

# LAS LECCIONES DEL "PAYI" T1C-T0C<sup>1</sup>

## LECCIÓN No. 2

### INTRODUCCIÓN DEL SISTEMA BINARIO

**Diego Pareja-Heredia.** *Universidad del Quindío. Armenia. Colombia.*  
*E-mail: depehache@yahoo.es*



**Payi en contacto.** Una sensación de alegría se ve reflejada en estos niños, cuando el payasito T1C-T0C los visita en sus mesas de trabajo.

**Introducción.** En la lección 1, vimos a Payi construyendo las bases intuitivas que conducirán, en forma natural, a un sistema de numeración, cuyo soporte son dos entidades elementales: T1C y T0C, que simbólicamente denotábamos con **1** y **0**, respectivamente. Dejemos sentado desde ahora que, los símbolos no son los números mismos, son numerales que representan a los números en el lenguaje inteligible que usamos en nuestra comunicación oral o escrita. Afirmemos además que los números son entidades abstractas, no fáciles de definir y que el hombre desde su temprana evolución ha venido usando para denotar el tamaño de magnitudes de distinta especie y que en razón a necesidades sociales y de carácter, primero especulativo y después científico, estos números se han introducido en el lenguaje, y desde temprano, han venido formando parte de las matemáticas.

Las matemáticas están integradas a todas las culturas y han comprobado a lo largo del tiempo, lo que llamó Eugene Wigner “su irrazonable efectividad” como herramienta para resolver problemas de distinto orden. Sin embargo hay que entender que al decir que son herramienta, no estamos afirmando que sólo son eso, pues las matemáticas tienen partes que más que ciencia, es arte, donde las aplicaciones no se vislumbran y probablemente nunca se verán. Definir matemáticas no es empresa fácil. Richard Courant and H. E. Robbins debieron escribir el libro *¿Qué son las Matemáticas?*, con el propósito de circunscribir una respuesta a esa pregunta. Aunque no favorezco las definiciones, demos la siguiente porque viene de una de las fuentes de mi preferencia<sup>1</sup>: *Matemáticas es la ciencia del orden, de los patrones, de las estructuras y de las relaciones lógicas*.

En esta parte de las “lecciones”, nos referiremos a números naturales incluyendo cero. En el mismo nombre T1C-T0C, hemos incluido los símbolos **1** y **0**, aquí interpretados como entidades complementarias en el sentido de teoría de conjuntos donde la negación del uno es el otro. Y así me gustaría que el estudiante de la escuela elemental las entendiera. El uniforme de Payi muestra los dos símbolos, y su representación apunta a que, uno es el complemento del otro: lo que para uno de los símbolos es negro, para el otro es blanco. Esta dualidad de **0** y **1**, al representar los opuestos como vimos antes, *adelante-atrás, derecha-izquierda*, permitirá construir una parte del árbol binario. Al árbol binario completo se llega abriendo otra rama por encima de **0** que dará origen a todas las fracciones positivas de **2**. De este punto en adelante podremos construir todos los números reales como expansiones de base **2**.

Un aspecto que quisiéramos enfatizar en estas lecciones es que, el payasito T1C-T0C es la representación de la mano (Derecha para los diestros o izquierda para los zurdos) y que es el alumno con su propia mano quien irá enriqueciendo su conocimiento. Por siglos y siglos, en los procesos escolares, nuestras manos han servido casi exclusivamente como parte de una herramienta de escritura. Ahora que el computador se convirtió en un utensilio más de la escritura, como fue el estilete primero y la pluma después, la mano está tomando funciones que antes no tenía como es la función dactilográfica, o sea la escritura al tacto. Claro, no queremos afirmar que, debemos dejar de enseñar a los niños a escribir a mano, sin embargo hay que adiestrarles sus manitas para los menesteres que se derivan del uso del teclado del computador; su futura herramienta de trabajo.

En este proceso de aprendizaje que iniciamos, la mano, y más específicamente los dedos, juegan el rol principal. En particular los dedos, del centro e índice nos dan la pauta para significar si vamos hacia delante o hacia atrás, hacia la derecha o hacia la izquierda. Los niños tienen ya clara la convención que T1C significa hacia adelante o a la derecha y que T0C significa hacia atrás o hacia la izquierda y este significado lo vamos a transmitir a **1** y **0** en ese orden.

**Segundo diálogo con el Payi T1C-T0C.** En el siguiente diálogo el Payi T1C-T0C intenta enseñar a los niños la forma como se construye en **NUMB3R PL4N3T**, a partir del **0** y el **1**, los demás números. Al igual que en la primera presentación, los personajes son el Payi T1C-T0C y el *profe*, quien formula las preguntas y anima la presentación. El escenario es ahora un piso baldosado o teselado de tal manera que Payi al dar el primer paso adelante encuentra dos largas baldosas o

---

<sup>1</sup> DEVLIN, K. *The Math Gene. How Mathematical Thinking Evolved and why Numbers are like Gossip*. Basic Books. 2000. Pag. 74.

teselas, en el siguiente paso, cuatro de menor dimensión, luego ocho, luego dieciséis, y así doblándose cada vez que da un paso adelante. Los niños encontrarán encima de su pupitre una copia del piso teselado sobre el que Payi hace su demostración.

