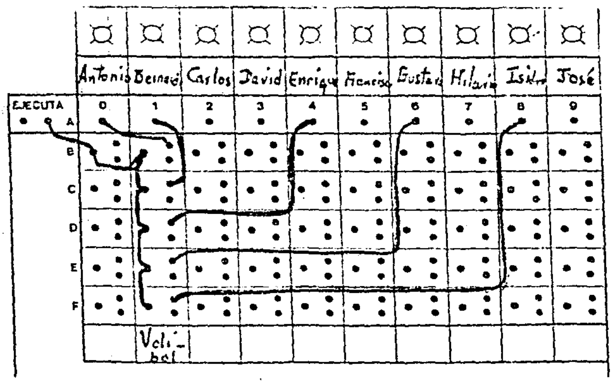


Fig. 50

Y, por último, los niños diseñan un alambrado semejante a los anteriores para el dato "FUTBOL" y que mostrará, como resultado, a los jugadores de este grupo (fig. 51).

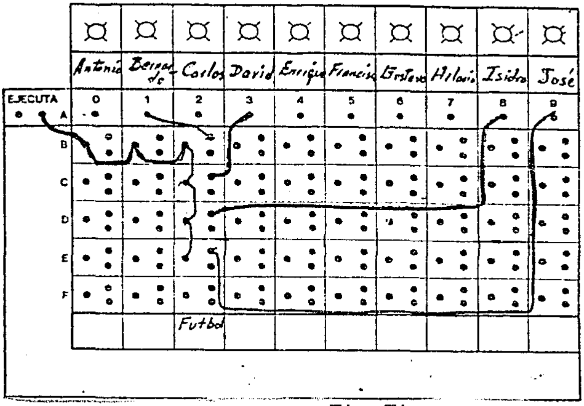


Fig 51

Estos tres esquemas de alambrados, se unen para obtener el programa que indica los integrantes de cada uno de los equipos (fig. 52).

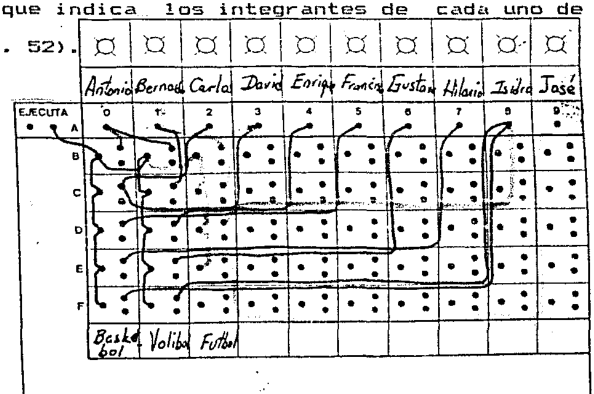


Fig. 52

Aquí proponemos realizar un programa que: dados los nombres de los jugadores nos muestre, haciendo combinaciones con las columnas de interruptores, a qué conjunto pertenece la combinación de datos proporcionada (el foco asociado a Basketbol se encenderá cuando la combinación de datos que metamos sea: a, c, d, f, h, i; de manera similar, para Volibol y Futbol). Esto se observa en la figura 54a.

Para realizar el esquema de alambrado de la figura 54a, los niños diseñan los circuitos necesarios para la solución del problema planteado; y al principio, siguen paso a paso la descripición hasta llegar a obtener el esquema de alambrado . Esto se hace igual que en el ejemplo anterior y los seguiremos presentando en los nuevos problemas planteados.

Los circuitos necesarios para la implementación del alambrado son:

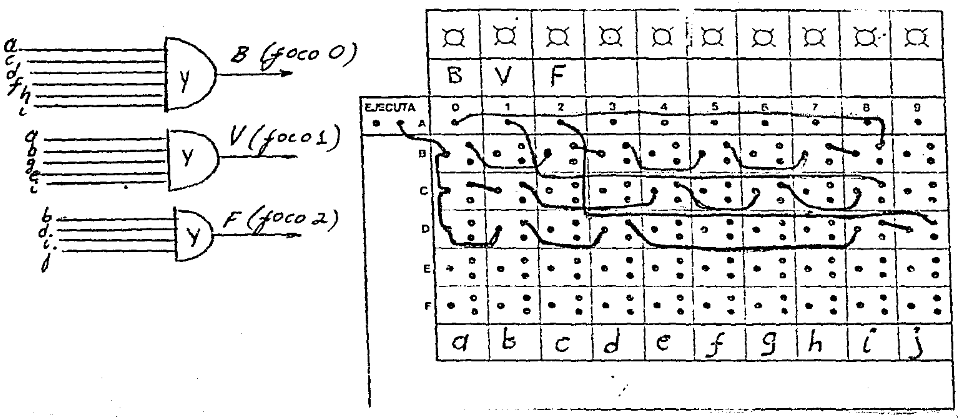


Fig. 54a. Alambrado correspondiente a 3 circuitos Y con 6, 5 y 4 entradas, respectivamente.

Siguiendo nuestro ejemplo, sugerimos se diseñe ahora, un programa que: dado un dato de entrada, el nombre de un jugador, en la salida, la computadora de juguete muestre en que equipo juega (a qué conjunto pertenece el elemento elegido). Figura 54b.

Los circuitos para el diseño del alambrado son:

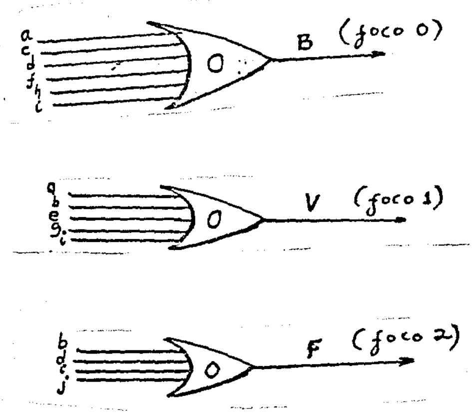
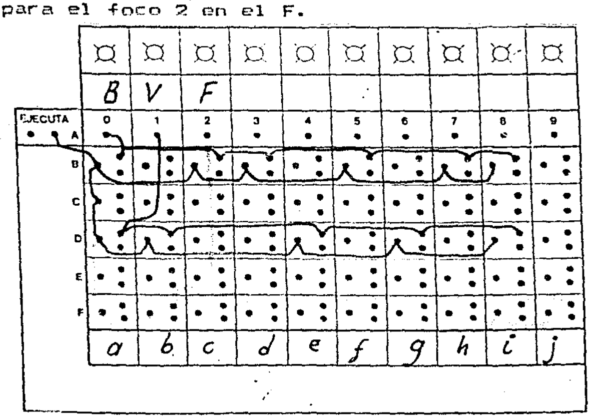


Fig. 54b. Representación de 3 circuitos O con 6, 5 y 4 entradas. El circuito O para el foco 0 está diseñado en el renglón B, para el foco 1 en el D y para el foco 2 en el F.



¿Cómo representamos un Conjunto?

Diagramas de Venn.

Surge ahora la necesidad de representar un Conjunto. La forma más sencilla y clara es usando diagramas de Venn. Consiste en utilizar una región cerrada para representar al conjunto universal* y lo representaremos con la letra U.

Para representar otros conjuntos, en donde cada uno de ellos es un subconjunto de U (está contenido en U), se hace con regiones cerradas más pequeñas donde quedan encerrados los elementos que integran un subconjunto dado.

Regresemos a nuestro ejemplo y representemos el conjunto U con el siguiente dibujo:

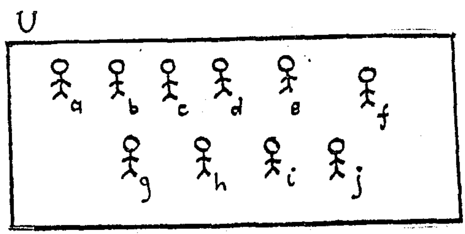


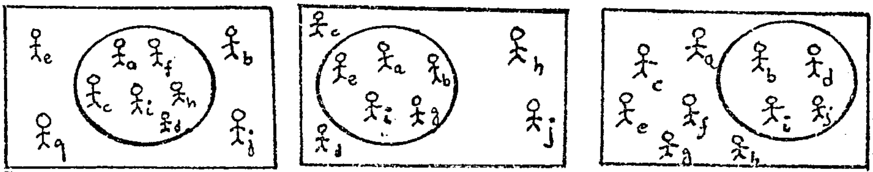
Fig. 55

(A cada niño lo identificaremos con la letra inicial minúscula de su nombre).

---

*El conjunto Universal contiene todos los elementos de una "población" dada.

Luego, podemos representar cada equipo encerrando en un círculo los elementos que lo componen (fig. 56).



BASKETBOL VOLIBOL FUTBOL

Fig. 56

Símbolos.

Otra forma de representación de los conjuntos es mediante símbolos. Esta forma de hacerlo, como cualquier otra, se debe introducir sólo si resulta necesario y fácil de comprender por los niños.

Los jugadores que han quedado incluídos en cada círculo forman un equipo o conjunto. Para describir el conjunto de los jugadores de Basketbol lo podemos hacer así:

$$B = \{a, c, d, f, h, i\}$$

Se usan letras mayúsculas para simbolizar conjuntos, las llaves se utilizan también para describir conjuntos y los símbolos o nombres contenidos dentro de las llaves se entiende que son los elementos de un conjunto dado; cada uno de ellos separado por una coma (,).

Así, el equipo (conjunto) de Volibol está descrito por:

$$V = \{a, b, e, g, i\}$$

Y el de Futbol:

$$F = \{b, d, i, j\}$$

4.2.2. Unión e Intersección de Conjuntos.

¿Cómo podemos introducir los conceptos de Union (reunión de elementos) e Intersección (elementos comunes) de Conjuntos?

Recurramos a la descripción, con diagramas de Venn, de nuestro ejemplo y representemos en un diagrama los tres conjuntos (fig. 57).

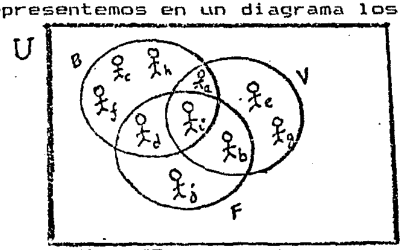


Fig. 57

De esta manera, es fácil observar que:

Isidro es el único que juega en los tres equipos, David juega Basketbol y Futbol, Antonio juega Basketbol y Volibol, Bernardo; Volibol y Futbol y los demás juegan, cada uno, en un solo equipo; además, podemos señalar en cual de los tres.

Con lo anterior, el niño está manejando los elementos que son comunes a un conjunto, es decir, la intersección de conjuntos.

De manera similar, podemos decir quienes juegan en el equipo de Basketbol o Volibol, los jugadores de Basketbol o Futbol y los jugadores de Volibol o Futbol.

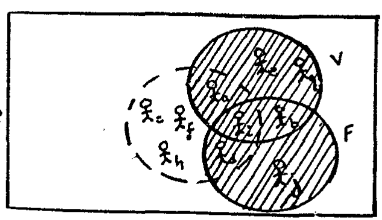
Con ésto, se esta manejando Union de Conjuntos.

Unión de Conjuntos.

¿ Cómo representamos, el conjunto de los niños que juegan, por ejemplo, Volibol o Futbol o ambos?

Con diagramas de Venn, tenemos:

Fig. 58



Aún cuando no es necesario que los niños utilicen estas formas de representación, en ocasiones surge la necesidad de hacerlo.

