

USO DE LOS MOVIMIENTOS DE LA CABEZA PARA EL CONTROL Y DESPLAZAMIENTO DE UN JUGUETE EN NIÑOS CON DISCAPACIDAD TETRAPLÉJICA C5-C7

USE OF THE MOVEMENTS OF THE HEAD FOR THE CONTROL AND MOVEMENT OF A TOY IN CHILDREN WITH TETRAPEGIA DISABILITY C5-C7

Johan David Fandiño Mendoza, Diego Alejandro Ramírez Aguja

Resumen: Este artículo presenta el diseño e implementación de una tecnología lúdica enfocada a niños con tetraplejia C5-C7, desarrollada con el fin de otorgarles a este tipo de personas una mayor autonomía en la realización de actividades a través del juego, fortaleciendo así su parte emocional y sus interacciones sociales con los demás. El sistema consta de un casco sensor que se ajusta a los movimientos de la cabeza del niño y un vehículo prototipo que es controlado por este. Este dispositivo fue caracterizado por pruebas realizadas a dos niños de edades 10 y 13 años con tetraplejia C5-C7 quienes decidieron participar de manera voluntaria y con permiso de sus padres en las actividades lúdicas, las cuales constaron de diferentes escenarios en los cuales se ubicaba al niño en distintos sitios con el fin de evaluar la capacidad de sus movimientos y la respuesta del juguete a estos. Durante el desarrollo de la actividad se evidenciaron cambios positivos en la actitud que presentaban los niños, a pesar de que al inicio tuvieron problemas para adaptarse al dispositivo, además de esto se evidencio que dicha actividad fomentaba sus procesos cognitivos ya que debían moverse teniendo en cuenta ciertos obstáculos los cuales debían evitar para completarla en el menor tiempo posible. Al finalizar las pruebas se realizó una encuesta a los niños y a sus padres para evaluar el nivel de satisfacción y aceptación del dispositivo.

Palabras clave: Actividad lúdica, dispositivo, movimiento, tetraplejia.

Abstract: This article presents the design and implementation of a playful technology focused on children with tetraplegia C5-C7, developed in order to give this type of people greater autonomy in the realization of activities through the game, thus strengthening their emotional and your social interactions with others. The system consists of a sensor helmet that adjusts to the movements of the child's head and a prototype vehicle that is controlled by it. This device was characterized by tests performed on two children of ages 10 and 13 years with tetraplegia C5-C7 who decided to participate voluntarily and with permission from their parents in playful activities, which consisted of different scenarios in which it was located child in different places in order to evaluate the capacity of their movements and the response of the toy to them. During the development of the activity there were positive changes in the attitude presented by the children, although at the beginning they had problems adapting to the device, besides this it was evidenced that said activity encouraged their cognitive processes since they had to move taking into account certain obstacles which they should avoid to complete in the shortest possible time. At the end of the tests, a small survey was conducted on the children to assess the level of satisfaction and acceptance of the device.

Key words: Device, movement, playful activity, tetraplegia

1. Introducción

La Tetraplejia se define como la disminución o pérdida de la función motora y/o sensitiva en los segmentos cervicales de la médula espinal causada por daño de los elementos neurales dentro del canal espinal. Se puede clasificar en distintos tipos (C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7) [1]; en este proyecto nos enfocamos desde la C5 a la C7, ya que presentan una característica

en común; la cual es; que las personas con estos tipos de tetraplejía aun preservan movilidad de la cabeza y el cuello. En la actualidad se ha evidenciado que tanto los problemas emocionales como sociales se hacen notar mucho más para los niños con parálisis tetrapléjica que para las personas que no padecen de esta enfermedad, como lo puede ser la baja autoestima que se ve evidenciada de muchas formas, llegando a cambiar su actitud o disminuir su desempeño social. Por esta razón se han implementado técnicas como juegos o diferentes actividades didácticas con el fin de mejorar el autoestima del niño, pero este tipo de juegos y actividades por lo general son algo ortodoxas y no tan didácticas; más que todo para un niño con tetraplejía que es más complicado de tratar. Por lo cual se ha convertido en una cuestión de mayor importancia el fomentar los movimientos y la autonomía para este tipo de niños, de una forma que para ellos sea divertida y diferente de lo común. Conscientes de estas necesidades, se planteó el diseño e implementación de un sistema que permitiera a los niños de manera autónoma el control de un juguete mediante los movimientos de su cabeza, brindándoles así una herramienta para su recreación y el fortalecimiento de sus emociones. Con respecto al desarrollo del proyecto, éste se llevó a cabo a través de las siguientes fases: fase conceptual, fase de requerimientos, diseño, implementación y finalmente la fase de presentación de los resultados. En la fase conceptual se investiga sobre los diferentes niveles de tetraplejía, funcionamiento de un acelerómetro y comunicación bluetooth; la siguiente fase comprende la definición de requerimientos y la selección de componentes; en la fase de diseño se aborda el diseño electrónico y la programación de las tarjetas KL25Z a través de la plataforma MBED; la fase de implementación consiste en el montaje electrónico, la comunicación entre las tarjetas de manera inalámbrica mediante bluetooth, pruebas y ajustes finales. Una vez culminadas las anteriores fases se procedió a evaluar los resultados obtenidos

a través del funcionamiento del proyecto en nosotros mismos y posteriormente en dos niños de diferentes edades.

2. Descripción de la alternativa

El juego se constituye como una actividad complementaria y esencial para el crecimiento de los niños y jóvenes, aun mas si presentan problemas emocionales o sociales; como lo es el caso de los niños con tetraplejia que necesitan fortalecer sus habilidades y destrezas primordiales para su vida adulta. Por lo general, la actividad se adapta a las características propias del individuo, lo que no nos permite que la misma actividad pueda ser utilizada con otros sujetos de características diferentes, por lo que es necesario que el juguete sea un “diseño para todos”, de forma que niños y jóvenes con y sin deficiencia puedan usarlo. Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, se propone una actividad atractiva y divertida que consiste en que el participante a través de ciertos movimientos de su cabeza, pueda controlar remotamente el desplazamiento de un carro de juguete en un ambiente cotidiano con ciertos obstáculos.

3. Materiales y Métodos

La metodología implementada para el desarrollo del trabajo propuesto se describe en el diagrama de bloques de la Figura 1, donde se observa la estructuración planteada para la construcción del sistema.

