

# Código morse alternativo para acceder al computador y a otros dispositivos electrónicos

## Alternative morse code to access the computer and other electronic devices

Alfredo Espitia Beltrán<sup>1</sup>

### Resumen

En este documento se propone un sistema de comunicación inspirado en el código morse, mediante la apropiación de sus ventajas y la incorporación de nuevas características. El nuevo sistema está destinado a satisfacer las necesidades de personas con capacidades funcionales específicas en su interacción con las nuevas tecnologías de la información.

**Palabras clave:** accesibilidad, comunicación, diversidad funcional, código morse, teclado, diseño universal, sistema alternativo de comunicación.

### Abstract

This document proposes a communication system inspired by the morse code, appropriating its advantages and adding new features. The new system is designed to meet the needs of people with specific functional capabilities in their interaction with new information technologies.

**Keywords:** Accessibility, Communication, Functional Diversity, Morse Code, Keyboard, Universal Design, Alternative Communication System.

### 1. Introducción

Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) agrupan un enorme conjunto de recursos que, al ser utilizados inteligente y correctamente, pueden representar posibilidades reales para el restablecimiento de derechos fundamentales como la educación, el trabajo y la libre expresión, entre otros. Sin embargo, al entender la diversidad funcional como un fenómeno natural a partir del cual se acepta que cada individuo realiza sus actividades de acuerdo con sus capacidades y conveniencia (Palacios y Romañach, 2006), resulta necesario proponer alternativas que se enfoquen en universalizar el acceso a las TIC y fomentar la equidad por medio de la tecnología.

El objetivo de este trabajo es proponer un sistema binario de comunicación inspirado en el código morse: a partir de pulsaciones cortas (puntos) y largas (rayas), se ha creado un diccionario que incluye funciones y caracteres propios de la práctica informática. El diccio-

<sup>1</sup> Docente del Departamento de Ingeniería Electrónica, Universidad Central; ingeniero electrónico egresado de la Universidad Nacional de Colombia, estudiante de la Maestría en Ingeniería Biomédica en la Universidad Nacional de Colombia. Correo: aespitiab1@ucentral.edu.co.

nario se ha optimizado a partir de las frecuencias de uso de comandos, signos y letras en un teclado tradicional por parte de personas con capacidades funcionales particulares. Además, ha sido concebido para que pueda ser implementado en un dispositivo de una sola tecla (o sensor) y para que no requiera de procedimientos de calibración con el usuario.

Las afirmaciones expuestas en este trabajo se sustentan principalmente en la experiencia que el autor tiene a partir de su trabajo en accesibilidad y tecnologías de apoyo.

## 2. Antecedentes

La comunicación ha sido una necesidad del ser humano y cada época ha dejado algún reporte de los esfuerzos que se realizaron para desarrollar diferentes sistemas de comunicación (Couch, 1993), principalmente, para transmitir mensajes a través de distancias considerables: señales de humo, antorchas, banderas, instrumentos de aire y de percusión son algunas de las herramientas que se han utilizado. A pesar de lo rústicos que puedan parecer estos recursos, representan un conjunto de antecedentes importantes para el desarrollo de medios de transmisión más sofisticados.

Un detalle relevante de los sistemas de comunicación es que, sin importar que estén implementados con componentes simples y escasos, pueden llegar a alcanzar grandes niveles de complejidad y suficiencia. Por ejemplo, toda la información que es almacenada, procesada y transmitida por dispositivos y medios digitales, aun cuando puede representar imágenes, videos, sonidos, textos, etc., en lo más básico de su estructura está compuesta únicamente por dos componentes: ceros y unos.

El código propuesto por Samuel Morse y Alfred Vail alrededor de 1830 (Carron, 1991)

es otro ejemplo de un sistema de comunicación desarrollado a partir de solo dos componentes sencillos —puntos y rayas— con la capacidad de transmitir información compleja. La simplicidad del código morse ha cautivado el interés de profesionales en educación, salud y rehabilitación, quienes —conscientes de la diversidad funcional— lo ven como una herramienta para atender las necesidades de comunicación de muchas personas (King, 2000). De hecho, en la década del sesenta se comienza a documentar el interés por las estrategias de comunicación alternativa y aumentativa (CAA). A partir de entonces se han reportado diferentes casos en los que se utiliza el código morse como sistema de comunicación con pacientes de enfermedades y lesiones paralizantes (Clement, 1961). En particular, y dado que el código morse exige apenas capacidades mínimas de movimiento y esfuerzo, resulta ser muy apropiado en casos de parálisis cerebral en las que el paciente pierde casi por completo sus habilidades verbales y motrices (Maddox, 2014), pero conserva su competencia cognitiva y puede realizar a voluntad algún movimiento simple como parpadear. También se ha reportado el uso del código morse con señales vibratorias para establecer llamados de alerta y comunicación básica entre personas con discapacidad auditiva y oyentes regulares (Amarasinghe y Wimalaratne, 2017).

