

# PROYECTO MARQUETTO

Ing. Gianni Humberto Sparvoli, Sr. Andrés Manelli y Srta. Florencia Bollati  
Escuela de Enseñanza Técnica N° 6 – San Nicolás – Bs. As ,tano@cablenet.com.ar

*La parálisis cerebral es la primera causa de invalidez en la infancia. El niño que padece de este trastorno presenta afectaciones motrices que le impiden un desarrollo normal. La psicomotricidad se encuentra afectada en gran medida, estando la relación entre razonamiento y movimiento dañada, y por ende el desarrollo de habilidades que se desprenden de esa relación. Aunque el aspecto motor puede ser modificado de manera favorable con tratamientos adecuados, para ciertos tipos de parálisis, existen muy pocas alternativas tecnológicas que colaboren y mejoren la calidad de vida de aquellos que la padecen. El caso que se presenta es el de un niño que padece una parálisis cerebral del tipo hipotónica distónica. Como consecuencias de ello no manifiesta problemas a nivel cognitivo sino de motricidad fina y de control de los movimientos. El niño asiste hoy a una escuela común pero las secuelas de su parálisis le impiden escribir con velocidad, utilizando en el aula una PC para ayudarlo en su desempeño diario, la cual no cuenta con grandes modificaciones que le faciliten el trabajo escolar diario.*

*Se plantea como objetivo general del trabajo mejorar la performance escolar en la clase de un niño con parálisis cerebral, ya que al no poder escribir con una lapicera y, tampoco tipear con facilidad por incomodidad del teclado estándar se le dificulta mucho la tarea diaria en el aula.*

*La propuesta esta centrada en un sistema cuya finalidad es la de lograr la adaptación a las dificultades de motricidad fina, utilizando la electrónica y la informática como herramientas de desarrollo.*

## I. INTRODUCCION

**P**arálisis cerebral es un término usado para describir un grupo de incapacidades motoras producidas por un daño en el cerebro del niño que pueden ocurrir en el período prenatal, perinatal o postnatal. La definición de PARALISIS CEREBRAL INFANTIL (PCI) más ampliamente aceptada y más precisa es la de un trastorno del tono postural y del movimiento, de carácter persistente pero no invariable, secundario a una agresión no progresiva a un cerebro inmaduro. Durante el período madurativo del sistema nervioso central pueden presentarse determinadas influencias que provoquen daños en el mismo, ya sea, en las etapas en que el niño se esta formando en el vientre de su madre, en el momento de nacer o después. Cuando esto ocurre específicamente en el cerebro, pueden aparecer trastornos motores, psíquicos, conductuales, auditivos, ópticos o del lenguaje, pudiendo llegar a constituirse en un grupo de síndromes que originan retardo en el desarrollo psicomotor entre los que se encuentra la parálisis cerebral. La parálisis cerebral es la primera causa de invalidez en la infancia. El niño que padece de este trastorno presenta afectaciones motrices que le impiden un desarrollo normal. La psicomotricidad se encuentra afectada en gran medida, estando la relación entre razonamiento y movimiento dañado, y por ende el desarrollo de habilidades que se desprenden de esa relación. Múltiples factores la producen, el mayor porcentaje ocurre en el momento del nacimiento en que por distintos motivos puede ocurrir una hipoxia del

cerebro, lesionando zonas del mismo. Esta lesión provoca diferentes incapacidades tales como trastornos de la postura y el movimiento que pueden estar acompañadas o no de convulsiones, retraso mental, problemas visuales, auditivos y del lenguaje. La mayoría de los casos tienen posibilidades de rehabilitación teniendo en cuenta la magnitud del daño cerebral, la edad del niño, el grado de retraso mental, ataques epilépticos y otros problemas que puedan estar asociados. El aspecto motor puede ser modificado de manera favorable si el tratamiento comienza en edades tempranas

### Tipos de parálisis cerebral infantil

**Espástica:** Cuando hay afectación de la corteza motora o vías subcorticales intracerebrales, principalmente vía piramidal. Su principal característica es la hipertonia, que puede ser tanto espasticidad como rigidez. Se reconoce mediante una resistencia continua o plástica a un estiramiento pasivo en toda la extensión del movimiento.