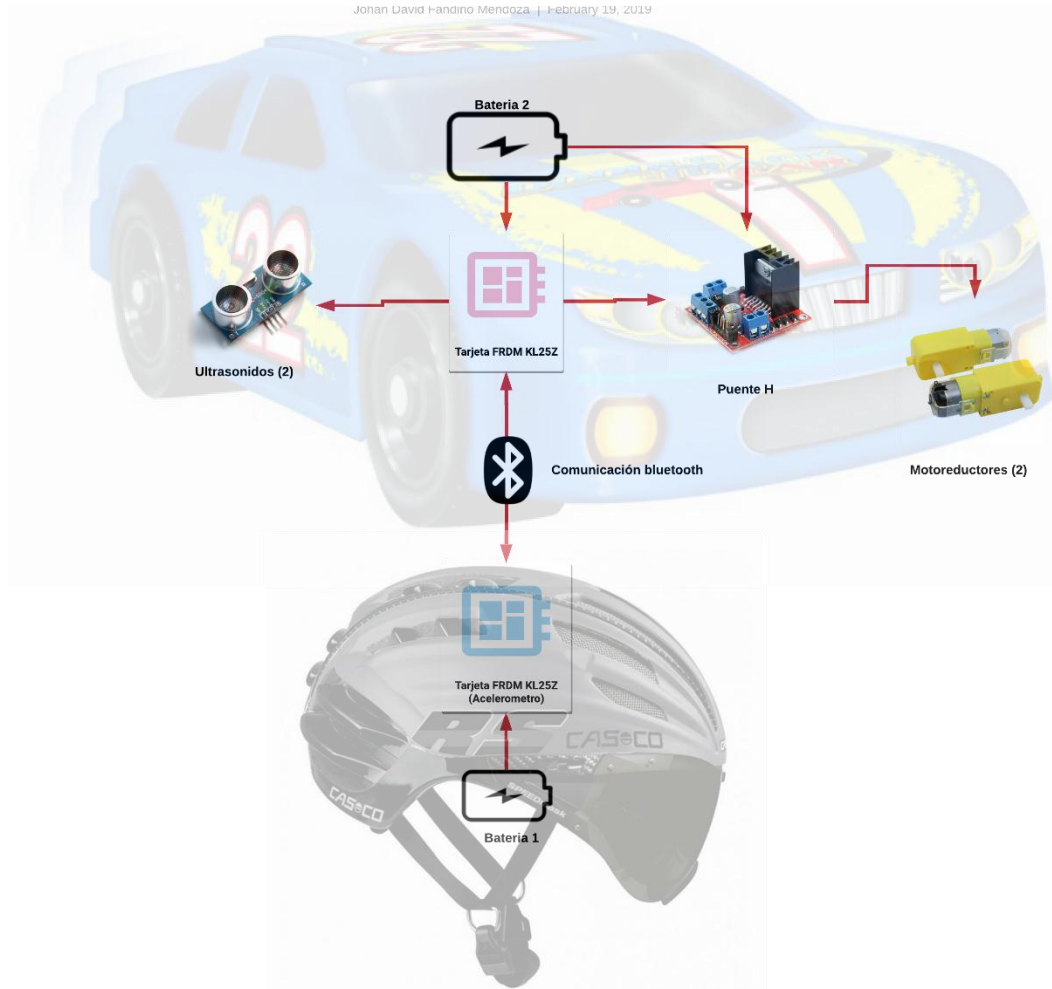


Figura 1. Diagrama de bloques del sistema

Fuente: Elaboración propia

3.4. Diseño del casco sensor

Para el diseño del casco sensor se utilizaron distintos componentes que permiten la medición de las variables de los ángulos de inclinación de la cabeza y la comunicación de dicha información vía bluetooth, todo esto acoplado a una tarjeta KL25Z y una batería que la alimenta; además el montaje de estos componentes se realizó sobre un casco de bicicleta (Figura 2), debido a que era la mejor opción puesto que cumplía con todos los requisitos (peso, rigidez y portabilidad) para el público al que estaba destinado.



Figura 2. Casco sensor vista lateral

Fuente: Elaboración propia

- **Modulo bluetooth HC- 05 (Maestro)**

Inicialmente se procedió a configurar dicho modulo mediante comandos AT (Figura 3) (Sus siglas provienen del inglés, de las dos primeras letras de la palabra ATtention) como maestro, modificando así su rol a través de los comandos y verificando su dirección para posteriormente establecerla en el otro modulo.

Basic AT commands

Command	Return	Parameter	Description
AT	OK	None	Test
AT+VERSION?	+VERSION:<Param> OK	Param: Version number	Get the soft version
AT+ORGL	OK	None	Restore default status
AT+ADDR?	+ADDR: <Param> OK	Param: Bluetooth address	Get module Bluetooth address
AT+NAME=<Param>	OK	Param: Bluetooth device name	Set device's name
AT+NAME?	+NAME:<Param> OK	Param: Bluetooth device name	Inquire device's name
AT+ROLE=<Param>	OK	Param:0=Slave role; 1=Master role; 2=Slave-Loop role	Set module role
AT+ ROLE?	+ ROLE:<Param>	Param:0=Slave role; 1=Master role; 2=Slave-Loop role	Inquire module role
AT+UART=<Param>,<Param2>,<Param3>	OK	Param1: baud rate (bits/s); Param2: stop bit; Param3: parity bit	Set serial parameter
AT+ UART?	+UART=<Param>,<Param2>,<Param3> OK	Param1: baud rate (bits/s); Param2: stop bit; Param3: parity bit	Inquire serial parameter

Figura 3. Tabla con los comandos AT básicos.[2]

Fuente: <https://chioszrobots.files.wordpress.com/2014/04/at-commands-hc05-chiosz-robots.jpg>

- **KL25Z (Acelerómetro)**

Posteriormente se procedió a realizar las respectivas conexiones del módulo a la tarjeta KL25Z (Figura 4); tarjeta la cual se escogió ya que en sus especificaciones incluía un acelerómetro (MMA8451Q) con una velocidad de datos de salida de 1.56Hz a 800Hz y una resolución de 8 y 14 bits [3]; además se utilizó una batería de 5v y 2600 mAh para la alimentación.

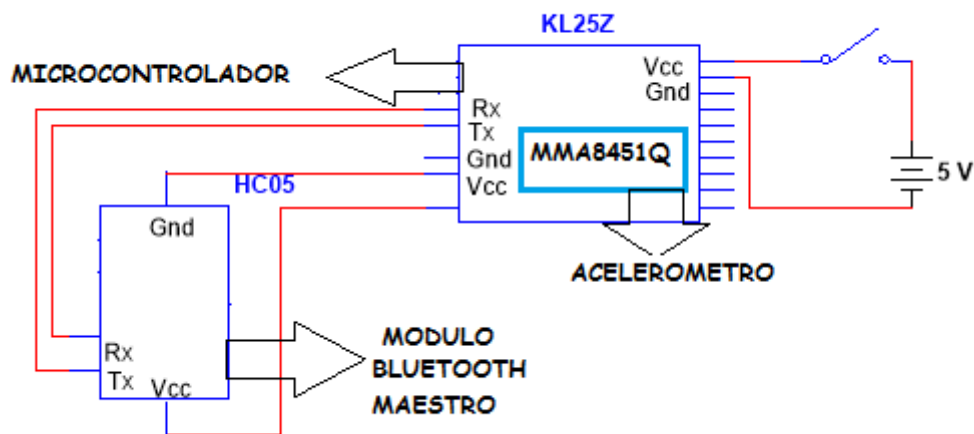


Figura 4. Plano circuital de la tarjeta con el modulo bluetooth y la batería

Fuente: Elaboración propia

Para la parametrización de los datos del acelerómetro se realizaron distintas pruebas gracias a una librería de la plataforma MBED la cual brindaba el valor en ángulos de las coordenadas X, Y, Z; datos que se analizaban en tiempo real a través del software hyperterminal, a continuación se muestran algunas imágenes de los datos obtenidos en las pruebas:

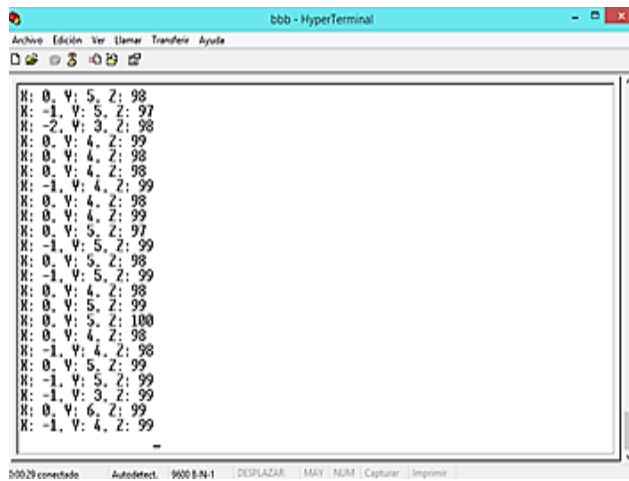


Figura 5. Muestreo de datos en posición de reposo

Fuente: Elaboracion propia

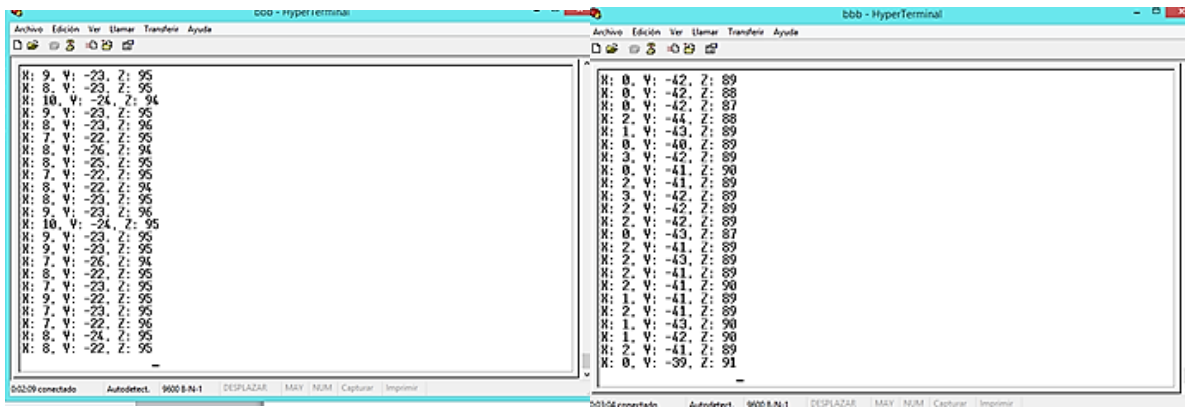


Figura 6 y 7. Muestreo de datos movimiento medio (izquierda) y rápido (derecha) hacia la izquierda

Fuente: Elaboracion propia

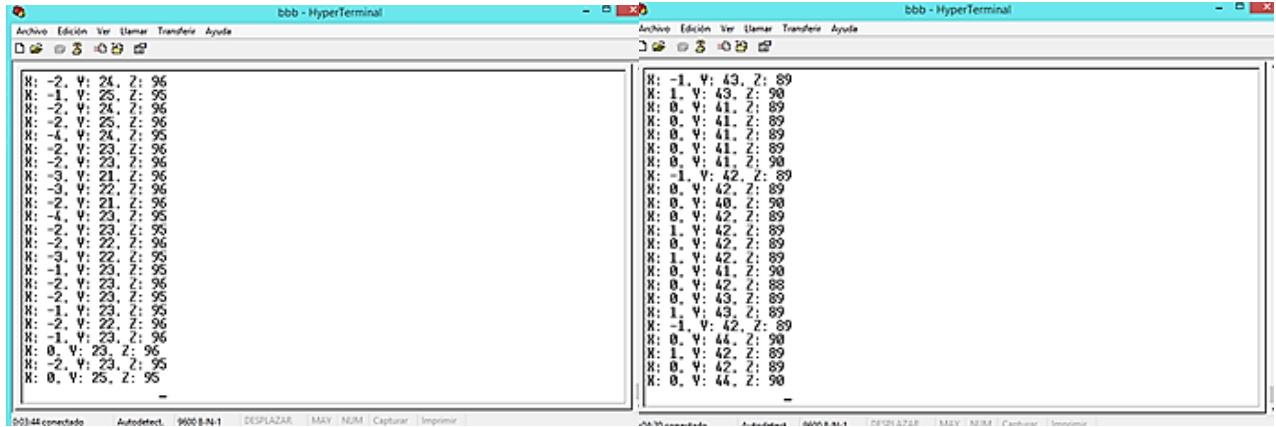


Figura 8 y 9. Muestreo de datos movimiento medio (izquierda) y rápido (derecha) hacia la derecha

Fuente: Elaboracion propia

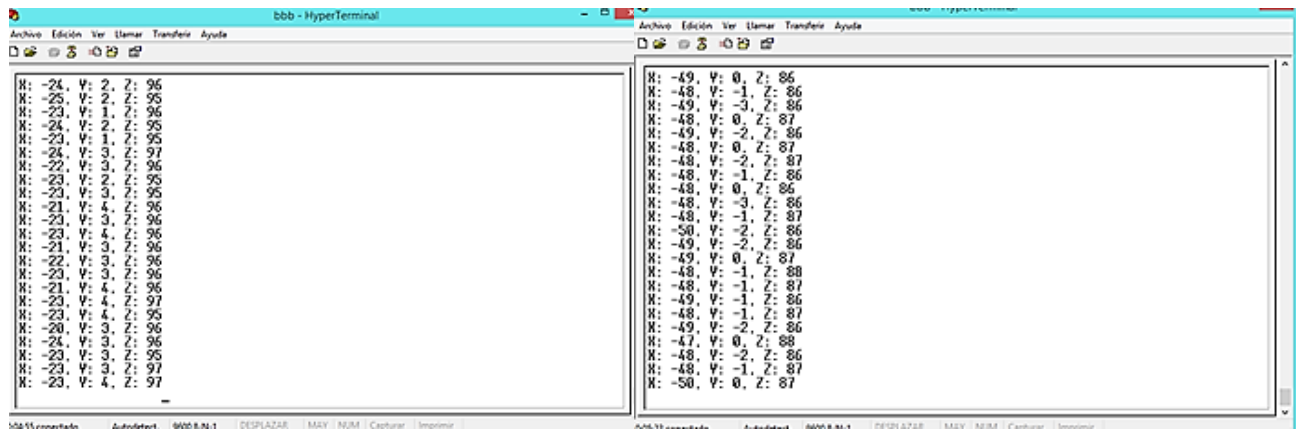


Figura 10 y 11. Muestreo de datos movimiento medio (izquierda) y rápido (derecha) hacia adelante