La universalidad del código morse como sistema de lectoescritura y comunicación radica en dos características fundamentales:

- Ofrece la posibilidad de ser escrito por medio de un solo elemento de entrada (pulsador, tecla, botón, *switch*, sensor, pedal, etc.), que puede ser adaptado de acuerdo con la conveniencia anatómica y funcional del usuario.

- La lectura es multisensorial, es decir que se puede leer con la vista (tinta, destellos, colores, formas, etc.), el oído (tonos) y el tacto (alto-relieve, vibración, textura, etc.).

Sin embargo, y pese a sus ventajas, a partir de la revisión bibliográfica y de la experiencia del autor sobre el campo, se identifica una desventaja enorme en las propuestas previas inspiradas en código morse: no está diseñada para manipular un dispositivo electrónico di-

gital (p. ej., un computador) y no existen los códigos de muchos comandos y caracteres propios de este tipo de equipos. Otras propuestas han añadido códigos nuevos al diccionario original (Oasis, 1990; Lubin, 2013), pero esto implica que comandos y funciones con alta frecuencia de uso en un teclado convencional tengan códigos muy largos, como se puede apreciar en la tabla 1, lo que se traduce en ineficiencia.

**Tabla 1.** Diccionario morse original extendido, propuesto por Lubin (2013)

A	. - - - -	0	- - - - -	Up	- - - - .	Asterisk (*)	. - - . .
B	- . . . .	1	. - - - -	Down	- - - - -	Apostrophe (')	. - . - - .
C	- . - . .	2	. . - - -	Left	- - - - . -	Bracket In (I)	. . - - - .
D	- . . . .	3	. . . - -	Right	- - - - - .	Bracket Out (I)	- . - - - .
E	. . . . .	4	. . . . -	Tab	- . - - .	Comma (,)	- - . . - -
F	. . . - .	5	. . . . .	Tab Left	- - . - . .	Dot (.)	. - . - . -
G	- - . . .	6	- . . . .	Enter	. - . - .	Hyphen (-)	- - - . .
H	. . . . .	7	- - . . .	Backspace	- - - - -	Less (<)	. - . . . -
I	. . . . .	8	- - - . .	Spacebar	. . - - .	Plus (+)	. - - . . .
J	. - - - -	9	- - - - -	Delete	- . . - .	Semicolon (;)	. . . - . .
K	- . - . .			Escape	. . - . .	Vertical Bar ( )	. . . - . .
L	. - . . .	F1	. . - - - -	End	- . - . .	Underline	. . - - . .
M	- - . . .	F2	. . . - - -	Home	. . . . - .	At Sign (@)	. - - - . .
N	- . . . .	F3	. . . . - -	Insert	. - . . . -	Slash (/)	- - . . . -
O	- - - . .	F4	. . . . . -	Page Down	- - - . - .	Equal (=)	. - - . . -
P	. - - . .	F5	. . . . . .	Page Up	- - - . . -	Ampersand (&)	- . . - - -
Q	- - . - .	F6	. - . . . .	Pause/Inter	. - - . . -	Ditto (")	- - - - - -
R	. - . . .	F7	. - - . . .	Printscreen	- . . . . -	Number (#)	- . - - - -
S	. . . . .	F8	. - - - . .	Break	- - - . . .	Backslash (\)	- . . . . .
T	- . . . .	F9	. - - - - .	Scroll Lock	. . . - . -	Bracket In (I)	. . - . . .
U	. . - . .	F10	. - - - - -	Caps Lock	. . - . . -	Bracket Out (I)	- . - . . .
V	. . . - .	F11	- . - - - -	Num Lock	- . . - . .	Question Out (?)	. . - - . .
W	. - - . .	F12	- . . . - -	Alt	. - . - . -	Dollar Sign (\$)	- . . . . .
X	- . . . -			Shift	. . - . . -	Greater (>)	- - . . . .
Y	- . - . .			Control	- . - . . -	Colon (:)	- . - . . -
Z	- - . . .			Right Control	- - . - . -	Percent (%)	. - - . . -
				Right Alt	. . - . . -	Bracket In (I)	. . . . - .
				Right Shift	. - - . . -	Bracket Out (I)	- . . . - .
						Tilde (~)	- - . . . .
						Grave Accent (`)	. . - . . -
						Caret (^)	- . - . . -
						Exclamation Out (!)	. - . . - -

Fuente: adaptado de Lubin (2013).