**Distónica:** Cuando hay afectación del sistema extrapiramidal (núcleos de la base y sus conexiones: caudado, putamen, pálido y subtalámico). Se caracteriza por alteración del tono muscular con fluctuaciones y cambios bruscos del mismo, aparición de movimientos involuntarios y persistencia muy manifiesta de reflejos arcaicos. Los movimientos son de distintos tipos: corea, atetosis, temblor, balismo, y distonías.

**Atáxica:** Se distinguen tres formas clínicas bien diferenciadas que tienen en común la existencia de una afectación cerebelosa con hipotonía, incoordinación del movimiento y trastornos del equilibrio en distintos grados. En función del predominio de uno u otro síntoma y la asociación o no con signos de afectación a otros niveles del sistema nervioso, se clasifican en diplejía espástica, ataxia simple y síndrome del desequilibrio.

**Mixta:** Se hallan combinaciones de diversos trastornos motores y extrapiramidales con distintos tipos de alteraciones del tono y combinaciones de diplejía o hemiplejías espásticas, sobre todo atetósicos. Las formas mixtas son muy frecuentes.

## II. PREMISAS DE DISEÑO

*El caso que se presenta es el de un niño que padece una encefalopatía no progresiva hipóxica isquémica que le provocó una cuadriparesia distónica con hipotonía generalizada a predominio axial, atetósica. Comúnmente esto se conoce como parálisis cerebral del tipo hipotónica distónica.*

Como consecuencias de ello no manifiesta problemas a nivel cognitivo sino de motricidad y de control de los movimientos. El niño asiste hoy a una escuela común pero las secuelas de su parálisis le impiden escribir con velocidad y en forma legible. Tiene dificultades para sostener un lápiz, para disociar los dedos (los mueve en

bloque) y, sus movimientos involuntarios no le permiten escribir en forma continua. Por su distonía solamente puede escribir con letra de imprenta y mayúscula ya que la cursiva requiere movimientos motores delicados y precisos.



Fig. 1 – Distonía presente en la mano

Además, por su falta de control motor es necesario reforzarlo de afuera. Así por ejemplo, para que sea capaz de seguir un renglón, hay que remarcarlo. A los efectos de mejorar la legibilidad (no así la velocidad) el niño utiliza en clase una PC con un guarda teclado. Pero éste no le permite tener mayor velocidad en la escritura.

La incomodidad en el uso del teclado genera lentitud en la escritura, poca sincronización de los movimientos de las manos y desplazamientos muy bruscos, agravado en que, sin la postura adecuada por parte del niño, se torna casi imposible el uso del mismo. Para corregir la postura y llevarla a una adecuada, el niño hace uso de una silla postural. La misma le brinda la posibilidad de mejorar y aumentar sus habilidades funcionales en el desempeño de actividades académicas.

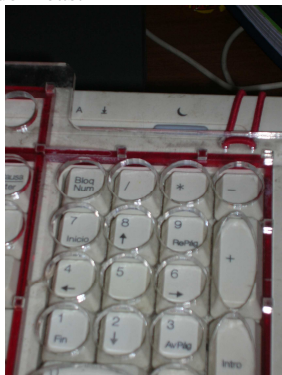


Fig. 2 – Sobre teclado utilizado por el niño

Cabe aclarar que el niño no utiliza el mouse siendo reemplazado el mismo por las teclas de dirección del teclado estándar

### III. DESCRIPCION DEL DISEÑO

#### DESARROLLO N° 1

El primer diseño con el que se trabajó fue un guante con sensores en cada dedo para que, a través de los movimientos de estos, se generara un pequeño menú en la PC y a partir del cual poder realizar la escritura, seleccionando los números o letras que fueran necesarias

#### DESARROLLO N° 2

En base a la experiencia anterior se trabajó una segunda idea en la cual se reforzara el concepto de teclado y mouse usando las dos manos para poder independizar los movimientos. Se centro el estudio en:

\* Mouse: Utilizando sensores de aceleración (Acelerómetros) en los dedos.

\* Teclado: Mini Teclado Alfanumérico con la disposición de teclas que un celular, donde se combinan números y letras con funciones especiales. De esta forma se redujo considerablemente el número de teclas usadas y el tamaño final del teclado.