Fuente: Elaboracion propia

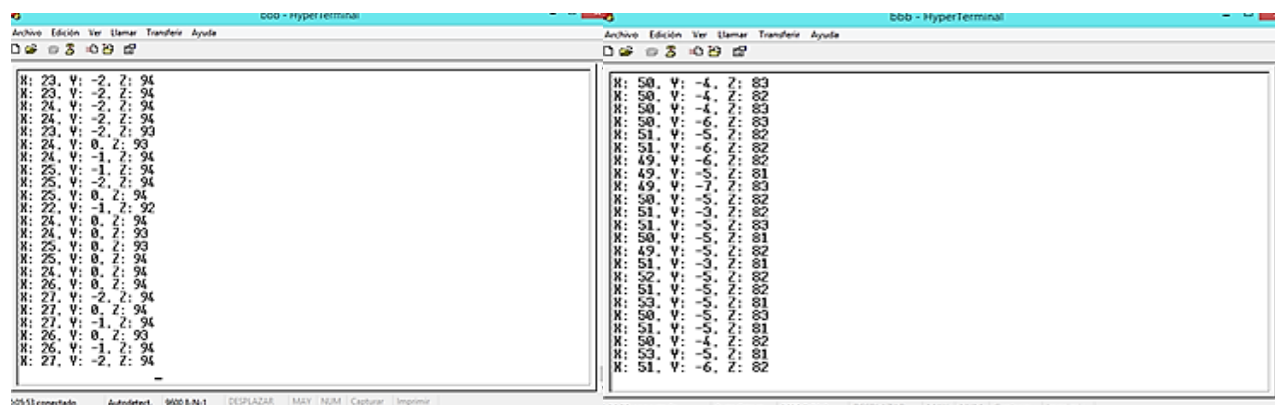


Figura 12 y 13. Muestreo de datos movimiento medio (izquierda) y rápido (derecha) hacia atrás

Fuente: Elaboracion propia

Con los datos obtenidos se realizó una tabla y su correspondiente grafica que se muestran a continuación, teniendo en cuenta que los datos obtenidos en Z no fueron utilizados debido a que los movimientos del vehículo solo se realizan en las direcciones X y Y.

Valores X	Valores Y
-1	4
-1	5
-2	3
0	5
0	4
9	-23
8	-23
7	-22
10	-24
8	-22
0	-42
2	-44
3	-42
0	-39
0	23
-1	25
-2	24

Tabla 1. Datos del todos los movimientos

-3	22
0	43
1	43
-1	42
-24	2
-25	2
-22	3
-20	3
-48	0
-49	-1
-50	-2
23	-2
24	-2
25	0
49	-5
50	-4
51	-6

acelerómetro en realizados

Fuente: Elaboracion propia

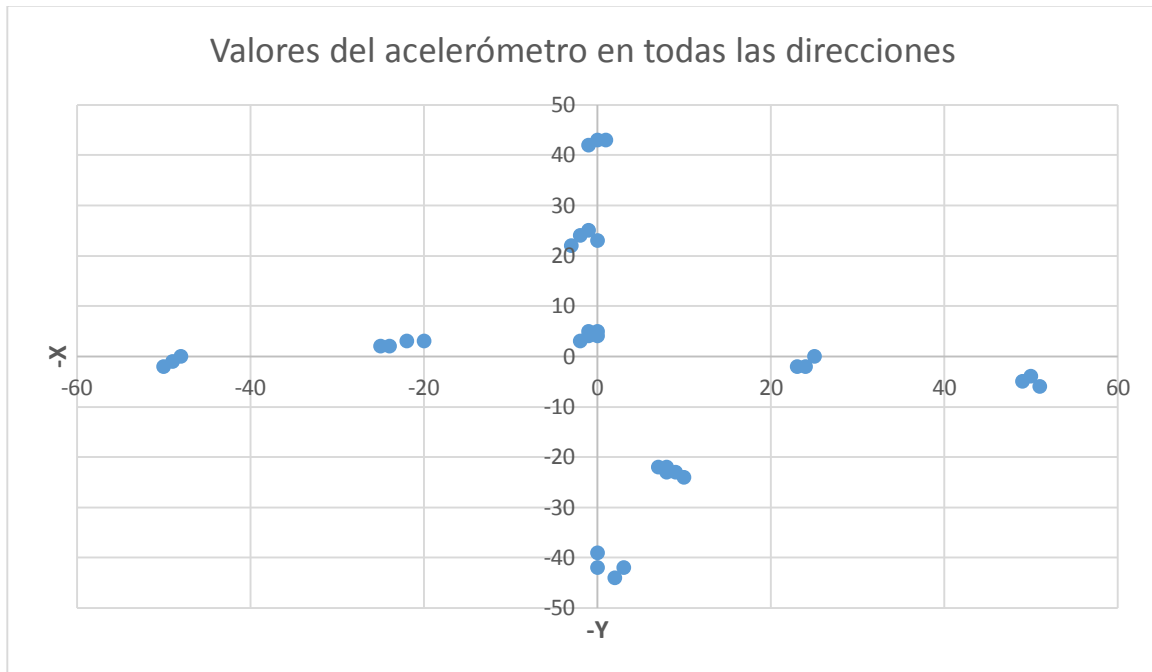


Figura 14. Gráfica de todos los datos obtenidos en las pruebas con el acelerómetro

Fuente: Elaboración propia

Al analizar la gráfica se observó una irregularidad en el eje de las Y negativas (movimiento hacia la izquierda) en el rango medio debido a la posición de la KL25Z en el casco, además de que dicha variación aumenta o disminuye dependiendo de la posición del usuario.

Durante el desarrollo de las pruebas se observó que en caso de un movimiento diagonal estos datos entrarían en conflicto con los que ya se tenían, por lo que se tuvo que verificar los valores del acelerómetro cuando se realizaba un movimiento de este tipo, a continuación se muestran los datos obtenidos a través de hyperterminal:

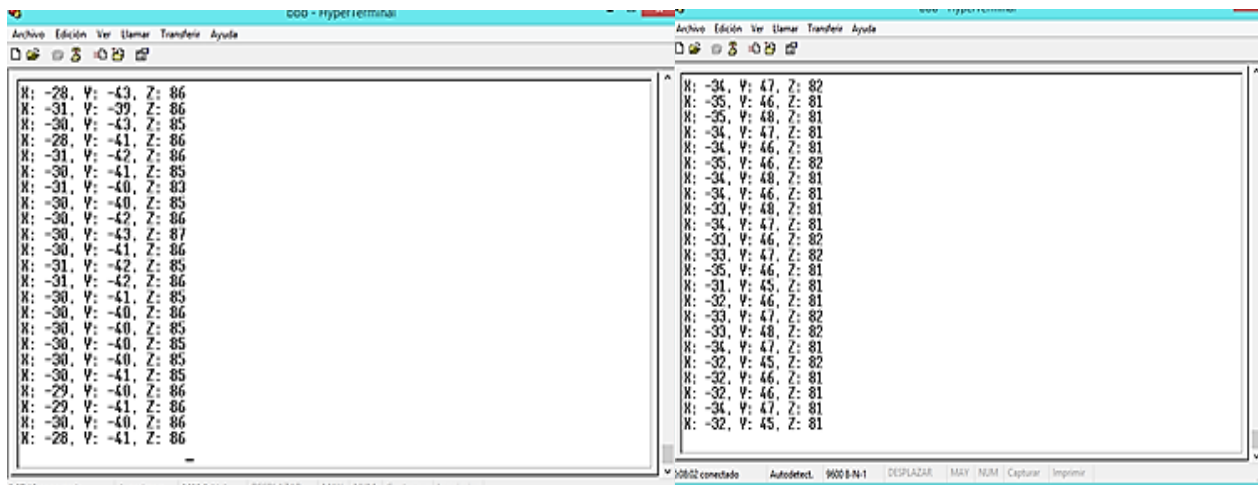


Figura 15 y 16. Muestreo de datos movimiento hacia el frente con inclinación hacia la izquierda (izquierda) y hacia la derecha (derecha)