### 3. Propuesta

Dada la simplicidad de un sistema de comunicación basado en puntos y rayas, de escritura sencilla y lectura multisensorial, no es insensato pensar que se trata de una de las alternativas más universales y que puede trascender más allá de sus usos tradicionales para atender diferentes necesidades derivadas de la diversidad funcional.

A pesar del reconocimiento del que goza el código morse, en la cotidianidad del público en general no existe un conocimiento habituado a la forma de leerlo o escribirlo, lo que significa que un usuario al que le resulte conveniente comunicarse usando este sistema debe aprenderlo. Esa es la razón por la que esta propuesta se aleja del diccionario original diseñado por Morse y Vail, pues se pretende alcanzar mejores características, consecuentes con los nuevos dispositivos de lectura y escritura digital.

A continuación, se exponen las reflexiones más relevantes que se consideraron durante el diseño del nuevo diccionario de códigos basados en puntos y rayas:

- Todos los códigos deben incluir por lo menos un punto. Esto elimina la necesidad de calibración. La única condición es que la duración de la raya sea mayor al doble de la duración del punto.
  - El diccionario debe incluir funciones y comandos reconocidos por los sistemas operativos más utilizados.
  - Las frecuencias de uso que se empleen como referencia (Li y Miramontes, 2011; Moreno, Toledano, Curto y Torre, 2006; RAE, 2010) deben incluir, además del alfabeto, todos los comandos y funciones de un teclado convencional.
  - Para la asignación de un código (se prioriza de acuerdo con la frecuencia de uso), se deben seguir estas tres reglas:
    - 1.<sup>a</sup> A mayor prioridad, menor número de señales (puntos y rayas).
    - 2.<sup>a</sup> A mayor prioridad, mayor número de puntos seguidos.
    - 3.<sup>a</sup> A mayor prioridad, menor número de rayas.
  - Para evitar la prolongación del diccionario, este debe permitir la combinación de códigos de manera secuencial, de forma que se respeten las normas de los teclados convencionales, p. ej., ALT + TAB: cambia la ventana activa.
  - La herramienta debe ser compatible con aplicaciones de predicción de texto (Pallejà Cabrè et ál., 2010), de tal forma que sea posible agilizar considerablemente la rapidez en la escritura.
- A partir de tales consideraciones se desarrolló el árbol de prioridades (figura 1) para la asignación de códigos. Es posible observar cómo se han descartado todos los códigos que solamente cuentan con rayas, pues se perdería la referencia de la duración del punto, lo cual implicaría la necesidad de calibrar de acuerdo con la velocidad de escritura de cada usuario.
- Eventualmente, el árbol de prioridades podría ser optimizado con las frecuencias de uso de cada lengua. En la versión que se presenta en la figura 1 se puede notar que ningún código excede de seis señales (puntos y rayas). Además, el diccionario propuesto aún cuenta con disponibilidad para códigos de seis señales.
- Las teclas de navegación y ejecución rápida (*Tab*, *Enter*, *Up*, *Down*, *Right*, *Left*) gozan de prioridad debido a que son los comandos más utilizados por personas con parálisis, ceguera,



hipovisión, etc., que utilizan el teclado como único periférico de entrada. Esta afirmación está conscientemente fundamentada en la experiencia del autor, si bien requiere de una comprobación a partir de un trabajo formal y riguroso.