Se el explica al niño que el diagrama anterior representa la unión de los niños que juegan Volibol y Futbol. Los dos conjuntos se unen para formar un nuevo conjunto. Este es llamado la unión de los conjuntos V y F; se simboliza como VUF y se lee "la unión de V y F".

Como

$$V = \{a, b, e, g, i\} \qquad y \qquad F = \{b, d, i, j\}$$

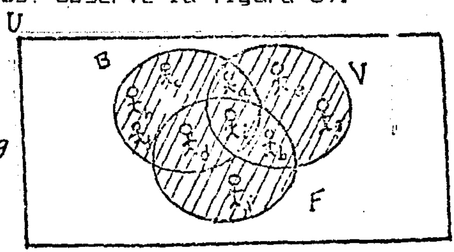
entonces,

$$VUF = \{a, b, d, e, g, i, j\}$$

De manera análoga podemos representar la unión de los conjuntos de Basketbol y Futbol y la unión de los equipos de Basketbol y Volibol.

Después, sugerimos unir los tres conjuntos (B, V, F). ¿ Qué obtenemos? Observe la figura 59.

Fig. 59



BUVUF

Otra forma de representarlo:

$$B \cup V \cup F = \{a, b, c, d, e, f, g, h, i, j\}$$

En este caso la unión de los tres conjuntos coincide con el conjunto universo; que representa el total de una población determinada. No siempre sucede ésto, algunas veces de la población en estudio podemos tomar parte de ella que posea una característica específica; esta población ya restringida forma un nuevo conjunto que viene a ser un subconjunto del conjunto Universal (está contenido en él).

La definición formal de Unión de dos Conjuntos es la siguiente:

> Si A y B son subconjuntos del Universo, la unión de A y B simbolizada mediante $A \cup B$, es el conjunto de todos los elementos que pertenecen a A o a B o a ambos.

Intersección de Conjuntos.

Después de que los niños conocen como representar la unión de conjuntos podemos preguntar como representamos, en nuestro ejemplo, el grupo de niños que juegan Basketbol y Volibol.

La respuesta, usando diagramas de Venn, es:

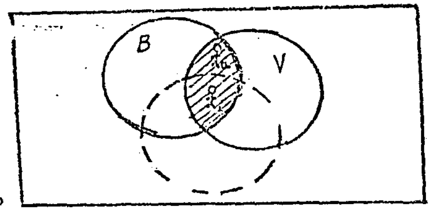


Fig. 60

En el dibujo observamos que solo dos niños juegan Basketbol y Volibol (son los que se encuentran en la parte sombreada). Este nuevo conjunto es llamado Intersección.
Si B y V son dos conjuntos, la intersección de B y V se simboliza por $B \cap V$.

En nuestro ejemplo, tenemos:

$$B = \{a, c, d, f, h, i\} \quad y \quad V = \{a, b, e, g, i\}$$

entonces,

$$B \cap V = \{a, i\}$$

La intersección de dos conjuntos está formada por los elementos comunes a ambos.

Tenemos la sig. definición:

> Si A y B son subconjuntos del Universo, la intersección de A y B, simbolizada por $A \cap B$, es el conjunto de todos los elementos que pertenecen a ambos, A y B a la vez.

Complemento de un Conjunto.

Siguiendo con nuestro ejemplo, el conjunto de los alumnos de la escuela Z que juegan uno de los tres deportes es la población en estudio (el conjunto universo). Tomemos de esta población, el conjunto de los niños que juegan Basketbol; el complemento de B está formado por los niños que juegan algún deporte y que no integran el conjunto de Basketbol.

El complemento de un conjunto B lo denotamos como $\widetilde{B}$ (fig. 61).

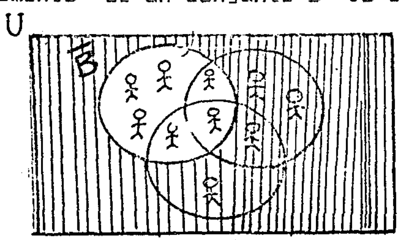


Fig. 61

Para afianzar los conceptos introducidos, previamente, sobre Unión e Intersección de conjuntos, proponemos que se obtengan con un programa implementado en la computadora de juguete y dados como datos los nombres de los jugadores, nuevos conjuntos; resultado de la unión de dos conjuntos o de la intersección de dos o tres conjuntos en las formas que se puedan combinar.

En la unidad de salida tendremos:

			BUV	VUF	BUF	B∩V	V∩F	B∩F	B∩V∩F

Fig. 62

Por ejemplo, el foco correspondiente a BUF se va a encender cuando el niño introduzca los nombres de los jugadores del conjunto B y del conjunto F; el foco asociado a V∩F se encenderá cuando se den como datos los elementos comunes a los conjuntos V y F y así para los demás; ésto lo realizará efectuando, después de implementado el alambrado, combinaciones de los datos (columnas de interruptores).

El niño, para realizar el alambrado, establece que los circuitos que necesita son circuitos Y. Antes de representar estos circuitos, ha elaborado la lista siguiente:

$$B = \{a, c, d, f, h, i\}$$
$$V = \{a, b, e, g, i\}$$
$$F = \{b, d, i, j\}$$
$$B \cup V = \{a, b, c, d, e, f, g, h, i\}$$
$$V \cup F = \{a, b, c, d, f, h, i, j\}$$
$$B \cup F = \{a, b, c, d, f, h, i, j\}$$
$$B \cap V = \{a, i\}$$
$$V \cap F = \{b, i\}$$
$$B \cap F = \{d, i\}$$
$$B \cap V \cap F = \{i\}$$

El programa, usando circuitos es:

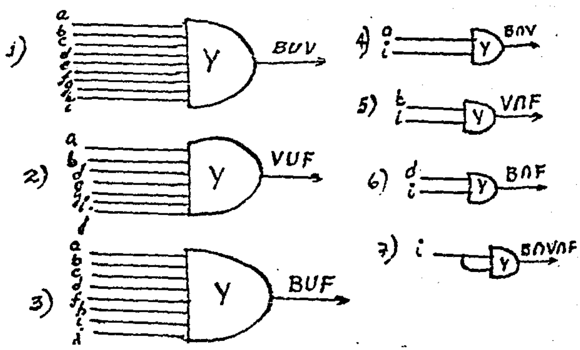


Fig. 63

Para facilitar el alamhrado, los niños dividen el programa en partes. En la primera parte del alambrado, realizan los circuitos 1, 2 y 3 que representan la unión de los conjuntos de nuestro ejemplo (fig. 64).

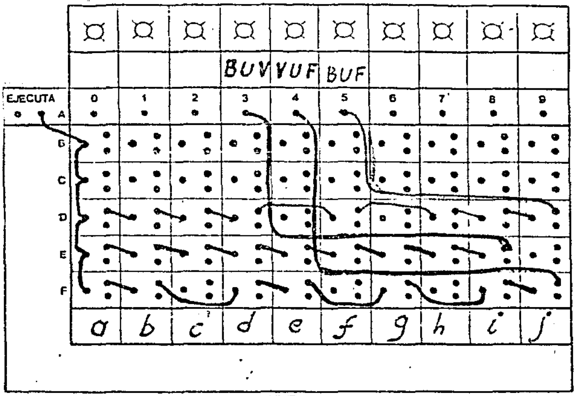


Fig. 64

En la segunda parte, hacen los circuitos (el alambrado) restantes que corresponden a la intersección de los conjuntos (B, V, F). En la figura 65 se muestra ésto:

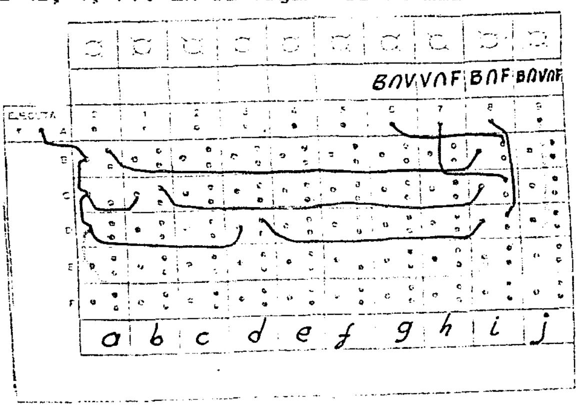


Fig. 65

Cuando los niños se inician en el diseño de los alambrados, los dos esquemas anteriores los implementan por separado en la computadora de juguete; sin embargo, cuando ya han adquirido práctica para diseñar la solución de un problema determinado, en un solo esquema realizan el alambrado correspondiente a la solución.

Después de implementar cualquier alambrado, en la computadora de juguete, se le pide al niño que se cerciore que ha colocado los alambres correctamente y que verifique que los interruptores están hacia abajo. Ahora todo está listo para empezar a jugar.

Así, al proporcionar una combinación de datos (nombre de los jugadores) subiendo o bajando los interruptores, la computadora le indica si la combinación dada corresponde o nó a la unión de dos conjuntos (formados considerando los tres conjuntos originales: B, V, F y que son BUV, BUF, VUF).

Por ejemplo, si el niño elige los datos a, b, c, d, e, f, g, h, i; la computadora mostrará que estos elementos forman el conjunto BUV, es decir, Antonio, Bernardo, Carlos, David, Enrique, Francisco, Gustavo, Hilario e Isidro están en el equipo de Basketbol o en el de Volibol.

De manera similar, el alambrado de la fig. 65 indicará si la combinación o el dato proporcionado forma alguno de los conjuntos obtenidos de la intersección de dos o tres conjuntos que se pueden formar con los conjuntos B, V y F ($B \cap V$, $V \cap F$, $B \cap F$, $B \cap V \cap F$).

Por ejemplo, si el dato que se elige es "i" la computadora de juguete, mostrará que este dato forma el conjunto $B \cap V \cap F$, es decir, que Isidro es el único jugador que participa en los tres equipos (Basketbol, Volibol, Futbol).

El siguiente juego planteado permitirá, a los niños, asociar la unión, intersección y complemento de conjuntos, con una representación gráfica usando diagramas de Venn.

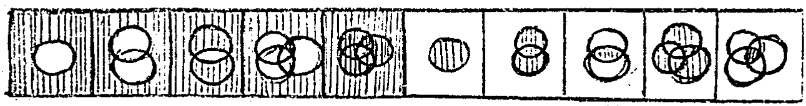
Consiste en lo siguiente:

Dados tres conjuntos (A, B, C) y la operación de unión, intersección y complemento como datos obtener, como resultado, la representación (de izquierda a derecha) de: un conjunto (foco 0), unión de dos conjuntos (foco 1), intersección de dos conjuntos (foco 2), unión de tres conjuntos (foco 3), intersección de tres conjuntos (foco 4), complemento de un conjunto (foco 5), complemento de la unión de dos conjuntos (foco 6), complemento de la intersección de dos conjuntos (foco 7), complemento de la unión de tres conjuntos (foco 8) y complemento de la intersección de tres conjuntos.