Fuente: Elaboracion propia

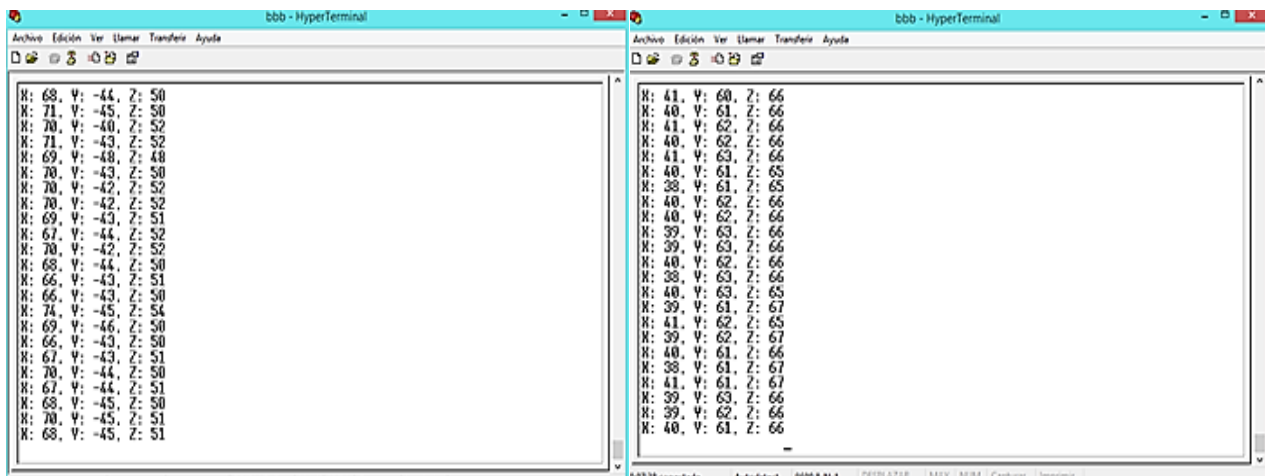


Figura 17 y 18. Muestreo de datos movimiento hacia atrás con inclinación hacia la izquierda (izquierda) y hacia la derecha (derecha)

Fuente: Elaboracion propia

Con los datos obtenidos se realizó una tabla y su correspondiente grafica que se muestran a continuación:

Valores X	Valores Y
-----------	-----------

68	-44
70	-40
-34	47
-33	48
41	60
39	63
-28	-43
-30	-43

Tabla 2. Datos del acelerómetro

en los movimientos diagonales

realizados

Fuente: Elaboracion propia

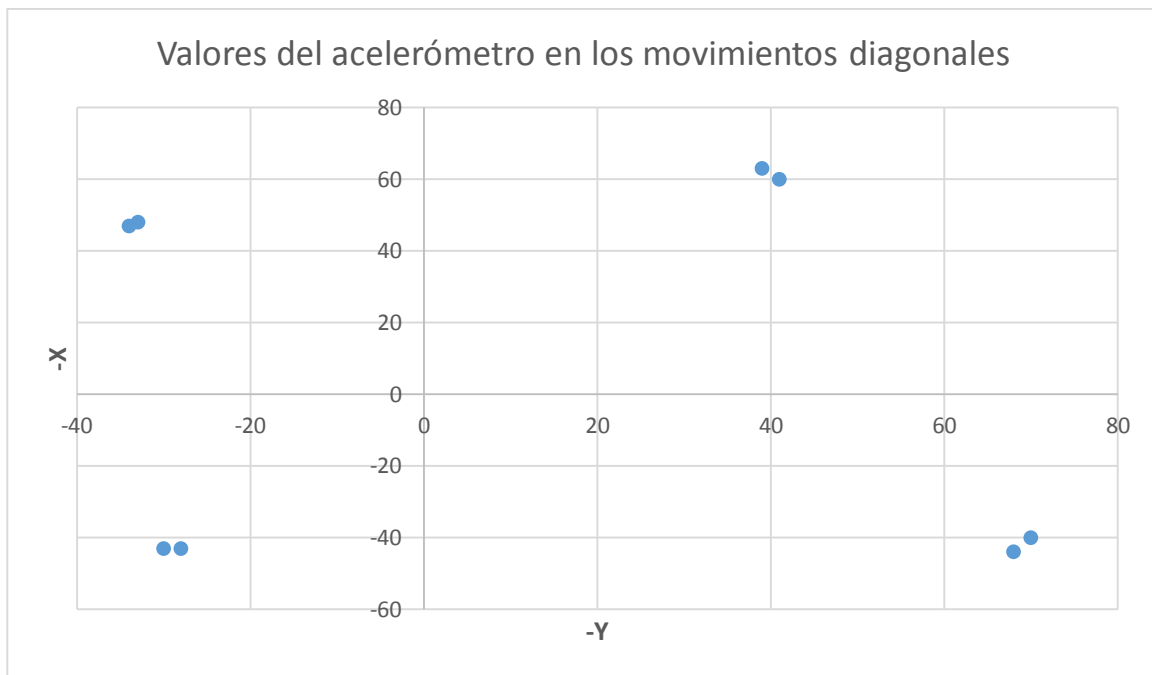
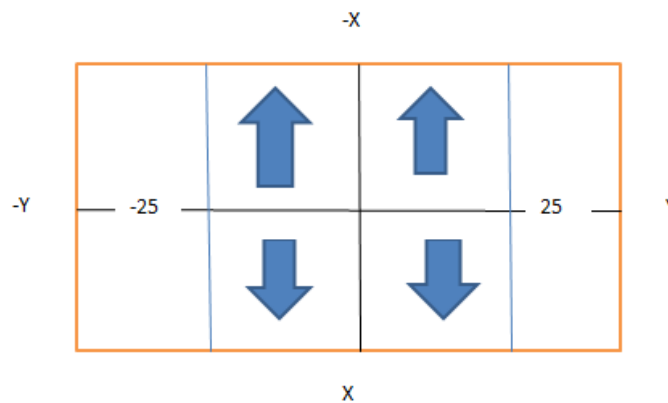


Figura 19. Grafica de todos los datos obtenidos al realizar los movimientos diagonales en las pruebas con el acelerómetro

Fuente: Elaboracion propia

Al analizar la grafica se observa que los datos ubicados en la derecha es decir en el eje de las X positivas (movimientos diagonales hacia atras) se encuentran muchos mas separados que los de la parte izquierda debido a la posicion de la KL25Z en el casco.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos a partir de los movimientos normales (izquierda, derecha, atrás y adelante) y de los movimientos diagonales, se decidió establecer ciertos rangos en los cuales si existía una variación en ambos ejes se consideraría como un movimiento diagonal (Figura 20 y 21) y no se tendría en cuenta.



: **Figura 20.** Gráfico de la consideración de un movimiento diagonal cuando se está realizando un movimiento hacia adelante o hacia atrás

Fuente: Elaboracion propia

Si en el momento de realizar un movimiento en el eje de las X positivas o negativas (hacia adelante o hacia atrás) se presenta una variación en el eje Y que este fuera de este rango $-25 > y > 25$ se considera como un movimiento diagonal.