El punto funciona como unidad de referencia, por eso está presente en todos los códigos. En concordancia con la idea de atender la diversidad funcional, el usuario no está limitado en ningún momento a escribir a una velocidad determinada. De acuerdo con su habilidad, podrá escribir a su propio ritmo, mientras respete la única regla de escritura: “el tiempo de una raya debe ser mayor al tiempo de dos puntos”. Es necesario que el algoritmo que se

implemente realice las iteraciones necesarias para calcular las relaciones establecidas en las ecuaciones 1, 2 y 3:

*Ecuación (1)*

$$Si Ton \geq Tmín \text{ y } Ton \leq 2 \times Tmín \Rightarrow Ton = \text{Punto}$$

*Ecuación (2)*

$$Si Ton > 2 \times Tmín \Rightarrow Ton = \text{Raya}$$

*Ecuación (3)*

$$Si Toff > 4 \times Tmín \Rightarrow Ton = \text{Fin del comando}$$

Donde  $T_{on}$ : tiempo de pulsación activa;  $T_{mín}$ : tiempo mínimo de pulsación activa en un comando; y  $T_{off}$ : tiempo sin pulsación activa.

En la tabla 2 se aprecia el resultado del diccionario propuesto con una estructura apropiada para consultas rápidas.

**Tabla 2.** Diccionario morse propuesto

A	- . . . .	0	- . . . . -	↑	- . . . .	Accent ( ` )	- . . . . -
B	. - . . . .	1	. - - - -	↓	. - . . . .	Apostrophe ( ' )	- . . . .
C	- - - . .	2	. . - - -	←	- . . . .	Bracket In ( ( )	- . . . . -
D	- . . . -	3	. . . - -	→	. . . -	Bracket Out ( ) )	- - - . -
E	. . . . -	4	. . . . . -	Tab	. . . . .	Comma ( , )	- - . . . -
F	. . - . . -	5	. . . . .	Enter	. . . . .	Dot ( . )	- - . - .
G	. - - . . .	6	- . . . .	Backspace	. . . . .	Hyphen ( - )	- . . . . -
H	. . - - . .	7	- - . . . .	Spacebar	. . . . .	Less ( < )	. . . . - . .
I	- . . . .	8	- - - . . .	Delete	. . . . .	Plus ( + )	- - . - -
J	. - - . . .	9	- - - - . .	Escape	- - . . . .	Question In ( ¿ )	- . . . . . -
K	. - - - . .			End	. - - . . . .	Vertical Bar (   )	- - . . . . .
L	. - . . . .	F1	- - . . . . -	Home	. . . . - - .	Alt	. . . . . - .
M	- - . . . .	F2	- . . . . - -	Insert	. . . . - - -	Alt+	. - - . . . .
N	- - . . . .	F3	. . - . . . .	Page Down	- . . . . - .	Shift+	- . . . . .
Ñ	- . . . . .	F4	. . . - . . . .	Page Up	- - - . . . .	Altgr+	. - . . . . .
O	. . - . . .	F5	- . . . . . .	Pause/Inter	- . . . . .	Control+	. - . . . . .
P	- . - - . .	F6	. . - . . . .	Printscreen	. - . . . . -	Win Logo+	. . . . . -
Q	. . - . . .	F7	. - . . . . .	Scroll Lock	. . . - . . -	Win Logo	- . . . . . .
R	. - . . . .	F8	. - . . . . .	Caps Lock	. . - . . . .	Menu	. . . . . - -
S	. . - . . .	F9	. . . - . . .				
T	. . - - . .	F10	. . . - . . .				
U	. - . . . .	F11	. . - . . . .				
V	. - . . . .	F12	. - . . . . -				
W	. - - . . .						
X	. - . . . .						
Y	. . . . .						
Z	- . . . . .						

Fuente: elaboración propia.

A modo de comparación, se expone un ejemplo de lo que sería una navegación típica a través de una hoja de cálculo (figura 2), en el cual se usa el teclado como periférico de entrada: se dispone a desplazar la celda ac-

tiva desde una posición 1 en la coordenada B2 hasta la posición 2 en la coordenada G7. En total, es necesario hacer 5 movimientos en vertical y 5 movimientos en horizontal.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2		1						
3								
4								
5								
6								
7							2	
8								

**Figura 2.** Navegación típica en una hoja de cálculo.  
Fuente: elaboración propia.

En la tabla 3 se puede ver la comparación de los resultados al usar el código morse original extendido (Lubin, 2013) frente a la alternativa propuesta en este trabajo.