Las tiras de entrada y salida son, respectivamente:

CONJUNTO A	CONJUNTO B	CONJUNTO C				UNION	INTERSECCION	COMPLEMENTO	

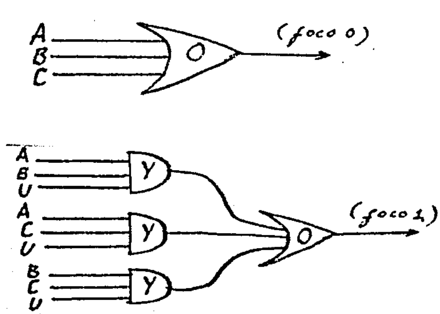
Tira de entrada

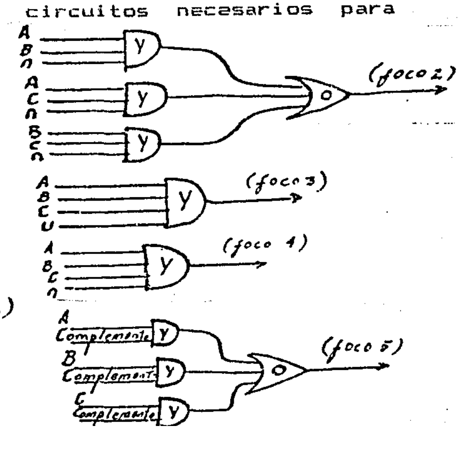


Tira de salida

Fig. 66

Con los resultados que se desean obtener y que hemos señalado, el niño diseña los circuitos necesarios para realizar el programa (fig. 67).





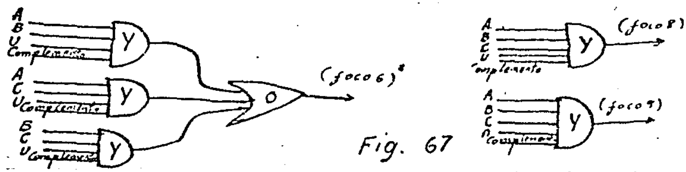


Fig. 67

El siguiente paso es implementar los circuitos en la computadora de juguete, como lo muestran los siguientes esquemas (figs. 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78).

Para el foco O, el alambrado correspondiente es éste (fig. 68).

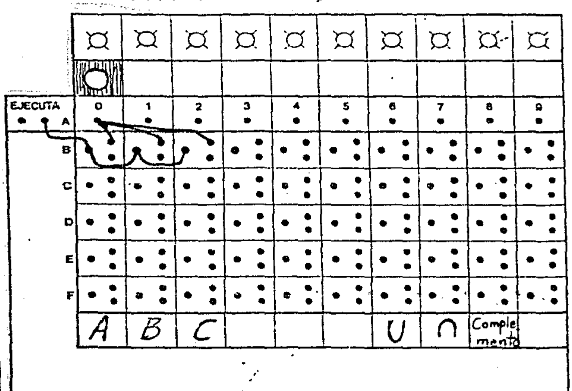


Fig. 68

Circuito O con tres entradas (A, B, C). Representación de un conjunto con diagramas de Venn.

---

* El circuito asociado al foco 7 es similar al 8 intercambiando una de la entradas (por ∩).

Para la representación de dos conjuntos, con diagramas de Venn, tenemos (fig. 69):

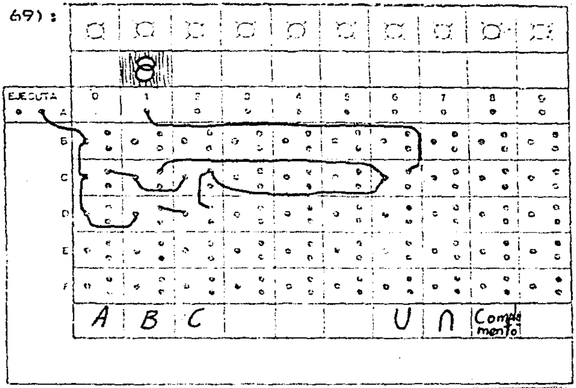


Fig. 69. Circuito resultado de combinar circuitos Y y O.

El alambrado para el circuito correspondiente a la intersección de dos conjuntos se muestra en la fig. 70.

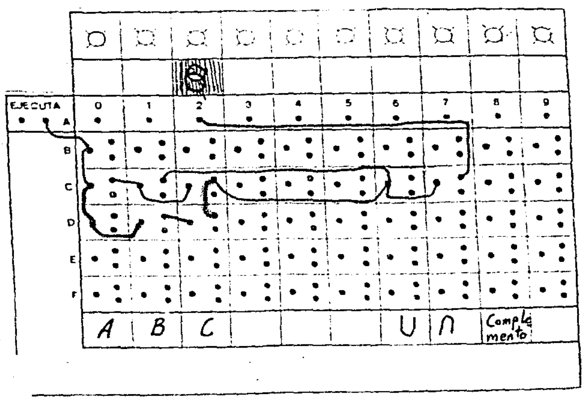


Fig. 70

Para el foco 3 (unión de tres conjuntos) tenemos este alambrado (fig. 71).

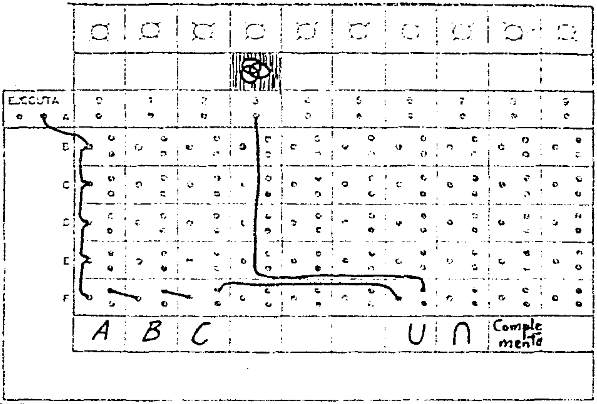
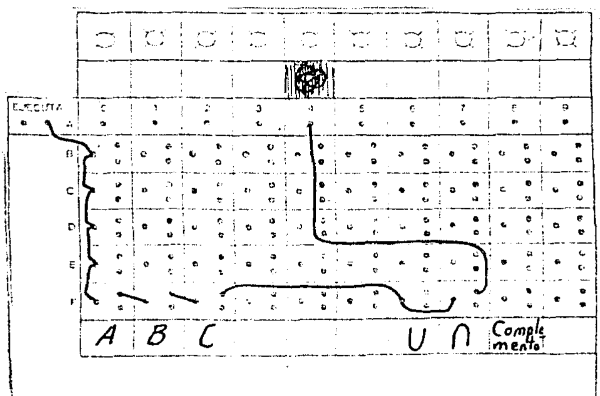


Fig. 71

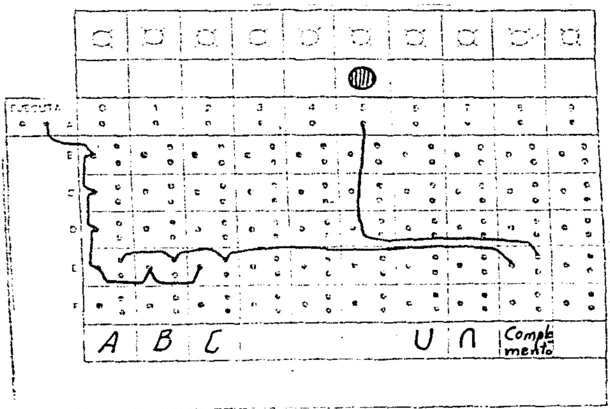
Asociado al foco 4 encontramos el circuito Y con 4 entradas diseñado en el esquema 72. Representa la intersección, con diagramas de Venn, de tres conjuntos.

Fig. 72



El alambrado asociado al foco 5, representación del complemento de un conjunto, es realizado por los niños como se observa en la figura 73.

Fig. 73



Para el foco 6 el alambrado es el siguiente (fig. 74).

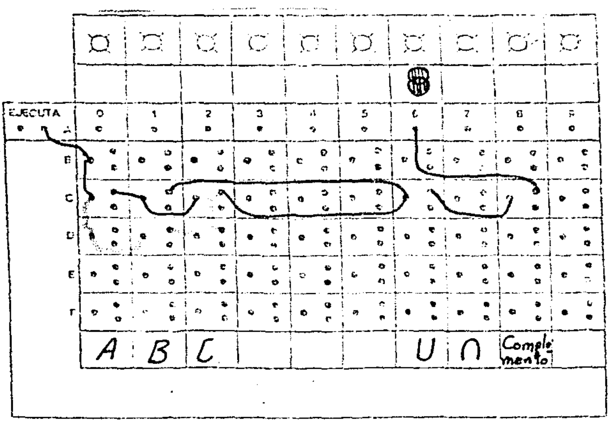


Fig. 74

El alambrado asociado al foco 7, representación del complemento de la intersección de dos conjuntos, es el siguiente (fig. 75)

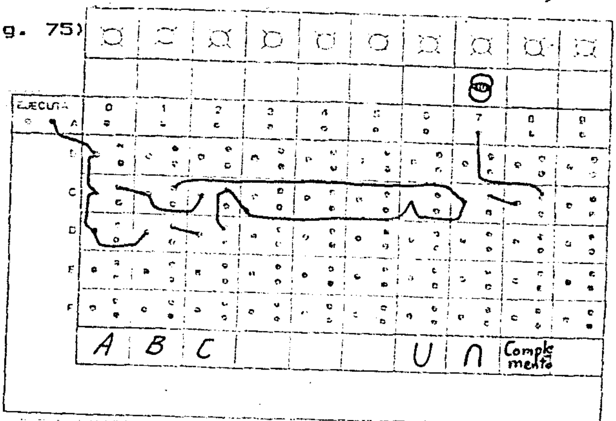


Fig. 75

Los programas correspondientes al foco 8 (fig. 76) y al foco 9 (fig. 77) representan, respectivamente, el complemento de la unión de tres conjuntos y el complemento de la intersección de tres conjuntos.

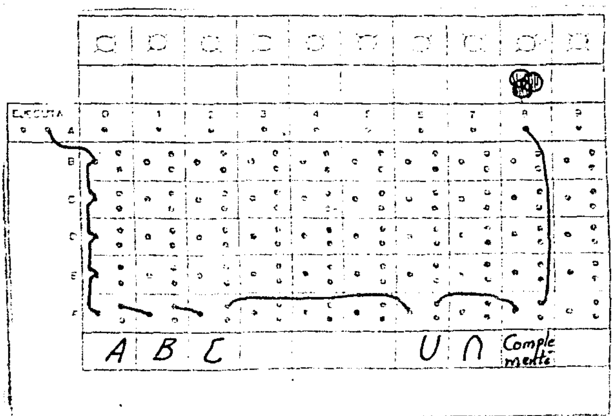


Fig. 76

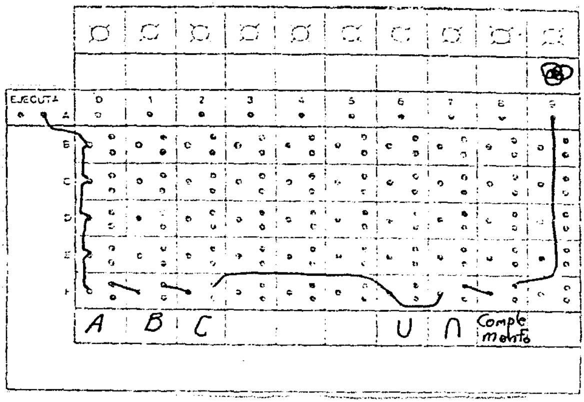


Fig. 77. Circuito Y con 5 entradas.