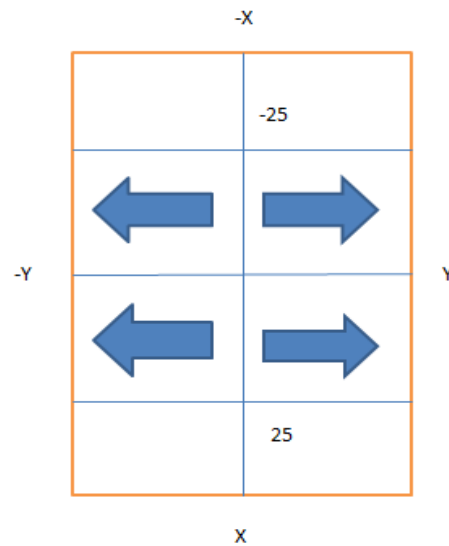


Figura 21. Gráfico de la consideración de un movimiento diagonal cuando se está realizando un movimiento hacia la derecha o hacia la izquierda

Fuente: Elaboracion propia

Si en el momento de realizar un movimiento en el eje de las Y positivas o negativas (hacia la izquierda o hacia la derecha) se presenta una variación en el eje X que este fuera de este rango $-25 > x > 25$ se considera como un movimiento diagonal.

Después de definir los rangos de los movimientos diagonales, se procedió a definir los rangos de los movimientos que si se tendrían en cuenta y sus velocidades (Figura 22).

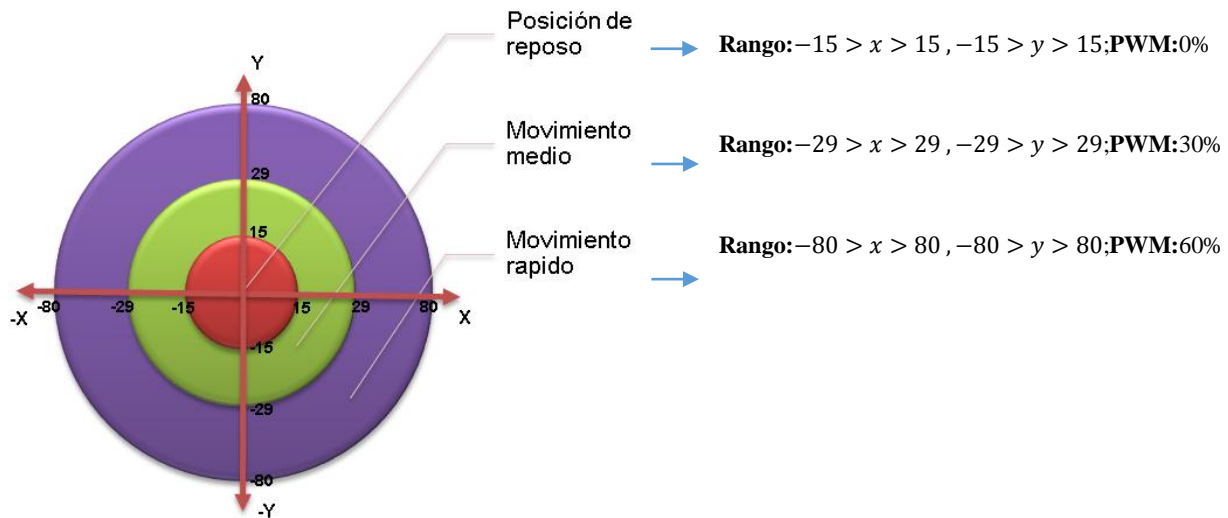


Figura 22. Gráfico de los movimientos posibles con sus respectivos rangos y velocidades

Fuente: Elaboracion propia

3.5. Diseño del carro

Para el diseño del carro se utilizaron distintos componentes que cumplieran diversas funciones, entre ellas, la recepción de la información de los movimientos realizados mediante comunicación bluetooth, la ejecución de dichos movimientos y la detección de obtaculos en la parte delantera y trasera del carro, todo esto conectado a una tarjeta KL25Z (Figura 23) y una batería capaz de brindar la alimentación necesaria y una buena autonomía.



Figura 23 y 24. Carro vista superior y frontal

Fuente: Elaboración propia

- **Modulo bluetooth HC- 05(Esclavo)**

Se realizo la configuracion de este modulo mediante comandos AT (Figura 3), confirmando que su rol (el cual viene configurado de fabrica) si fuera el de esclavo, luego de esto se realizo el cambio de su direccion por la del modulo que previamente se habia definido como maestro, ademas de establecer la misma velocidad. Posteriormente se procedio a verificar la conexión entre los dos modulos a traves del envio de caracteres.

- **Sensores de ultrasonido HC-SR04**

Dichos sensores (Figura 24) ubicados en la parte delantera y posterior del carro cumplen la funcion de mejorar la maniobrabilidad del vehiculo a traves de los obstaculos y paredes, especificamente al detectar un objeto dentro del rango establecido el carro corregira su trayectoria moviendose hacia un costado u otro; despues de algunas pruebas se establecio el rango de detección en 15 cm, debido a que con menos, en algunos casos si el carro tenia mucha velocidad en el instante de detectar un objeto, este no frenaba lo suficientemente rapido y terminaba colisionando.

- **KL25Z**

Se realizo un algoritmo para que se reconocieran los datos enviados desde la otra tarjeta que actuaba como acelerometro, datos los cuales se enviaban a traves de caracteres, dependiendo de la letra recibida, se enviaban los pulsos correspondientes al puente H para ejecutar un movimiento u otro con cierto porcentaje del PWM, teniendo presente en todo momento la

lectura de los ultrasonidos que en caso de detectar un objeto inmediatamente la tarjeta enviara los pulsos correspondientes para corregir la trayectoria del carro.

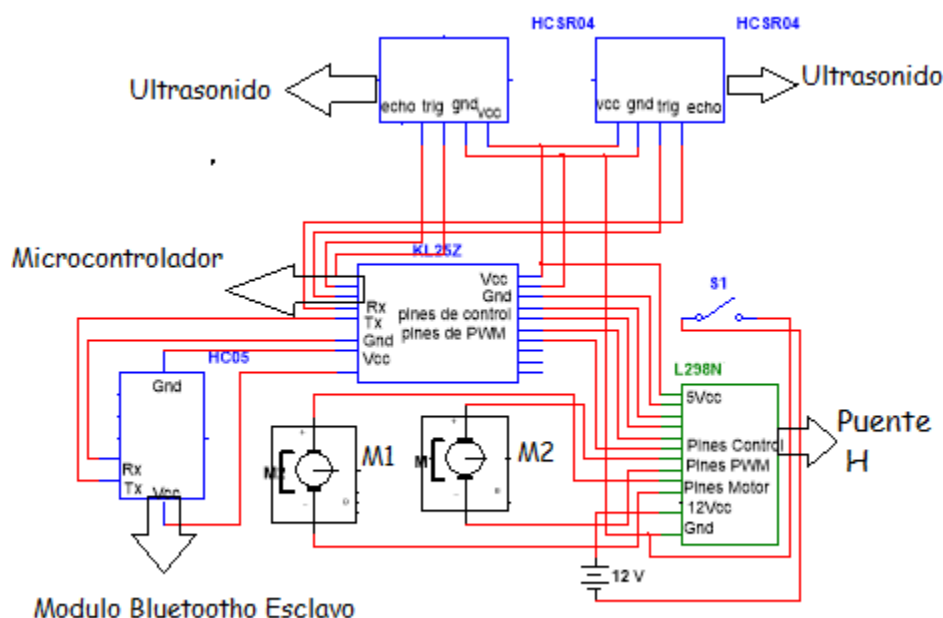


Figura 25. Plano circuital de la tarjeta con el modulo bluetooth, lo ultrasonidos, el modulo puente H con los motorreductores y la bateria

Fuente: Elaboración propia

- **Puente H (L298N) y motorreductores**

El porcentaje de PWM que se establecio para los motorreductores fue de 0%, 30% y 60%, siendo cada uno de estos valores asignados a los rangos de posicion de reposo, el de movimientos medios y el de movimientos rapidos, pensados con la finalidad de que a mayor grado de inclinacion la velocidad aumentara o visceversa. Dichos valores se establecieron a traves de distintas pruebas las cuales arrojaron que eran los mas optimos para que el carro se moviera a una velocidad lo suficientemente rapida para controlarlo eficazmente.