#### DESARROLLO N° 3

En base a las dos experiencias anteriores se propone una tercera idea la cual mantiene un mouse y un mini teclado, pero con dos variantes:

\* El mouse se reemplaza por un joystick.

\* El mini teclado se diseñara para optimizarlo y adaptarlo a las limitaciones motrices del niño.

Cualquiera de las soluciones adoptadas busca dividir el mouse del teclado, generando independencia entre los movimientos de las manos. Además permiten ubicarlos en el lugar que le resulte más cómodo al niño para sus movimientos.

A partir de este análisis previo se comienza a trabar en el desarrollo del sistema, centrando el trabajo en tres aspectos fundamentales:

Mouse ergonómico o joystick

Mini teclado adaptado

Software de control

#### DISEÑO DEL MOUSE ERGONÓMICO

Respecto al mouse, se intentaron varios diseños pero en todos los casos se ve la dificultad en el sincronismo de los movimientos de ambas manos. Es muy difícil que el niño pueda realizar movimientos de tipeo con los dedos de ambas manos. Es por esto que se piensa en reemplazar el teclado de 7 teclas, que simularía el mouse, por un joystick utilizado para el control en los videos juegos. Se realizaron pruebas con dos joysticks según vemos en las Fig 3 y 4, donde se observa la diferencia entre ambos. Según comentó la mamá, el niño utiliza muy bien el joystick de la Fig. 3 ya que juega mucho y se entretiene con los juegos de video que lo utilizan, pero lo hace con ambas manos, cosa que para nuestro diseño es un problema ya que con la mano izquierda debe escribir sobre el teclado diseñado. Este detalle lleva a considerar un modelo más grande, de manejo más fácil y que tenga varios botones para que se pueda adecuar el más conveniente al niño, según muestra la Fig. 4



Fig. 3 - Modelo 1

Fig. 4 - Modelo 2

Con el modelo de la Fig. 4 se observa que el niño se desenvuelve mucho mejor, con mayor velocidad que el anterior y lo más importante que puede manejarlo con una sola mano. Además se cuenta con varios botones, en ubicaciones diferentes, para poder ver cual es el que mejor se adapta y reemplazar al botón derecho e izquierdo del mouse y las funciones asociadas a ellos, logrando de esta forma, mediante este joystick sustituir el mouse en todas

sus funciones. Se decide entonces adoptar este modelo para seguir con los diseños posteriores del sistema. La comunicación del joystick será al puerto serie (DB9, PS2 O USB) para poder implementarlo y reemplazar el mouse por éste.

### DISEÑO DEL MINI TECLADO ADAPTADO

Para el diseño del mini teclado se analizan dos alternativas posibles.

En la primera se distribuyen las teclas en forma estándar utilizando para esto la parte numérica de un teclado de 128 teclas, pensando en un uso efectivo de 4 dedos por parte del niño. En pruebas realizadas se comprueba que en realidad solamente tiene la fuerza necesaria para poder teclear con dos dedos de la mano izquierda y, se complica mucho el hecho de que, las teclas estén tan cerca y sean de duro accionar ya que uno de los requisitos necesarios es la repetición en el tecleo. Para intentar corregir este inconveniente se procede a desarmar el teclado y ubicar las teclas en forma más separada y buscando la mejor disposición que se adapte a los movimientos del niño.

La segunda se elige una vez encontrada la disposición de las teclas, optando por reemplazar las teclas plásticas por unas teclas de contacto de goma o por micro llaves ya que, en las observaciones resulta que, con este tipo de teclas, el niño podía realizar mejor los movimientos y con menor fuerza.

Se resuelve diseñar y armar un teclado multifuncional en cada tecla para limitar la cantidad de teclas y permitir la ubicación de las mismas en un diseño más amplio. Luego de varias pruebas se distribuye el teclado en dos partes. Una fija que contiene las principales teclas multifunciones, y otra móvil que contiene las funciones especiales. Esta opción separa las teclas que no son de uso tan frecuente asignándoselas a la mano derecha sin sobrecargar a la izquierda.