*Profe* – Payi, aprendimos en la primera lección que T1C significa hacia adelante o a la derecha y que T0C representaba un paso atrás o a la izquierda y que T1C lo podíamos representar por **1** y T0C por **0**. Nos prometió que en esta lección nos iba a enseñar como se escribe en **NUMB3R PL4N3T** el resto de los números.

T1C-T0C – Eso es correcto mi querido profe. Como todo lo aprendemos con movimiento y a través del juego, lo primero que hacemos es buscar una superficie rayada.

*Profe* – ¿Una superficie rayada como los pisos baldosados de las casas o de los colegios?

T1C-T0C – Bueno podría servir para ustedes que son grandes, pero como yo soy tan pequeño, tengo que buscar una superficie rayada a mi medida porque mis pasitos son cortos.

*Profe* – OH si claro. Pero me imagino que no todas las baldosas son iguales, o ¿sí?

T1C-T0C – También podrían ser iguales pero respetando ciertas reglas. Todos saben que los juegos tienen reglas y éstas se deben cumplir para poder desarrollar el juego. En **NUMB3R PL4N3T**, se busca que las reglas de los juegos sean muy simples.

*Profe* – ¿Más simple que las baldosas de mi casa que todas son cuadradas?

T1C-T0C – Más simple aún. Comenzamos con una baldosa muy larga donde yo estoy parado. Aquí estarán **0** y **1**. Cuando doy el primer paso hacia delante con T1C, encuentro dos baldosas, una a la izquierda y otra a la derecha.

*Profe* – ¡Caramba! Un piso muy raro.

T1C-T0C – Aparentemente. Pero verán más adelante que no es tan raro. Para cada paso adelante debo encontrar el doble de baldosas que las que hay en donde estoy parado.

*Profe* – Es decir que empiezo en uno y voy doblando el resultado a cada nuevo paso, algo así: 1, 2, 4, 8, etc.

T1C-T0C – Así de simple, pero recuerde mi querido profe que aun no sabemos como escribir los números. Sólo tenemos **0** y **1**.

*Profe* – Claro Payi, en **NUMB3R PL4NET** no tienen los mismos numerales que nosotros. Usted dijo que en su mundo no se cuenta con los diez dedos de las manos, solo con dos brazos: con tic y toc.

T1C-T0C – Cuando niños, aprendemos que doblar se hace por repetición de lo que se quiere doblar y así no nos complicamos. Partimos de dos opciones. Si necesitamos más, a cada una de ellas le damos dos nuevas opciones y así continuamos hacia el infinito.

*Profe* – ¿Dijo hacia el infinito?

T1C-T0C – Si; para significar que el proceso de doblar y doblar continua indefinidamente, que no se acaba nunca.

*Profe* – Ah, claro. Repetir y repetir.

T1C-T0C – Exactamente. Al dar el primer paso encontramos dos nuevas opciones, T1C o T0C, según escojamos derecha o izquierda.

*Profe* – O sea que al llegar a la segunda fila ya hemos hecho T1C y tenemos un **1**. Si damos un paso a la derecha decimos T1C nuevamente y tendremos **11**, pero si damos un paso a la izquierda decimos T0C, y acumularíamos T1C T0C, simbólicamente **10**.

T1C-T0C – Bien Profe. Pero hay que decir que **10 (uno, cero)**, no es el diez que ustedes usan en su sistema decimal, debe decirse uno cero y es el tercer número en nuestro sistema y corresponde a lo que ustedes llaman el dos y lo representan con el numeral 2.

*Profe* – Ah, claro. Tenemos ya los números en el orden **0, 1, 10, 11**. ¿Es correcto?

T1C-T0C – OH si. Vamos bien Profe. En cada cuadrito donde nos encontremos, vamos a tener la posibilidad de avanzar hacia delante: a la derecha o hacia la izquierda. Donde lleguemos podremos anotar el camino seguido para llegar a ese punto. Por ejemplo, para llegar a **10**, partimos de **1** damos un paso adelante y luego un paso a la izquierda; para llegar a **11** partimos nuevamente de **1** damos un paso adelante y luego otro a la derecha.

*Profe* – Hasta aquí bien Payi. Pero los niños necesitan ejercitar sus deditos con Tic y Toc. Vamos a ver niños. Empecemos en T1C con un pasito adelante y luego un pasito a la izquierda para completar T1CT0C. De nuevo empezando en T1C, un pasito adelante y luego un pasito a la derecha para llegar a T1CT1C. Entonces ya tenemos los números: T0C, T1C, T1CT0C, T1CT1C.

T1C-T0C – Muy bien niños estamos progresando. En **NUMB3R PL4NET** aprendemos paso a paso con T1C y T0C. A medida que progresamos iremos dejando atrás la T y la C, para quedarnos sólo con **1** y **0**.