4. Resultados

Se planteo una actividad para dos niños con tetraplejia, con el fin de comprobar el funcionamiento del juguete y de su viabilidad en el campo de la recreacion para este publico infantil con limitaciones en cuanto a movilidad, uno de ellos tenia 10 años con un nivel de tetraplejia C6 y el otro 12 con un nivel de tetraplejia C7, dicha actividad estaba compuesta por 3 niveles de dificultad, niveles diseñados para evaluar aspectos como felicidad y entusiasmo (a traves de preguntas realizadas a los niños y a sus padres), desempeño del niño, del juguete y la sinergia entre ambos; cabe aclarar que no se incluyen fotografias por respeto a los niños y a sus padres que siempre estuvieron presentes durante el desarrollo de la actividad.

- **Labores previas al desarrollo de la actividad**

En un inicio se procedio a enseñar el juguete a los padres con el fin de que observaran que era seguro para sus hijos, luego de las respectivas comprobaciones se enseñó a los niños y se explico de la manera mas sencilla como usarlo, es decir, que movimientos tenían que hacer para controlar el juguete y cual era la posición mas optima para obtener los mejores resultados al momento de utilizarlo, posteriormente se pidio a los padres que acomodaran a sus hijos de la mejor manera posible en un silla ubicada en la sala. Despues de esto se puso el casco sobre la cabeza de los niños y se encendió junto al carro, pidiendo que lo probaran, esperando que se adaptaran y practicasen antes de empezar con la actividad y sus respectivos niveles de dificultad. Luego de esto y justo antes dar inicio a la actividad se hizo una pregunta a los niños “¿Qué tan emocionados estaban por el juguete? ¿Y como se sentian al respecto?” la ultima pregunta tambien se realizo a los padres de los niños.

- **Nivel 1**

Este nivel consistía en colocar un obstáculo en medio de la sala, de manera que el juguete se movilizara alrededor del obstáculo, sin estrellarse y volviendo al lugar de inicio en el menor tiempo posible. Durante el desarrollo del nivel 1, uno de nosotros estaba pendiente de las reacciones que tenía el niño mientras movía el carro y el otro contabilizaba los movimientos realizados, al finalizar se hizo dos preguntas a los niños “¿Cómo se sintieron durante dicho nivel? y ¿Qué tan difícil les pareció?” y una a los padres “¿Notaron algún cambio en el estado de ánimo de sus hijos?”.

- **Nivel 2**

Este nivel consistía en colocar dos obstáculos en medio de la sala separados por distancia considerable, de manera que el juguete se movilizara alrededor de los dos obstáculos, sin estrellarse y volviendo al lugar de inicio en el menor tiempo posible. Al igual que en el nivel 1, durante el desarrollo del nivel 2, uno de nosotros estaba pendiente de las reacciones que tenía el niño mientras movía el carro y el otro contabilizaba los movimientos realizados, al finalizar se realizaron las mismas preguntas a los niños y a sus padres.

- **Nivel 3**

Este nivel consistía en colocar tres obstáculos en medio sala separados por una distancia un poco menor, de manera que el juguete se movilizara alrededor de los tres obstáculos, sin estrellarse y volviendo al lugar de inicio en el menor tiempo posible. De la misma forma que en el nivel 2, durante el desarrollo del nivel 3, uno de nosotros estaba pendiente de las reacciones que tenía el niño mientras movía el carro y el otro contabilizaba los movimientos realizados, al finalizar se realizaron las mismas preguntas a los niños y a sus padres, además de una última en la cual se les preguntaba “¿Que opinaban acerca de la actividad?”.

Las respuestas y otros datos estadísticos obtenidos en la actividad se cuantificaron para su posterior análisis, dando como resultado lo que se muestra a continuación:

Niveles	Felicidad	Entusiasmo
Labores previas	2	9
Nivel 1	4	3
Nivel 2	5	6
Nivel 3	9	7

Tabla 3. Datos cuantificados obtenidos durante la actividad

Fuente: Elaboración propia

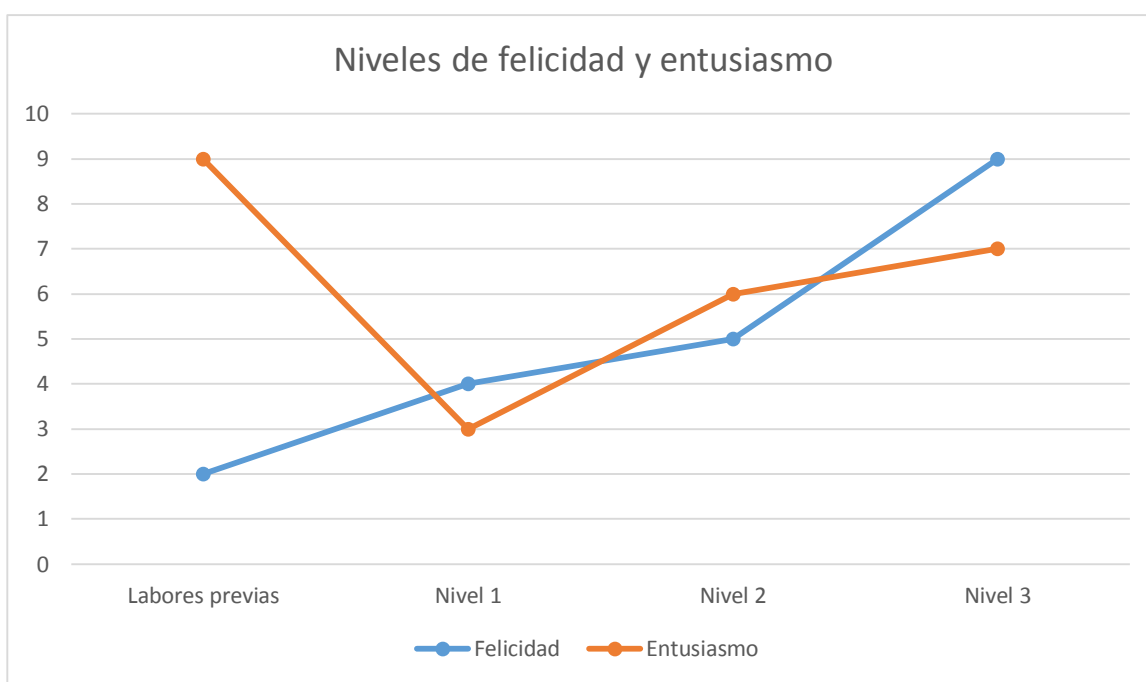


Figura 26. Gráfica que muestra los niveles de felicidad y entusiasmo a lo largo de la actividad

Fuente: Elaboración propia

La Figura 26 describe el nivel de felicidad y entusiasmo de los niños a medida que los niveles de dificultad aumentan, gracias a la labor de observación y las respuestas de ellos y sus padres. Se realizó esta gráfica con el fin de comprobar su estado de ánimo a medida que la actividad avanzaba y se iban adaptando al juguete.