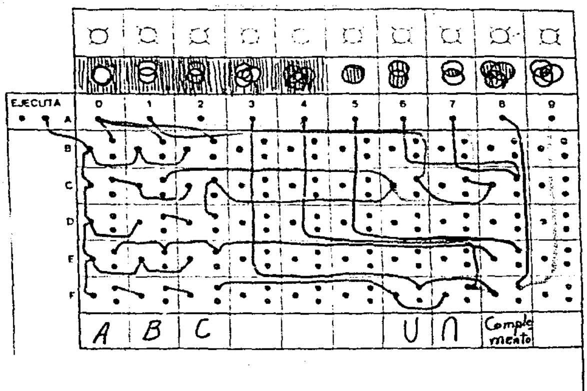


Fig. 78

Hemos tratado las operaciones básicas (Unión, Intersección y complemento) por medio de un solo ejemplo. Cabe aclarar que en ningún momento pensamos que con un solo ejemplo, los niños puedan manejar estos conceptos de manera natural; sin embargo, creemos que el instructor puede proponer juegos (situaciones lógicas) claras y ejemplificativas al respecto.

Mencionemos a Dienes y Golding en sus libros: Los primeros pasos de la Matemática (Conjuntos, Números y Potencias. Lógica y Juegos Lógicos) ; así como también a Glaymann y Rosembloom en "La lógica en la escuela" quienes hacen un análisis de los resultados obtenidos en su trabajo de investigación didáctica en la escuela primaria; presentando diversos juegos lógicos y las respuestas que a éstos tienen los niños. Estos juegos implican una serie de propiedades de la Lógica y las Matemáticas, especialmente Conjuntos.

Se llevan a cabo mediante la acción, dejando de lado la abstracción, sin perder por eso su importancia y en cambio, se persigue educar el pensamiento lógico que, sin lugar a duda, llevará al niño a una mejor integración en la sociedad y al descubrimiento del mundo en forma eficaz.

Por lo anterior, proseguiremos enunciando algunas propiedades de los Conjuntos y como se pueden comprobar y afianzar éstas, mediante programas (alambrados) implementados en la computadora de juguete.

4.2.3. Propiedades de los Conjuntos.

1) "La unión de un conjunto y su complemento es igual al conjunto universal".

Si A es un conjunto, tenemos que:

$A \cup \bar{A} = 1$*

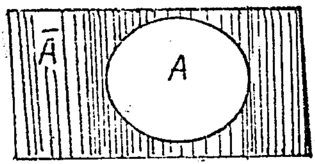


Fig. 79

2) "La unión e intersección de dos conjuntos es Conmutativa".

Si A y B son dos conjuntos, entonces,

$A \cup B = B \cup A$

$A \cap B = B \cap A$

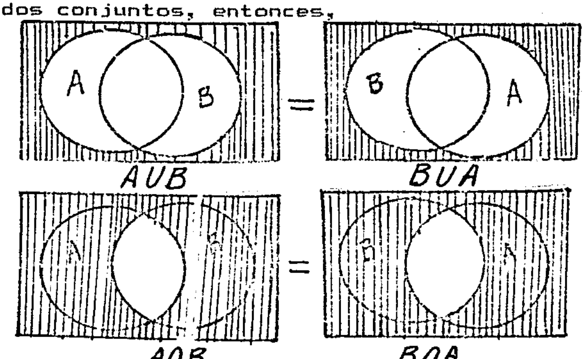


Fig. 80

* El 1 representa al Conjunto Universo

3) "La unión e intersección de un conjunto con él mismo es igual al conjunto dado".

$A \cup A = A$

$A \cap A = A$

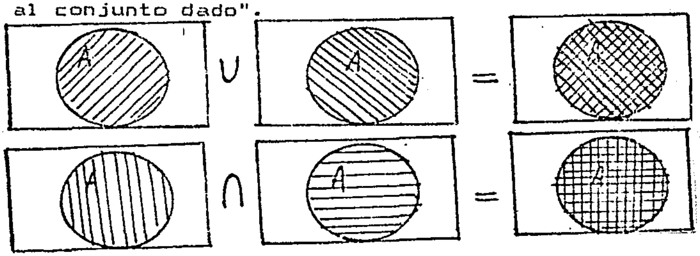


Fig. 81.

4)

$A \cup (A \cap B) = A$

$A \cap (A \cup B) = A$

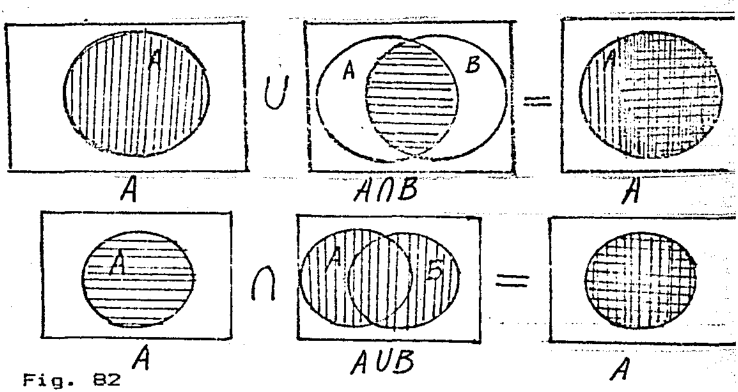


Fig. 82

Estas últimas propiedades, aunque parecen más complicadas son fáciles de comprobar utilizando diagramas de Venn.

Antes de proseguir, mencionando algunas propiedades más de conjuntos, proponemos el siguiente programa que resume las propiedades anteriores; las cuales son:

$A \cup B = B \cup A$

$A \cap B = B \cap A$

$A \cup A = A \qquad\qquad B \cup B = B$

$A \cap A = A \qquad\qquad B \cap B = B$

$A \cup (A \cap B) = A$

$A \cap (A \cup B) = A$

Los datos se indican en la tira de entrada como lo muestra la fig. 83.

A	B		U	∩		A	B	(AUB)	(A∩B)

Fig. 83

Y, los resultados en la tira de salida (fig. 84):

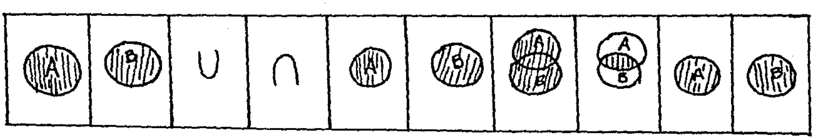


Fig. 84

Los circuitos para realizar el alambrado que cumple con las propiedades mencionadas son diseñados por el niño como se indica (fig. 85). Los primeros 6 focos muestran que datos se están utilizando.

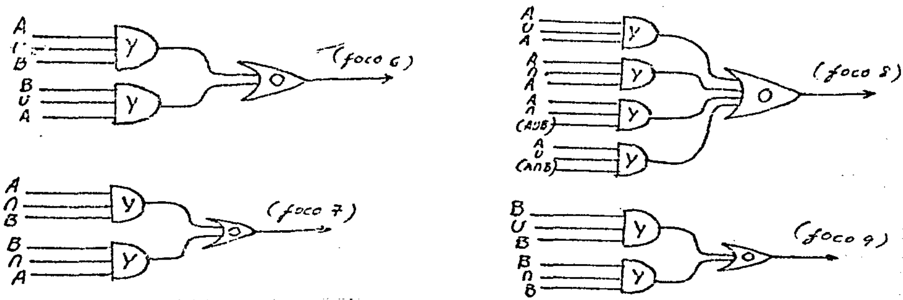


Fig. 85

Para los primeros 6 focos (del 0 al 5) el alambrado es éste (fig. 86).

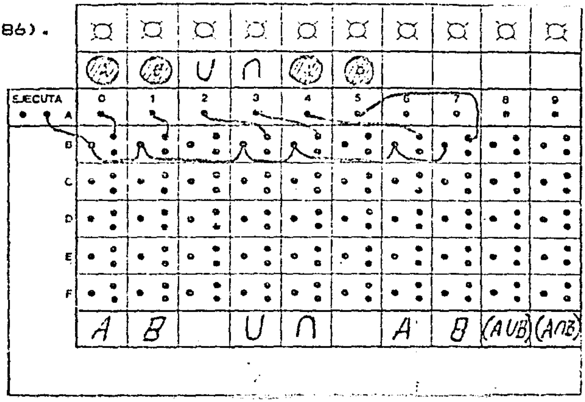


Fig. 86

Los circuitos diseñados para los focos 6, 7, 8, 9 son realizados como se observa en las figuras 87, 88, 89, 90.

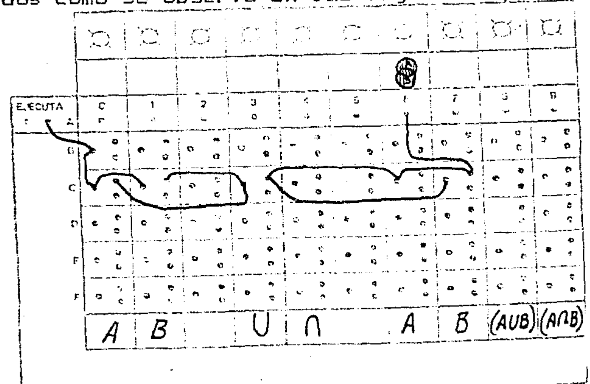


Fig. 87

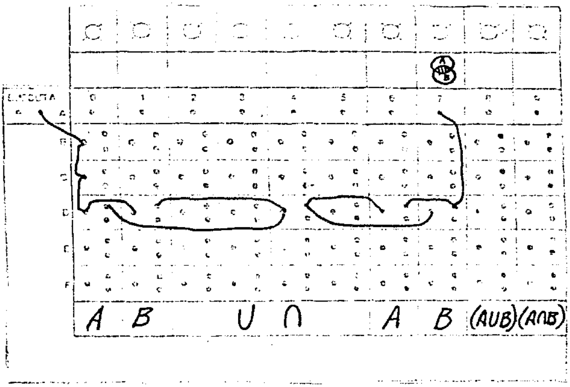

EJECUTA
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
A
B
C
D
E
F
A
B
U
∩
A
B
(AUB)
(A∩B)

Fig. 88

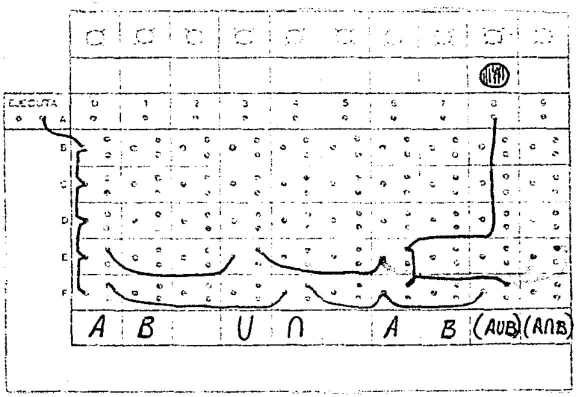

EJECUTA
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
A
B
C
D
E
F
A
B
U
∩
A
B
(AUB)
(A∩B)

Fig. 89

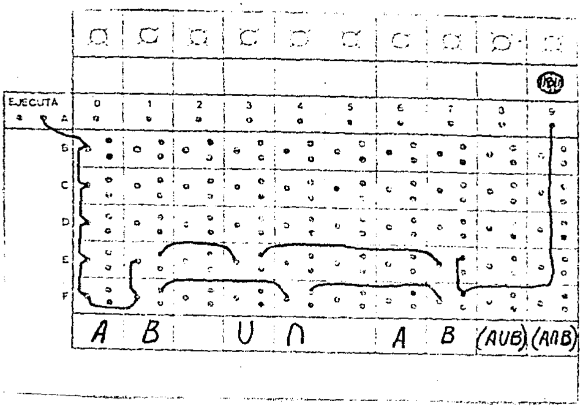


Fig. 90

El programa (alambrado), uniendo los esquemas anteriores es el siguiente (fig. 91):