**Tabla 3.** Comparación de estrategias al navegar sobre una hoja de cálculo

Morse original extendido	Morse propuesto
<p><b>Opción # 1</b></p> <p>5 × Tab      5 × Enter</p> <p>-. - .      . - . -</p> <p>Total</p> <p>20 puntos + 25 rayas = 45 señales</p>	<p><b>Opción # 1</b></p> <p>5 × Tab      5 × Enter</p> <p>.      ..</p> <p>Total</p> <p>15 puntos = 15 señales</p>
<p><b>Opción # 2</b></p> <p>5 × ↓      5 × →</p> <p>- - - - - .</p> <p>Total</p> <p>5 puntos + 55 rayas = 60 señales</p>	<p><b>Opción # 2</b></p> <p>5 × ↓      5 × →</p> <p>. -      .. -</p> <p>Total</p> <p>15 puntos + 10 rayas = 25 señales</p>

Fuente: elaboración propia.

En este ejemplo se realizó el desplazamiento de dos formas posibles: en la primera, los pasos horizontales se dieron a partir de la función *Tabular* y los pasos verticales usando la función *Enter*; en la segunda, los pasos se lograron a partir del uso de los comandos correspondientes a *Flecha abajo* y *Flecha derecha*.

En los dos casos se destaca la eficiencia del código propuesto frente al código extendido, pues con el nuevo código es posible ejecutar las mismas funciones con apenas el 31% y el 42% de los pasos, respectivamente, que requiere el código extendido.

## 4. Conclusiones

Aunque la alternativa de comunicación que se propone está inspirada en el código morse, se aleja de él con el propósito de contar con un uso más eficiente y apropiado para un sistema binario con potencial universal. Esto, de acuerdo con las implicaciones de la diversidad funcional, principalmente, en cuanto al acceso a las nuevas tecnologías de la información.

El diccionario propuesto puede ser implementado sobre una herramienta de *software* y *hardware* y puede ser optimizado para cualquier idioma mediante la misma metodología que se expuso en ese documento.

A partir de esta publicación, el autor concede permiso a quienes deseen implementarlo

en sus desarrollos, con la única condición de mantenerlo libre y a disposición del público.

Aún resulta necesario un estudio más sistemático para analizar la curva de aprendizaje y los modelos de adaptación, así como para determinar su efecto en la autonomía de los usuarios con diferentes tipos de discapacidades.

## Referencias

- Amarasinghe, A. y Wimalaratne, P. (2017). An assistive technology framework for communication with hearing impaired persons. *GSTF Journal on Computing (JoC)*, 5 (2), 1-7.
- Carron, L. (1991). *Morse code: The essential language*. Newington, Connecticut: American Radio Relay League.
- Clement, M. (1961). Morse code method of communication for the severely handicapped cerebral palsied child. *Cerebral Palsy Review*, 22 (5), 15-16.
- Couch, L. W. (1993). *Digital and analog communication systems*. Nueva York: Macmillan Publishing Company.
- King, T. W. (2000). *Modern Morse code in rehabilitation and education: New applications in assistive technology*. Needham Heights, Massachusetts: Allyn & Bacon.
- Li, W. y Miramontes, P. (2011). Fitting ranked English and Spanish letter frequency distribution in US and Mexican presidential speeches. *Journal of Quantitative Linguistics*, 18 (4), 359-380.
- Lubin, J. (2013). *Morse codes for computer access*. Consultado en <http://www.makoa.org/jlubin/morsecode.htm>.
- Moreno, A., Toledano, D., Curto, N. y Torre, R. (2006). *Inventario de frecuencias fonémicas y silábicas del castellano espontáneo y escrito*. Consultado en <https://goo.gl/EXsYmu>.
- Maddox, S. (2014). *Guía de recursos sobre la parálisis*. Consultado en <https://goo.gl/ck1SbA>.
- Older Alabamians System of Information and Services [Oasis]. (1990). *Resource guide for persons with vision impairments*. Consultado en <https://goo.gl/HCbJZD>.
- Palacios, A. y Romañach, J. (2006). *El modelo de la diversidad: la bioética y los derechos humanos para alcanzar la plena dignidad en la diversidad funcional*. España: Diversitas Ediciones.
- Pallejà Cabrè, T., Val, D., Tresánchez Ribes, M., Teixidó Cairol, M., Fernández del Viso, A., Rebate, C. y Palacín Roca, J. (2010). Propuesta de inclusión de capacidades predictivas en un teclado virtual. *Avances en Sistemas e Informática*, 7 (1), 39-44.
- Real Academia Española (RAE). (2010). *Corpus de referencia del español actual*. Consultado en <http://corpus.rae.es/lfrecuencias.html>.