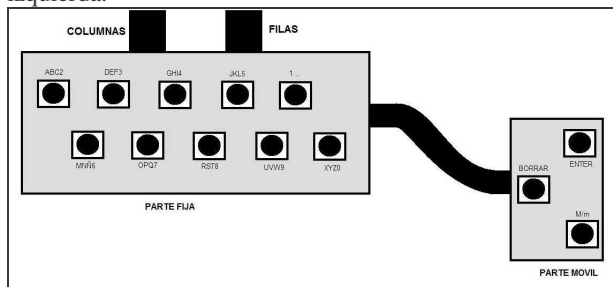


Fig. 5 – Esquema del teclado

De las pruebas finales realizadas solamente se le agregó a cada tecla un aplicativo que le permite poder usarlas sin problemas.



Fig. 4 – Prototipo del mini teclado

Con esta última corrección se finaliza con el diseño del teclado ya que todas las pruebas realizadas con el mismo demostraron que se adapta en forma correcta y eficiente a las necesidades del niño cumpliendo con el objetivo planteado al comienzo del proyecto.

Por otro lado y, sin perder la funcionalidad lograda con el diseño, se realizan cambios que tienden a la mejora estética del teclado para lograr una óptima adaptación utilizando teclados de membrana para una mejor sensibilidad.

### DISEÑO DEL SOFTWARE

Como primera fase se analizan cuales son las necesidades académicas que el software debía cubrir, porque el niño con la computadora realiza todas las actividades escritas en el aula y le entrega a la maestra la tarea en un disquete, identificando lo siguiente:

- Escritura alfanumérica
- Buscar archivos
- Guardar archivos
- Imprimir lo escrito

Para el diseño del software se utiliza como base el visual basic y la configuración elegida es la que permite realizar las acciones antes mencionadas. A estas acciones se le agrega:

- Estilos de letra
- Tamaño
- Alineación

Por otro lado y como parte auxiliar del sistema, se le agrega un teclado alfanumérico similar al que el niño utiliza para que pueda escribir directamente utilizando éste, evitando que el niño pierda una clase por rotura o mal funcionamiento del teclado exterior.

El inconveniente que surge durante las pruebas del software radica en la necesidad del que el teclado se debe utilizar no solamente para el software desarrollado, sino para cualquier aplicación de Windows.

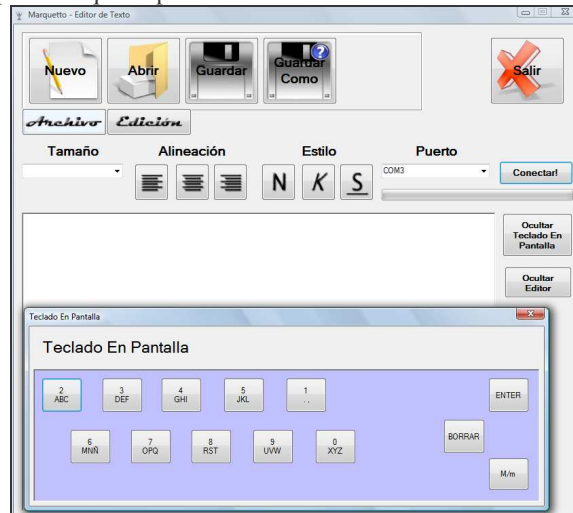


Fig. 5 – Software Marquette

Esto marcó la necesidad de desarrollar un driver para el teclado y para el mouse que se cargue en cualquier momento o al inicio de Windows y disponible para cualquier aplicación. Además y adaptando el sistema a la realidad de las nuevas PCs que no traen conexión DB9, se le agrega al software desarrollado la opción de elegir en que puerto conectarse (COM2, COM3 ...) en el caso de

utilizar la conexión USB. Como un opcional mas se le agrega la posibilidad de “predicción de palabras” lo cual agiliza la escritura.

#### INTERFACE DE COMUNICACION

La comunicación entre los periféricos y la PC se realiza mediante una interface a la cual acceden el teclado y el joystick y permite la comunicación serie ya sea por puerto USB o DB9



Fig. 6 – Interface de comunicación utilizada

Para poder realizar tal comunicación se utiliza un microcontrolador PIC 16F873 programado para identificar y decodificar filas y columnas pertenecientes a los periféricos y el MAX232. Este último no se utiliza en el caso de conectarlo por USB.