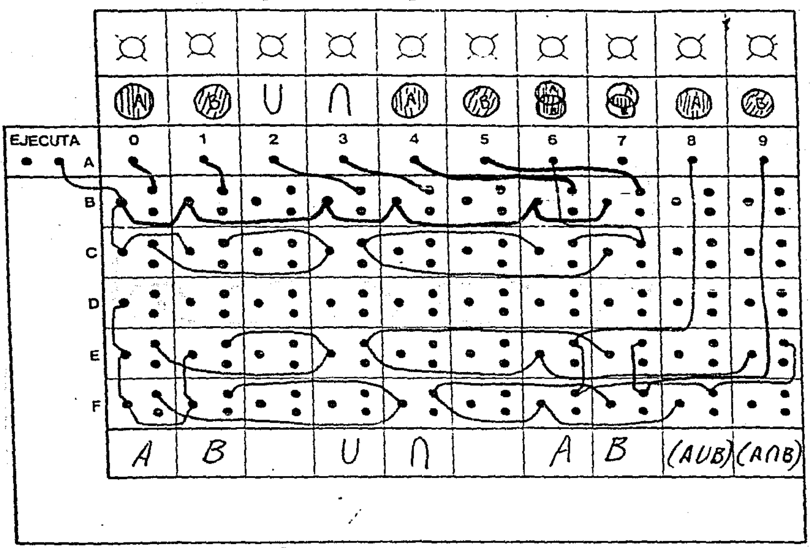


Fig. 91

El Conjunto Vacío.

El conjunto vacío es aquel que no tiene ningún elemento. Regresemos al primer ejemplo y consideremos aquellos niños que juegan Beisbol. En este caso, el conjunto formado por los niños que juegan Beisbol es el CONJUNTO VACIO.

El conjunto vacío se simboliza por $\emptyset$.

Otro ejemplo sería el siguiente: Tomemos como conjunto Universo los niños del salón de clases "Y" y formemos el conjunto de todas las personas qque tienen cien años. Es obvio. que el conjunto considerado es el vacío.

Veamos algunas propiedades más de los Conjuntos:

$\bar{B}$(*) es el conjunto formado por los niños que no juegan BasKetbol.

Así, los elementos comunes a $\bar{B}$ y B no existen, es decir,

$$B \cap B = \emptyset$$

Se cumple que para todo conjunto A,

$$A \cap \bar{A} = \emptyset$$

¿Qué pasa con la intersección de un conjunto dado A y el conjunto vacío ?

Como el conjunto vacío no contiene elementos y la intersección de conjuntos está formada por los elementos comunes a dichos conjuntos, el nuevo conjunto obtenido es el conjunto vacío, ésto es,

$$A \cap \emptyset = \emptyset$$

y, además, la "reunión" de los miembros de un conjunto A dado y el conjunto vacío, que no tiene elementos, es igual al conjunto A.

(*) $\overline{B}$ denota el complemento de B. El complemento de un conjunto es la diferencia entre el conjunto universal el conjunto considerado.

El conjunto Universal.

Sabemos ya que el conjunto universal está integrado por todos los elementos de una población en estudio. Entonces, si consideramos un subconjunto, llamémosle A, del conjunto Universal y tomamos la unión de éstos; este nuevo conjunto es el CONJUNTO UNIVERSO.

$A \cup 1 = 1$

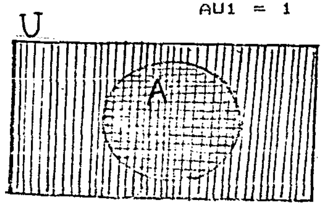


Fig. 92

En nuestro ejemplo, U es el conjunto de los niños de la escuela "Z" que juegan Basketbol, Volibol y Futbol. Sea B el conjunto de los niños que juegan Basketbol, $B \subset U$(*), entonces,

$$B \cup 1 = 1$$

(*) $B \subset U$ se lee " B es subconjunto de U" o "B está contenido en U".

Y, además,

$$B \cap 1 = B$$

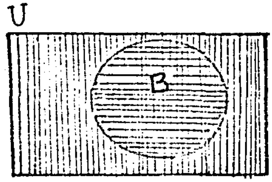


Fig. 93

Así, dado A subconjunto de U tenemos que:

$$A \cup 1 = 1$$

$$A \cap 1 = A$$

Conjuntos Complementarios.

El complemento de un conjunto es la diferencia entre el conjunto universal y dicho conjunto.

Si A es un conjunto, el complemento de A es $\bar{A}$.

Y, el complemento de $\bar{A}$ ($\bar{\bar{A}}$) es A, es decir,

$$(\bar{\bar{A}}) = A$$

Además,

" el complemento del conjunto universal, es decir, la diferencia entre el conjunto universal y él mismo, es igual al conjunto vacío".

$$\bar{1} = \emptyset$$

Y,

" el complemento del conjunto vacío es el conjunto universal".

$$\bar{\emptyset} = 1$$

Sugerimos a los niños que diseñen un programa que maneje y compruebe las nuevas propiedades vistas.

El niño elabora una lista con las propiedades que se van a manejar.

$$\bar{A} = A$$

$$A \cap \bar{A} = \emptyset$$

$$A \cup \bar{A} = 1$$

$$A \cup \emptyset = A$$

$$A \cap \emptyset = \emptyset$$

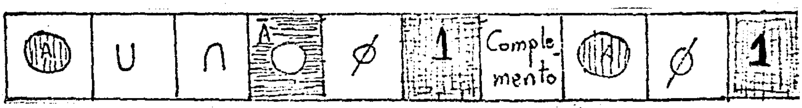
$$A \cup 1 = 1$$

$$A \cap 1 = A$$

$$\bar{1} = \emptyset$$

$$\bar{\emptyset} = 1$$

Enseguida, establece los datos de entrada y salida, especificándolos en el esquema de alambrado, como se muestra en la fig. 94.



Tira de entrada

A		U	∩		$\bar{A}$	∅	1		COMPLEMENTO

Tira de salida Fig. 94

Después, realiza los circuitos necesarios para la implementación del alambrado en la computadora de juguete.

Cabe aclarar que los primeros 7 focos muestran qué datos se están metiendo (necesitan solo una entrada), por lo que estos circuitos son sencillos; mientras que los tres últimos focos necesitan circuitos resultado de la combinación de circuitos Y, O.

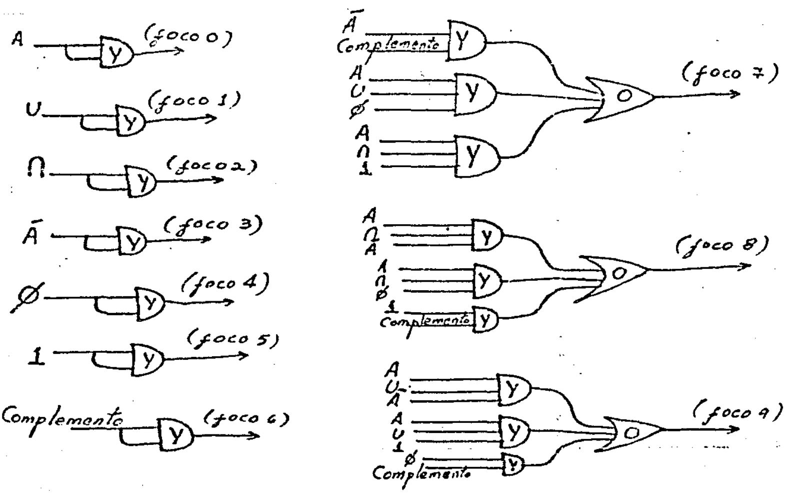
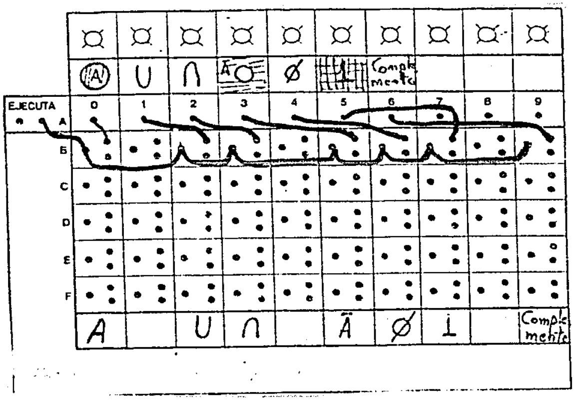


Fig. 95

Separando el programa, los niños muestran como implementan los circuitos diseñados previamente.

1a. PARTE.
Programa que indica los datos que se están metiendo.

Fig. 96



2a. PARTE.
Implementación del circuito, que aparece en la fig. 90, asociado al foco 7.

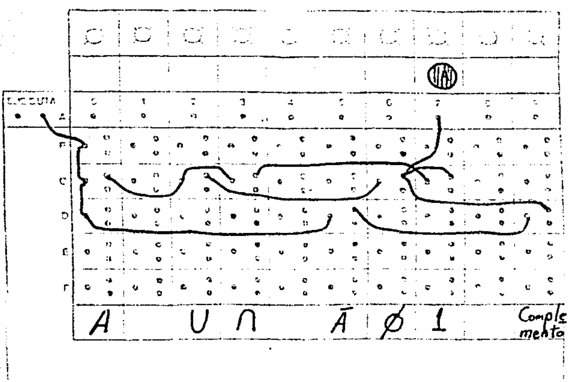


Fig. 97

3a. PARTE.
Alambrado del circuito asociado al foco 8.

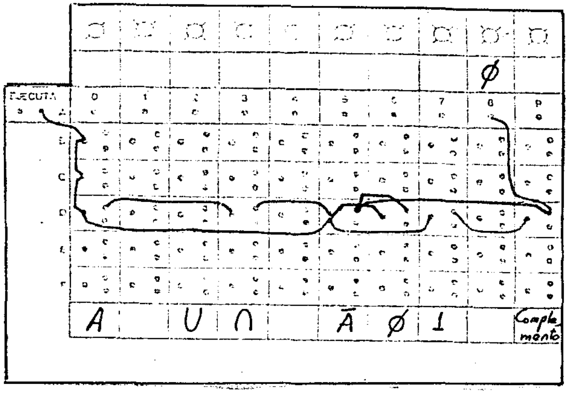
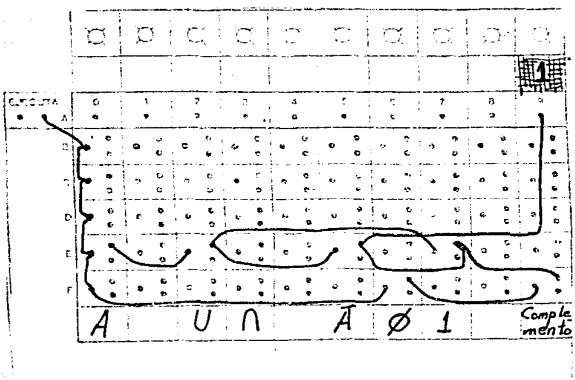


Fig. 98



4a. PARTE.
Circuito correspondiente al foco 9.