Al inicio de la actividad se identificó un entusiasmo en los niños muy bueno ya que al mostrarles el dispositivo por primera vez este creció debido a que era algo totalmente nuevo para ellos, a medida que se desarrollaba cada nivel se identificó un cambio en su entusiasmo debido a que en un inicio no estaban muy seguros de completar la prueba por miedo a no divertirse, pero después el reto de completarla fue un factor muy importante en su motivación. Al mismo tiempo se observó un cambio en el nivel de felicidad que presentaron antes, durante y después de la actividad, el cual comenzó bajo por que no tenían la oportunidad de jugar muy a menudo y cuando lo hacían sus padres debían ayudarlos, pero al transcurrir cada nivel y sentirse capaces de jugar sin depender de la ayuda de otros generó ese sentido de independencia que no era muy común para ellos experimentar en su diario vivir, el cual incrementó su nivel de felicidad.

Niveles de dificultad	Niño 1	Niño 2
Nivel 1	7	9
Nivel 2	13	12
Nivel 3	16	19

Tabla 4. Datos del número de movimientos realizados con la cabeza en cada nivel

Fuente: Elaboración propia

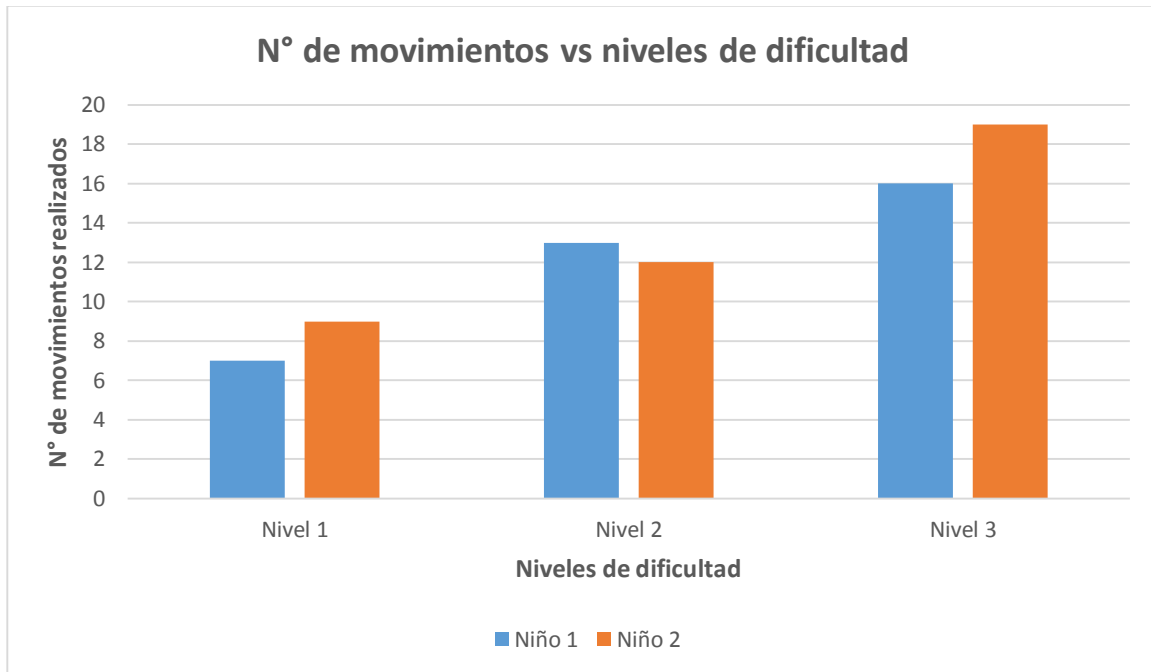


Figura 27. Grafica que muestra el número de movimientos de cada niño vs el nivel de dificultad

Fuente: Elaboración propia

La Figura 27 compara el numero de movimientos de cada niño realizados en cada nivel, mostrando como estos tienen un incremento a medida que los niveles de dificultad aumenta, gracias a la labor de observacion que se hizo en cada nivel. Se realizo esta grafica con el finde comprobar la facilidad que tenia o no el niño al momento de usar el juguete.

- **Niño 1**

El primer niño que realizo la actividad demostró un poco dificultad con los movimientos que hacía debido a que a pesar de las labores previas hasta hora se estaba adaptando al juguete en un entorno con obstaculos, pero logro hacerlo rápidamente a medida que el tiempo

transcurría y esto se puede observar claramente en la gráfica, ya que se muestran un menor número de movimientos completando el nivel en 1 y 3 en un menor tiempo.

- **Niño 2**

El segundo niño que realizó la actividad demostró una mayor dificultad al momento de su desarrollo debido al espacio, ya que no contábamos con un sitio tan amplio como el lugar en el cual el primer niño realizó la actividad. Pero igualmente se observó que en el nivel 2 realizó un menor número de movimientos.

5. Conclusiones

- Se logró implementar un casco sensor cómodo, de bajo costo y ajustable para distintos tipos de personas, el cual conserva sus características de portabilidad y rigidez gracias a una circuitería sencilla pero eficaz.
- Gracias a todas las pruebas realizadas con el acelerómetro incluido en la tarjeta KL25Z y la parametrización de los datos obtenidos en estas, se pudo desarrollar un algoritmo capaz de capturar los movimientos realizados teniendo en cuenta su grado de inclinación, además se tuvo que deshabilitar los movimientos diagonales para evitar errores al momento del uso de estos datos en los movimientos del carro, todo esto fue programado mediante la plataforma MBED.
- Se validó el funcionamiento y aplicabilidad del juguete por medio de las actividades realizadas a los niños en conjunto con los resultados estadísticos obtenidos, además de las opiniones de los padres y también las pruebas realizadas en nosotros mismos.
- La usabilidad del dispositivo en general le brinda al niño la posibilidad de realizar su proceso de recreación de manera autónoma y con completa naturalidad a través de

prácticas sencillas en un ambiente cotidiano, además de la capacidad de interactuar con personas sin dicha enfermedad ya que el dispositivo fue pensado con un “diseño para todos” y a su vez cumple con todos los requerimientos para ser utilizado en escenarios cotidianos los cuales suele frecuentar un niño, como lo pueden ser hogares, parques, etc.

6. Referencias

- [1] B. Polonio López y L. Garra Palud, *Terapia ocupacional en discapacitados físicos : teoría y práctica*. Médica Panamericana, 2003.
- [2] «at-commands-hc05-chiosz-robots.jpg (925x718)». [En línea]. Disponible en: <https://chioszrobots.files.wordpress.com/2014/04/at-commands-hc05-chiosz-robots.jpg>. [Accedido: 26-feb-2019].
- [3] «± 2g/4g/8g, Low g, 14-bit 3-axis Accelerometer | NXP». [En línea]. Disponible en: <https://www.nxp.com/products/sensors/motion-sensors/accelerometers-for-iot/2g-4g-8g-low-g-14-bit-digital-accelerometer:MMA8451Q>. [Accedido: 26-feb-2019].