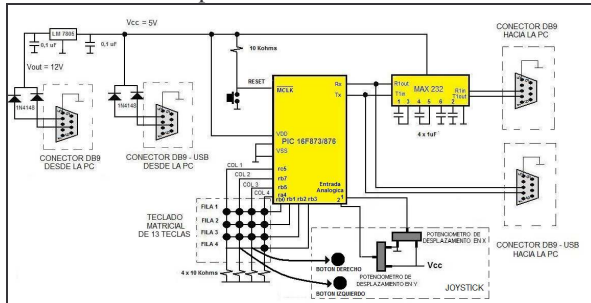


Fig. 7 – Esquema del circuito utilizado

#### IV. RESULTADOS DE LA EVALUACION

Durante los 5 meses que llevó la evaluación del prototipo se logra interpretar realmente la problemática del niño ya que, una cosa es leer informes, y otra, es convivir y ver la realidad del día a día. Ver las dificultades que aparecen hasta en el más simple de los movimientos. Estas dificultades determinaron ajustes tanto al software como al hardware siempre pensado en mejorar y facilitar la aplicación del desarrollo. Estas modificaciones surgieron de las pruebas realizadas y de los aportes de aquellos que conviven día a día con el niño.

Este trabajo se pensó para mejorar la calidad de vida de su usuario de 9 años, pero, indudablemente esto redundará en beneficios futuros que no se pueden dimensionar en el presente. Esperamos que el aporte de ésta herramienta favorezca el desarrollo de aptitudes y actitudes para su desempeño tanto escolar, como laboral y profesional

#### V. CONCLUSIONES

De las pruebas realizadas podemos concluir que lo desarrollado cumple con el objetivo planteado, mejorando la performance escolar del niño en la clase.

Además, el sistema desarrollado se puede utilizar para cualquier actividad con la PC en cualquier ámbito de estudio o de trabajo, ya que el mismo es adaptable, de fácil instalación y funcionan los periféricos para cualquier aplicación de Windows.

Por otro lado, si bien en el mercado existen productos que se utilizan para personas con este tipo de patologías, ninguno lo hace con las características del sistema diseñado y se adapta en forma eficiente a las necesidades del niño. El nuevo diseño es utilizable tanto para diestros como zurdos, lo cual facilita la adaptabilidad del mismo. El desarrollo esta basado en un caso puntual, pero se puede adaptar a cualquier niño o adulto que sufra patologías de este tipo con pequeños cambios, y a un costo muy bajo siendo utilizable por personas que tienen patologías que comprometen la funcionalidad de los miembros superiores con movimientos alternados, coordinación mano-ojo distorsionada y cruce de la línea media con los miembros superiores. Estas patologías además, de la ya analizada (encefalopatías no evolutivas) pueden ser:

- Esclerosis múltiple
- Esclerosis lateral amiotrófica
- Accidentes cerebro vasculares

Para concluir y, sumando experiencias enriquecedoras recogida durante este tiempo, solamente resta seguir perfeccionando el prototipo del teclado hasta lograr un producto debidamente acabado que resuelva definitivamente la problemática planteada siendo más duradero y confiable.

#### REFERENCIAS

- [1] ONSEMI - National Instruments Data Sheet – National Editions - 2007
- [2] Ramón Pallas – Sensores y acondicionadores de señal –Ed. Paraninfo – 9 na. Edición
- [3] PICs Data Sheet – Microchips Editions – 2005
- [4] <http://www.bj-adaptaciones.com>
- [5] [http://www.grupogeme.com/esp/interna\\_microteclados.htm](http://www.grupogeme.com/esp/interna_microteclados.htm)
- [6] <http://www.care.org.ar/productos.htm>
- [7] <http://sid.usal.es/idocs/F8/8.2.1.2->
- [8] 139/147/43\_44\_nuevas\_tecnologias.pdf
- [9] [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
- [10] [www.marquette.com.ar](http://www.marquette.com.ar)
- [11] <http://www.youtube.com/watch?v=wOrinYuOj80>
- [12] <http://www.neurorehabilitacion.com/hidrocefalia.htm>
- [13] <http://www.tecladoenpantalla.com.ar>
- [14] <http://www.wikipedia.com>
- [15] <http://www.solarbotics.net/library/datasheets>