Fig. 99

Y, finalmente, efectúa el esquema de alambrado, uniendo los esquemas anteriores (fig. 100).

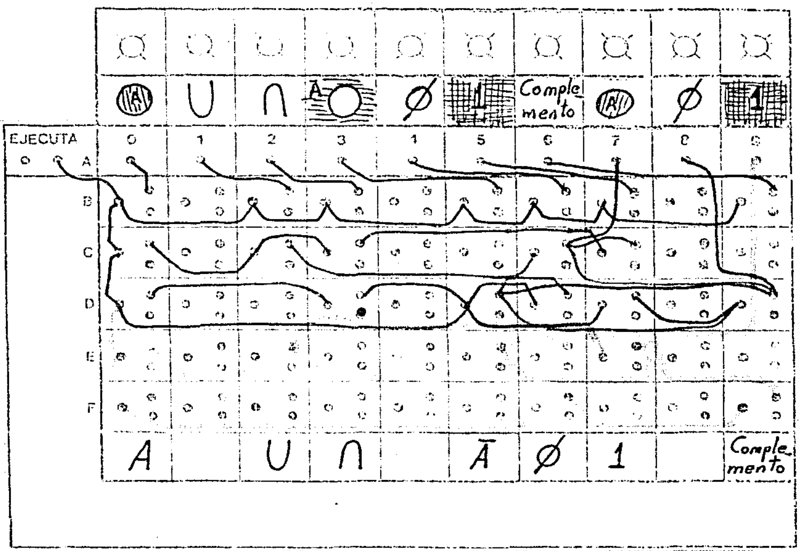


Fig. 100

Leyes de D'Morgan.

i) $(\overline{A\cup B}) = \bar{A}\ \bar{B}$

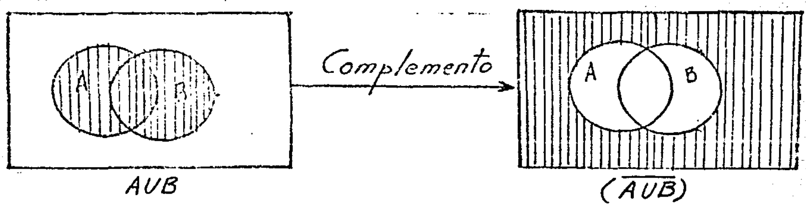
ii) $(\overline{A\cap B}) = \bar{A}\cup\bar{B}$

Estas propiedades de los conjuntos, que deben su nombre a Augusto de D'Morgan, presentan cierta dificultad en su entendimiento.

Los diagramas de Venn resultan de gran utilidad para comprenderlas.

i) $(\overline{A\cup B}) = \bar{A}\cap\bar{B}$

Por un lado tenemos,



Y,

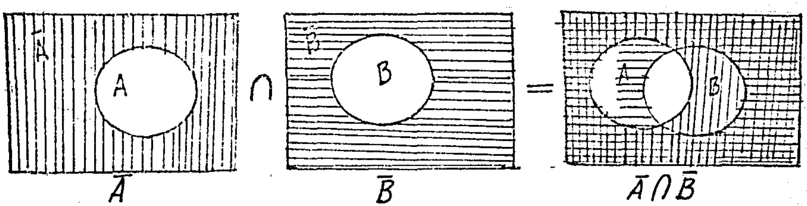


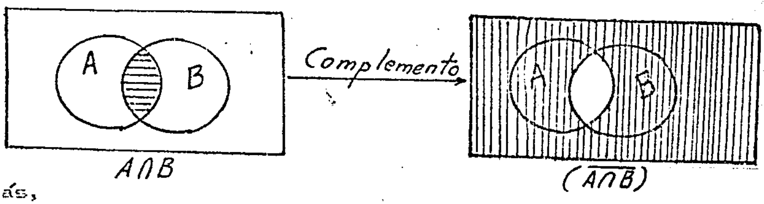
Fig. 101

Comparando los diagramas anteriores, observamos que la propiedad (i) se cumple.

En forma similar comprobamos que:

ii) $(\overline{A \cap B}) = \bar{A} \cup \bar{B}$

Así,



y además,

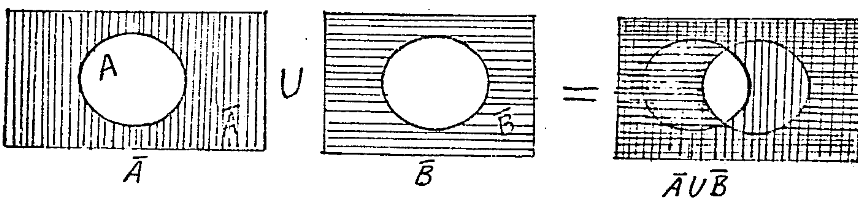


Fig. 102

por lo tanto (ii) es cierta.

Con el programa del esquema 103, realizado en la computadora de juguete, el niño podrá comprobar y utilizar estos resultados.

Dienes y Golding presentan diversos ejemplos, usando bloques lógicos, en los que conducen al niño al descubrimiento de las reglas de De Morgan.

Esto lo describen, claramente, en su libro y concluyen que las leyes de D'Morgan tienen esta interpretación:

> "...cada vez que formamos un conjunto recurriendo al "o" obtenemos un conjunto complementario al que podemos definir por "y" e inversamente. Todo conjunto definido con el "y" tiene por complemento un conjunto definido por "o", mientras que todo conjunto definido por 'o' tiene un complemento en "y"....."(5)

Hay otras propiedades de conjuntos que no trataremos aquí; aunque se puede hacer, ya sea con ejemplos ilustrativos llevados a su representación con diagramas de Venn o con programas realizados en la computadora de juguete que respondan a estos ejemplos.

En las tiras (de entrada y salida), usamos letras mayúsculas para presentar conjuntos; por lo que para crear situaciones reales es necesario fijar, con ejemplos variados, un significado para cada uno de estos conjuntos que permita tener una visión más amplia de estas propiedades, que al fin y al cabo, han sido usadas por el pensamiento del hombre en forma natural.

Interruptor=( )

Posición inferior=($\overline{\ \ }$)

Posición superior=( )

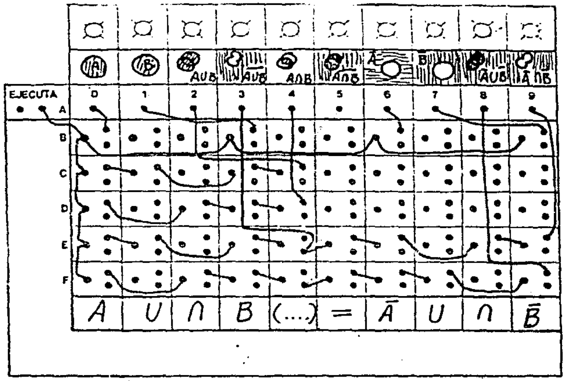


Fig. 103

Los circuitos necesarios para la realización del alambrado son los siguientes (fig. 104):

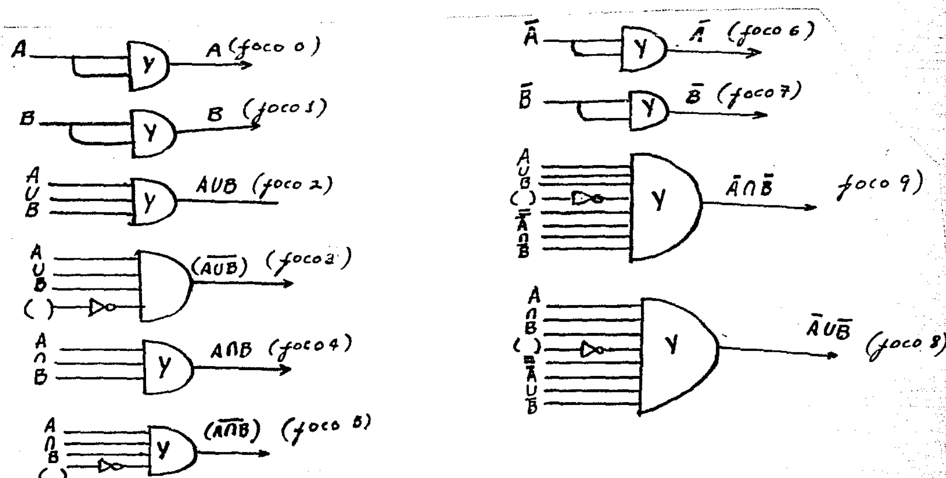


Fig. 104

(1) NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS, Conjuntos, Trillas, México No. 1 1980, p. 9, 10

(2) DIENES, Z. P. / E. GOLDING. Conjuntos , Números y Potencias. Los primeros pasos en Matemática, Teide Barcelona No.2 1980 p. 7, 8

(3) SANTALO, LUIS A. La educación matemática, hoy. Colección hay que saber. Teide Barcelona 1981, p. 50

(4) SANTALO, . . .Op. cit. p. 49

CAPITULO 5.- ANALISIS DESDE EL PUNTO DE VISTA PEDAGOGICO

> "El alumno debe participar del aprendizaje, debe sentirse motivado por los problemas, y debe intentar resolverlos por sí mismo.......... los conocimientos no deben ser embuchados a presión sino adquiridos a través de la curiosidad del niño, el cual afortunadamente tiene siempre curiosidad por cualquier cosa que le sea presentada adecuadamente". (1)

En este punto trataré de proporcionar las bases teóricas que hacen de la computadora de juguete y de la forma en que ésta es presentada a los niños, un método de valor en la adquisición de la "cultura matemática", indispensable en la formación del individuo dentro de una sociedad cada vez más compleja.

Sobre la significación e importancia del juego, se han realizado diversos estudios.

Uno de ellos fué hecho por Karl Gross basado en el juego y la actividad animal. Gross dice que el juego es un ejercicio preparatorio, útil en el desarrollo físico del organismo.

En el animal, al igual que en el hombre, la práctica del juego se lleva a cabo cuando han satisfecho sus necesidades primarias: alimentación y protección.

Sin embargo, el juego en el animal se realiza sin perseguir ningún fin específico: "no representa un acto instintivo deseoso de alacanzar una meta, sino un ir y venir, un comenzar e interrumpir, un avanzar y retroceder"(2); mientras que en el hombre, el juego es una práctica importante en "el desarrollo de las percepciones, inteligencia, tendencias a la experimentación, instintos sociales, etc."(3).

Por otro lado, Jaulin Robert mediante un estudio etnotecnológico del juego obtuvo resultados importantes entre los que sobresalen cuatro aspectos:

1.- El juguete dice algo distinto que él mismo y remite a la totalidad cultural y tecnológica que lo ha engendrado.

2.- No es necesario que exista el objeto-juguete para que el juego se dé. Mediante encuestas a personas, sobre los juegos que realizaban en la infancia concluyó lo anterior.

3.- Al excluirse al niño de la concepción y fabricación del juguete que utiliza, éste resulta extraño y pierde toda su significación. Por ello es primordial que el niño participe en la construcción del juguete que utiliza, pues al hacerlo está depositando una carga afectiva que lo hará sentirse unido a éste. También subraya la importancia de la madera como material ideal en la construcción del juguete.

4.- Señala además, la importancia de la actividad colectiva en la construcción del objeto-juguete (se dá la creatividad colectiva).

Ahora hablaré de los estudios que Jean Piaget realizó acerca del juego con base en el desarrollo del pensamiento.