*Profe* – ¿Cómo Payi? ¿Por qué dejar la T y la C?

T1C-T0C – Como dije en la primera lección, en mi nombre aparecen los símbolos que identifican a **1** y **0**. Por lo tanto cuando muestro **1** estoy significando T1C y cuando muestro **0** estoy diciendo T0C. Es más corto, **1** y **0** que T1C y T0C.

*Profe* – Muy bien Payi. Seguiremos usando **0**, para paso atrás o a la izquierda y **1** para paso adelante o a la derecha.

T1C-T0C – Así se habla profe. Siempre hay que buscar la simplificación del lenguaje. Por economía de simbolismo y porque es más fácil manipular símbolos cortos que largos.

*Profe* – Pero sólo hemos llegado a **11**. ¿Qué sigue después?

T1C-T0C – Al dar el tercer paso adelante, encontramos el doble de baldosas que en la fila que estábamos es decir el doble de 2, en lenguaje decimal, cuatro baldosas. Si estamos parados en **11**, hay dos opciones para adelante, o **110**, ó **111**. Si estamos parados en **10**, habrá dos opciones para adelante: **100** o **101**.

*Profe* – Ah claro. Encontraríamos cuatro números más: **100**, **101**, **110** y **111**. O sea que la secuencia queda **0**, **1**, **10**, **11**, **100**, **101**, **110** y **111**.

T1C-T0C – Seguimos progresando. Yo creo que los niños ya pueden contar del **0** al **111** recurriendo al T1C y al T0C, así: T0C, T1C, T1CT0C, T1CT1C, T1CT0CT0C, T1CT0CT1C, T1CT1CT0C y T1CT1CT1C.

*Profe* – Practiquemos niños. Con T1C, T0C y con **0** y **1**. En la hoja de papel, rayada como dice Payi, están los cuadritos empezando con **0** y **1** seguimos adelante a la izquierda con **10** y luego a la derecha con **11**.

T1C-T0C – Muy bien. La creación de más números sigue siendo fácil. Cuando se está en un lugar cualquiera podemos agregar dos números más hacia arriba, agregando un **0** o un **1** a las cifras del número que estaba en el punto de partida.

*Profe* – Muy fácil. Si estamos en **111**, con un paso adelante podemos encontrar **1110** y **1111**, según nos movamos a la izquierda o a la derecha.

T1C-T0C – Correcto. Por eso es que el arreglo o figura que resulta de colocar los números **0** y **1** en esa forma se llama un diagrama de árbol. De cada número salen algo así, como dos ramitas que originan nuevos números.

*Profe* – Claro los diagramas de árbol son muy importantes en las matemáticas y sobre todo para la ciencia de los computadores y para la teoría de la información y la comunicación que ha dado origen al Internet, a los celulares y a la tecnología moderna.

T1C-T0C – Por el respaldo de la hoja de trabajo pueden ver el diagrama de árbol que se forma con las flechas (ramas o aristas), a partir de cada número (nodos o vértices).

*Profe* – Que interesante Payi este juego de los números binarios. Gracias por esta nueva lección.

T1C-T0C – Ha sido un gusto visitarlos y espero que ya sin mi ayuda puedan aprender a sumar y multiplicar con estos nuevos números. Les anticipo que es facilísimo, a tal punto que hasta las máquinas aprenden. Adiós y muchas gracias.



**El beso de Payi.** El Payi T1C-T0C no perdió la oportunidad de repartir besos entre las lindas asistentes a su lanzamiento en Armenia, Colombia, el 30 de Mayo de 2008 Armenia, Colombia,

**Teselado y T1C-T0C Playground.** El Payi T1C-T0C usa este baldosado o teselado para construir los números. Empezando con **0** sigue a **1** con un paso a la derecha. De ahí en adelante, continua con un paso adelante, a izquierda o a derecha llenando cada baldosa o tesela con un número en forma binaria. El resultado del proceso es el árbol binario que se muestra en la siguiente figura. El Paraíso de T1C-T0C se juega con una moneda marcada con **0** ó **1** por cara. El lanzamiento de la moneda determina el camino a seguir hasta la última fila donde aparece las letras: **A, D, P**, que representan *Ángel, Demonio o Paraíso*. Gana el juego el niño que llega como Ángel o al Paraíso. Los signos musicales a la derecha representan: la redonda, la blanca, la negra, la corchea, la semicorchea, la fusa y la semifusa cuya relación se asemeja al teselado de Payi

**Árbol Binario para 1.** El grafo que resulta de unir cada número por encima de **1** con segmentos de recta se llama árbol binario para **1**. Un árbol similar se puede levantar por encima de **0**. Usando los dos árboles se puede construir el conjunto de todos los números reales como expansiones en base 2. Cada número en el grafo corresponde a lo que se conoce como un **nodo** y cada segmento representa un lado o arista del grafo o rama del árbol.