Piaget divide el juego en tres etapas. Estas etapas están condicionadas a la distribución que hace de las estructuras mentales.

Primera Etapa: "JUEGO SENSOMOTOR"

En esta etapa los juegos del niño consisten, esencialmente, en actividades motrices (movimientos) y desarrollo de los sentidos, es decir, se caracteriza por la manipulación de objetos. Esta etapa correspondiente al primer periódo (sensomotriz) que abarca desde el nacimiento hasta los dos años.

Segunda Etapa: "JUEGO SIMBOLICO"

En esta etapa surge el juego simbólico (juego de imitación e imaginación). El niño transforma la realidad en función de sus deseos, es "una asimilación deformadora de lo real al yo"(4). Ejemplo: juego de muñecas, comiditas, etc.

Esta etapa está asociada al segundo periódo (preoperacional). Dura hasta los siete años. Se caracteriza por tres modificaciones generales de la conducta: socialización, pensamiento e intuición. Aparece el lenguaje.

Tercera Etapa: "JUEGO DE REGLAS"

Es en esta etapa donde aparece el juego con reglamento. Cada juego posee una serie de reglas fijas que se respetan. Esta etapa está relacionada con el tercer periódo (operaciones concretas) y comprende de los 7 a los 11 años.

Aparecen los sentimientos morales y sociales de cooperación (se observa progreso en la socialización).

En el último periódo el juego con reglas sigue estando presente; sólo que ahora el niño tiene la capacidad de reflexionar y por lo tanto de cuestionar y modificar las reglas, de acuerdo con los intereses del grupo (sus compañeros y él).

Por lo anterior, el juego se encuentra íntimamente ligado al aprendizaje; resultando ser un recurso útil en la enseñanza de cualquier ciencia; en particular, de las Matemáticas.

El uso de la computadora de juguete, por los niños, a la edad de 11 años en adelante (cuando es capaz de respetar reglas y efectuar operaciones de abstracción), tiene diversas aportaciones en la formación integral del niño.

Al intervenir en la construcción del juguete, el niño está desarrollando su creatividad (se está manifestando como sujeto creador). Además está depositando una carga afectiva al participar, de manera activa, en la elaboración del juguete.

Esta actividad se realiza en grupos de dos o tres niños (proceso de socialización). Se efectúa intercambio de ideas y se dá el respeto a sus compañeros. Así como también, se está enfrentando con aquello que la vida le impone.

Aunado a ésto, está desarrollando hábitos de razonamiento de una manera natural y efectiva; al encontrarse, entre otras cosas, libre del temor al maestro, a sus compañeros y a las calificaciones, es decir, APRENDE JUGANDO.

En conclusion, podemos afirmar que:

ENI, "La computadora de juguete" es un juguete didáctico.

En los niños menores de 11 años, la construcción de la computadora de juguete permite el desarrollo de la motricidad; pues pinta y pega madera, pinta empaques, etc. Así como también desarrollan su creatividad y depositan una carga afectiva que los identifica con su juguete.

Al llevar a cabo esta actividad en grupo, se observa un proceso de socialización. El niño, además, respeta las reglas establecidas sobre la forma de jugar con su computadora de juguete.

En los niños de 11 años en adelante, además de respetar el juego con reglas y darse un progreso en el proceso de socialización, son capaces de reflexionar efectuando operaciones de abstracción; ésto les permite plantearse juegos, encontrar posibles soluciones e implementarlos en la computadora de juguete. De esta manera, están desarrollando hábitos de razonamiento que los llevará a la adquisición del sentido mantemático al que nos hemos referido anteriormente.

CITAS

1.- SANTALO, LUIS A. _La educación matemática, hoy_ México, Teide, 1980 (hay que saber, s/n), pag. 22

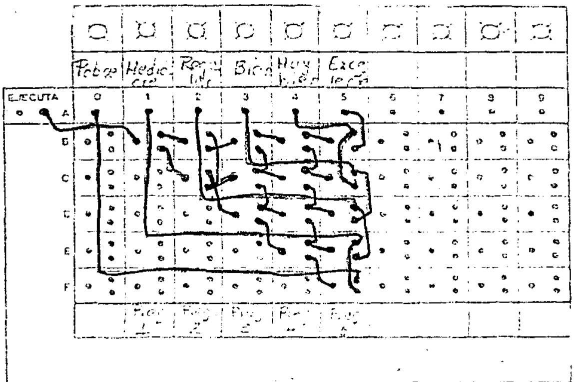
2.- BALLY, GUSTAV _El juego como expresión de libertad_ México, FCE, 1980 pag. 50

3.- PIAGET, JEAN _Psicología y Pedagogía_ México, Ariel, 1985

4.- PIAGET, JEAN _Seis estudios de Psicología_ México, Planeta, 1985 pag. 40

CONCLUSION

Este es el esquema de alambrado:



ESQUEMA 2

Las reglas del juego son estas:

Si tu invitado elige la opción colocada en la columna 1, debe poner los interruptores correspondientes a esa pregunta en sus posiciones superiores.

Si escoge la opción de la columna 2, los interruptores deben estar hacia abajo.

En conclusión, creemos que a pesar de lo logrado con la computadora de juguete, todavía queda mucho por hacer.

No debemos olvidar que este dispositivo fué diseñado para jugar y que, al mismo tiempo, fuesen los niños quienes la construyesen. De aquí, su sencillez y las grandes limitaciones (acepta, a lo más, diez datos de entrada, la memoria se "borra", los cálculos no son grandes ni muy complicados, muestra a lo más diez datos de salida, etc.) que, en comparación con una computadora real, posee.

Sin embargo, una de las propuestas que hacemos es introducir este juguete en la escuela primaria, en un taller, donde los niños puedan construirla y APRENDER JUGANDO.

El "aprender jugando" lo hace, como vimos anteriormente, planteando juegos o problemas (situaciones lógicas) y diseñando la solución de éstos mediante un alambrado que, posteriormente, es implementado en la computadora de juguete.

Es importante que el instructor sugiera problemas de la vida común, donde los niños utilicen su intuición e inventiva para encontrar los mejores métodos para resolverlos.

Cuando proponemos, en el capítulo 4, la enseñanza de la teoría de Conjuntos, usando la computadora de juguete; en ningún momento, nuestro interés ha sido (como lo refleja la forma de presentarla) que los niños conozcan a fondo la teoría respectiva sino más bien educar la intuición para que en lo futuro no parezcan, las matemáticas en particular, cosas caprichosas y embuchadas a presión.

Otro tema que se puede introducir y afianzar con la ayuda de este juguete es: Estadística y Probabilidad, buscando siempre situaciones apropiadas para plantear juegos relacionados con estas teorías y con la misma idea expuesta en el párrafo anterior, es decir establecer y afianzar sólo, las bases de dichas teorías.

La importancia de la Probabilidad y la Estadística reside en que son disciplinas de interés actual, y a veces son fundamentales en casi todas las ramas del conocimiento y en muchos quehaceres de la vida ordinaria. Necesitan probabilidades, el ejecutivo para tomar decisiones (teoría de la decisión), el comerciante y el industrial para el control de calidad y análisis del mercado, el agricultor para la experimentación de cultivos, el ciudadano común para entender los fundamentos de los seguros y las encuestas.

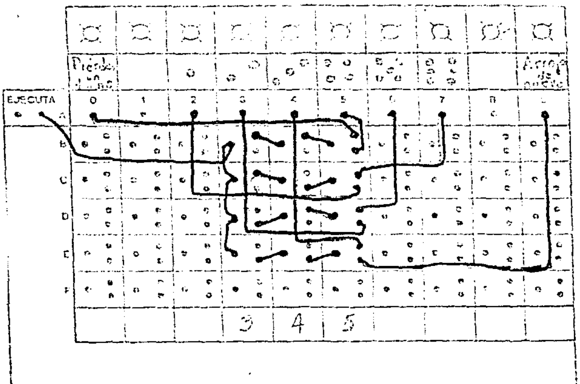
Es claro que, para la introducción de este juguete en la escuela primaria, es necesaria la colaboración de maestros entusiastas para dirigir y buscar la mejor forma de presentar estos principios, de tal manera que los niños asimilen con naturalidad los conocimientos expuestos, iniciando con experiencias sencillas y, después, introduciendo, poco a poco, ejemplos cada vez mas complicados.

Para ésto, es indispensable que la profesion del maestro sea cuidada y valorizada. Aún cuando, hasta nuestros días, la misión del maestro ha sido, realmente, considerada sin importancia, es fundamental que este punto de vista cambie; ya que es el maestro del cual depende en gran parte, la educación y, en consecuencia, el futuro de la sociedad.

Finalmente, a pesar de los logros obtenidos con este juguete, pensamos que para conseguir óptimos resultados sobre este trabajo es necesario realizar una investigación profunda y queda aún, mucho camino por recorrer en cuanto a enseñanza de las Matemáticas se refiere.

PARTIDO DE DADOS

ENI puede ayudarte a jugar dados en un partido en el que pueden participar una, dos o tres personas. Para ello alambra tu computadora de la siguiente manera:



ESQUEMA 1

En este juego se utilizan las tres columnas centrales del tabero marcadas con los números 3, 4 y 5. Antes de iniciar todos los interruptores deben estar abajo. Los jugadores podrán mover una sola columna por tirada llevando los interruptores a sus posiciones superiores e inferiores.

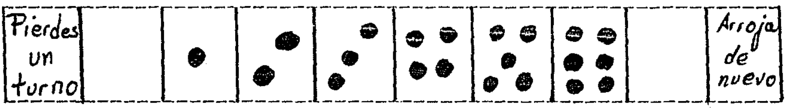
¡Aquí NO es necesario regresarlos a las posiciones antes de cada tirada!

Si en tu tirada se prende el foco del letrero "pierdes el turno" debes dejar de tirar al siguiente jugador. Si por el contrario se enciende el letrero "arroja de nuevo", debes realizar una nueva tirada.

Anota los tantos que cada jugador obtenga.

El primero que llegue a cincuenta puntos gana.

Esta es la tira de salida que necesitas hacer.



APENDICE I

UNA PRUEBA INTERESANTE

Para que te puedas divertir con este juego, invita a algunos familiares o amigos.

Les harás un pequeño cuestionario de 5 preguntas, y con la ayuda de ENI podrás darles el resultado del examen.

Así se darán cuenta si necesitan estudiar un poco más.

Aciertos		Calificación
0	------------->	POBRE
1	------------->	MEDIOCRE
2	------------->	REGULAR
3	------------->	BIEN
4	------------->	MUY BIEN
5	------------->	EXCELENTE

Te sugerimos estas 5 preguntas .

1. ¿En qué año, Colón descubrió América?

2. ¿Cuál es el planeta más cercano a la Tierra?

3. ¿Quién inventó el teléfono?

4. ¿Con qué medimos la velocidad del viento?

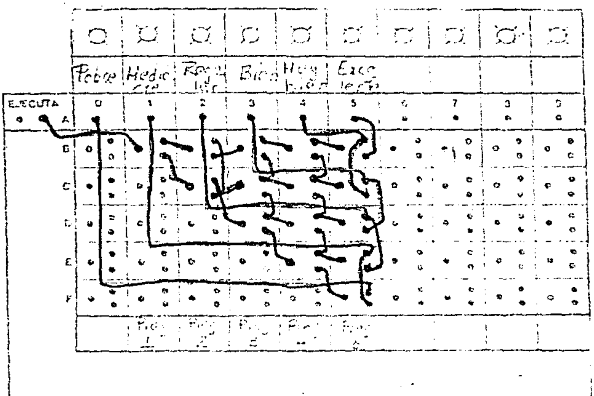
5. ¿Cuál es la capital de Mongolia?

Las respuestas se colocan en dos columnas. Observa que aquí tenemos algunas subrayadas. Son las correctas.

	COLUMNA 1	COLUMNA 2
1.	1066	1492
2.	VENUS	MARTE
3.	PLUVIOMETRO	ANEMOMETRO
4.	ULAN BATOR	RANGUN

Si conoces otras preguntas más difíciles, puedes cambiar las que te sugerimos. Sólo tendrás que cuidar un detalle: debes colocar las respuestas en los lugares que ocupan las respuestas subrayadas, ya que el alambrado se ha realizado con base en esta colocación.

Este es el esquema de alambrado:



ESQUEMA 2

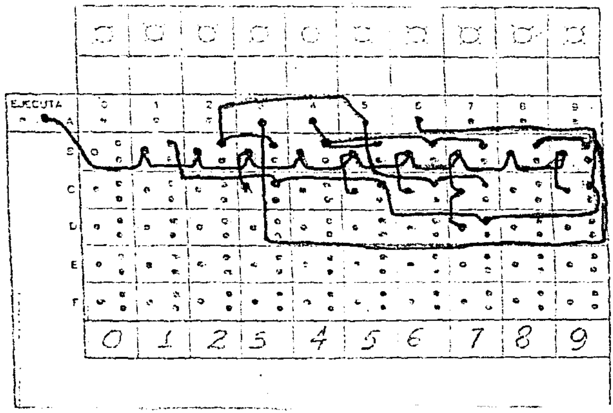
Las reglas del juego son estas:

Si tu invitado elige la opción colocada en la columna 1, debe poner los interruptores correspondientes a esa pregunta en sus posiciones superiores.

Si escoge la opción de la columna 2, los interruptores deben estar hacia abajo.

CONVERTIDOR DECIMAL-BINARIO

Las computadoras hacen operaciones con mucha rapidez, pero ¿cómo representan los números si sólo tienen alambres por dentro? Realiza el siguiente alambrado y observa como tomando circuitos que dejan o no pasar corriente, ENI convierte cualquiera de los diez dígitos (números del 0 al 9) en un número binario.



ESQUEMA 3

En este juego la unidad de salida emplea solamente los focos de las columnas 3, 4, 5, 6. Utiliza una tira con diez divisiones.

Para introducir un número en tu computadora debes subir los interruptores correspondientes. Observa cuales focos se prenden y cuales se apagan. Utiliza la siguiente tabla colocando un 1 cuando el foco de la columna esté prendido y un 0 si está apagado.

NUMERO DECIMAL	NUMERO EN BINARIO			
FOCOS DE LA COLUMNA	3	4	5	6

Por ejemplo, si introduces el 0 subiendo todos interruptores de la columna correspondiente y bajas el EJECUTA, encontrarás todos los focos apagados, entonces 0=0000. Ahora encuentra tú las demas.

La tira que necesitas es la siguiente:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

CONVERTIDOR BINARIO- DECIMAL

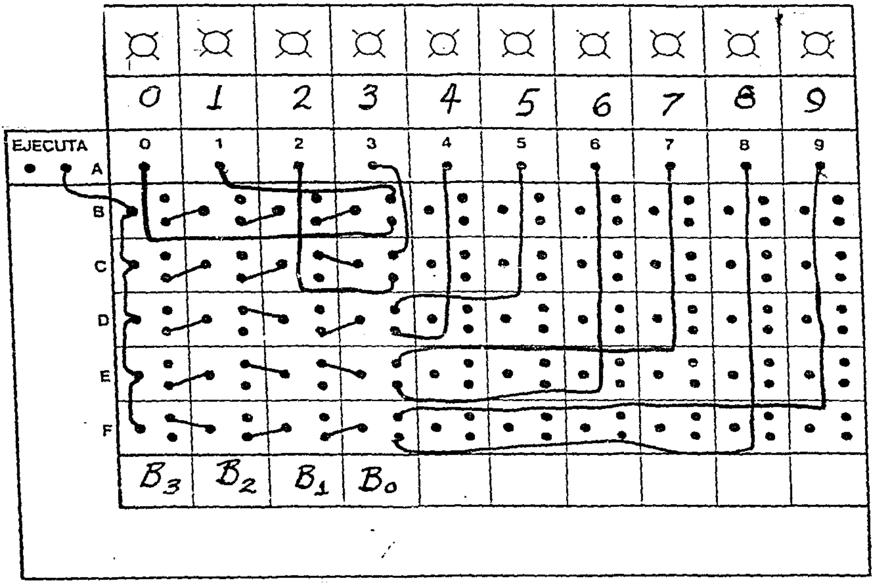
La computadora miniatura también transforma los números binarios en números decimales.

Los números binarios se escriben con dos dígitos: 0 y 1. En ENI un 0 equivale a tener los interruptores abajo. Un 1 equivale a tenerlos arriba.

Alambra tu computadora, dale un numero en binario y ella te dará el número correspondiente en el sistema decimal.

La tira que necesitas para la unidad de salida es ésta:

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9



ESQUEMA 4

Llena la siguiente tabla. En ella están los numeros en sistema binario. Prueba cada uno de ellos en ENI y observa a cual número corresponde en el sistema decimal.

NUMERO EN SISTEMA BINARIO				NUMERO EN DECIMAL
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
B3	B2	B1	B0	

Cuando hayas llenado la tabla, compárala con la del juego CONVERTIDOR DECIMAL-BINARIO. Observa si acertaste a todos los números.

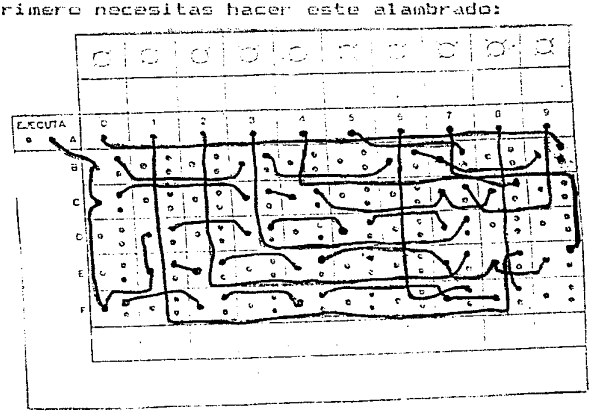
ATRAPANDO AL LADRON

En las grandes ciudades, la policía se ayuda de las computadoras para obtener algunos datos. Por ejemplo, cuando se comete una fechoría, las huellas dejadas por los malhechores en el lugar del delito son recogidas por los detectives.

También se recogen los testimonios de personas que lo presenciaron. Se les preguntan las características físicas de los delincuentes para llenar unas fichas de identificación; en donde queda registrado si son altos o bajos, delgados o gordos, jóvenes o viejos, etc.

Cuando se tiene esa información, se introduce en la computadora, y ella da una lista con los posibles delincuentes.

Vamos a identificar a unos ladrones con la ayuda de ENI. Primero necesitas hacer este alambrado:



Necesitas dos tiras. La de entrada es ésta:

Gordo	Delgado	Mayor de 30 años	Menor de 30 años	Calvo	Rubio	Moreno	Alto	Mediano	Bajo

Y la de salida:

El Pijas	Dedos	El Genio	El Güero	El Rizos	El Aguila	El Pelonche	El Mago	Halcón	El Toro

Estos pillos han cometido un robo: se llevaron una pintura muy valiosa del museo de San Tinquindín el Alto. Rápidamente el grupo de detectives se dirige al lugar del delito, recoge huellas y entrevista a los testigos del robo.

Unos afirman haber visto 15 ladrones, otros a 20, pero los hábiles detectives llenan las fichas de identificación y éstas sólo dan las características de 10 ladrones.

Como los detectives de Tinguindín el Alto no cuentan con computadora, nosotros vamos a ayudarles.

Recuerda que al principio del juego todos los interruptores deben estar en su posición inferior y el EJECUTA abierto.

Para seleccionar las características que deseas, sube los interruptores de las columnas correspondientes. Cuando selecciones 4, verás encenderse en la unidad de salida, el nombre del delincuente.

Ve llenando las fichas de identificación para que puedas dibujar las caras de los ladrones en la tira de salida:

DEPARTAMENTO DE POLICIA DE TINGUINDIN EL ALTO, MICHOACAN

CARACTERISTICAS				EL CRIMINAL ES:
1	2	3	4	
GORDO	+30	CALVO	ALTO	PELONCHE
GORDO	-30	CALVO	ALTO	EL TORO

BIBLIOGRAFIA

1. FREINET C. y M. BEAUGRAND, La enseñanza del cálculo, Teide Barcelona No. 10, 1979.

2. SANTALO, LUIS A. La educación matemática, hoy, Colección hay que saber, Teide Barcelona, 1981.

3. TREMBLAY JEAN PAUL y RICHARD B. BUNT, Introducción a la ciencia de las computadoras, Mc Graw-Hill México, 1982.

4. SCHEID FRANCIS, Introduccion a la ciencia de las computadoras, Mc Graw-Hill, México, 1976.

5. YAGLOM, I. M. Algebra Extraordinaria, Lecciones populares de matemática, MIR MOSCU, 1983.

6. GONICK, LARRY, Computación. Aprenda divirtiendose. Guía humorística ilustrada, Edigonvil México, 1985.

7. HILL FREDERICK J. and GERALD R. PETERSON, Teoría de Conmutación y diseño lógico, Limusa México, 1980.

8. WHITESIT, J. ELDON, Algebra Booleana y sus aplicaciones, CECSA México, 1971.

9. TOCCI, RONALD J., Sistemas Digitales. Principios y Aplicaciones, PHI Prentice/ Hall Internacional Colombia, 1983.

10. BOOLE, GEORGE, An investigation of the laws of thought on wich are founded the mathematical theories of logic and probabilistic (1854), Dover Publications Inc., New York, 1958.

11. RUEDA, PABLO Como funciona . . . . . . .En: Ciencia y Desarrollo, CONACYT, México No. 25 Octubre 1983.

12. NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS, Conjuntos. Temas de matemáticas, Trillas México, No. 1. 1980.

13. SLUCKIN, WLADISLAW, La Cibernética (cerebros y máquinas), Nueva Visión Argentina, 1971.

14. DIENES Z. P./ E. GOLDING, Conjuntos, Números y Potencias, Los primeros pasos en Matemática, Teide Barcelona, No. 2 1981.

15. DIENES Z. P./ E. GOLDING, Lógica y Juegos Lógicos. Los primeros pasos en Matemática, Teide Barcelona, No. 1 1980.

16. GLAYMANN M. y P. C. ROSENBLOMM, La lógica en la escuela, Teide Barcelona.

17. GUSTAV, BALLY. El juego como expresión de libertad. Fondo de Cultura Económica México, 1980.

18. JAULIN, ROBERT. Juegos y juguetes. Ensayos de etnotecnología, Siglo XXI México, 1981.

19. PIAGET, JEAN. _Psicología y Pedagogía_, Ariel México, 1985.

20. PIAGET, JEAN, _Seis estudios de Psicología_, Planeta México, 1985.