

# Robótica educativa como herramienta de accesibilidad digital para potenciar habilidades en Javier (niño en condición de discapacidad psicomotriz)

Diana Vanesa Alonso Lucumi, Luisa Fernanda Espinosa Reyes, Wilson Daniel Gordillo Ochoa

*Universidad de Cundinamarca, Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería de Sistemas  
Fusagasugá, Cundinamarca, Colombia*

e-mail: [dianalonso93@gmail.com](mailto:dianalonso93@gmail.com), [zabisa24@gmail.com](mailto:zabisa24@gmail.com), [wgdordillo@ucundinamarca.edu.co](mailto:wgdordillo@ucundinamarca.edu.co)

*Resumen- ¿Qué es la robótica educativa?, ¿está la robótica educativa siendo un medio de aprendizaje para la educación inclusiva? Estas y otras preguntas son a las que se intentarán dar respuesta a lo largo de este proyecto de investigación. Por ello se pretende realizar un análisis de la robótica educativa en el ámbito de la educación inclusiva con personas en condición de discapacidad (motriz y/o cognitiva).*

*A partir de los conceptos relacionados con aquellos términos, teorías relacionadas con el aprendizaje de las personas en condiciones de discapacidad y proyectos relacionados al ámbito de la robótica y herramientas tecnológicas que permitan mejorar la calidad de vida de estas personas. Para ello, se proponen una serie de actividades que permitirán desarrollar habilidades o capacidades mediante el uso de herramientas tecnológicas, logrando así fortalecer las competencias y habilidades.*

*Palabras clave: Robótica educativa, Educación inclusiva, Desarrollo de habilidades, Investigación Cualitativa, Herramientas tecnológicas.*

*Abstract- What is educational robotics? Is educational robotics a means of learning for inclusive education? These and other questions are the ones that will be answered throughout this research project. Therefore, an analysis of educational robotics is carried out in the area of inclusive education with people with disabilities (motor and / or cognitive).*

*From the concepts related to those terms, theories related to the learning of people in conditions of disability and related projects in the area of robotics and technological tools that allow to improve the quality of life of these people. To do this, several activities are proposed that will allow the development of skills or abilities through the use of technological tools to strengthen skills and abilities.*

*Key words: Educational robotics, Inclusive education, Skills development, Qualitative research, Technological tools.*

## I INTRODUCCIÓN

En la actualidad los ambientes de aprendizaje han tenido notables cambios a partir de la incursión de la tecnología de información y la comunicación en los procesos de enseñanza y aprendizaje, esto ha permitido el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales, comunicativas, tecnológicas y creativas.

Existe un crecimiento preocupante a nivel mundial sobre el acceso al desarrollo tecnológico que puedan lograr las personas con alguna discapacidad; informes de la UNESCO reconocen el potencial educativo y cultural de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, pero igualmente advierte sobre la desigualdad que esta población tiene.

En Colombia el sistema educativo carece de un ambiente de aprendizaje que incluya a las personas en condición de discapacidad (física, psíquica o sensorial), se hace necesario indagar ¿Cómo se desarrolla la robótica educativa en ambientes de aprendizajes con población en condiciones de discapacidad?, ¿Qué tipos de herramientas tecnológicas se utilizan? Y ¿Cuál es el impacto que ha tenido?, estas incógnitas permiten tener claridad del tema y como se ha venido desarrollando con el tiempo.

## II CONTEXTUALIZACIÓN

### A. Robótica Educativa

Desde hace ya mucho tiempo hemos escuchado sobre la fabricación de objetos parecidos al ser humano, los cuales hoy en día son llamados robots.

El robot es una máquina autónoma con un cierto nivel de inteligencia el cual es capaz de observar su entorno y algunas veces imita algunos de los comportamientos del ser humano, estos se pueden emplear en labores de riesgo, fuerza en las que el ser humano no puede ejercer. Así mismo, existe aquellos

robots que están diseñados para emplearse en temas sociales, lúdico o terapéutico. Romero [1]

Por otro lado, se define el término robot como “un manipulador multifuncional y reprogramable, diseñado para mover materiales, piezas, herramientas o dispositivos especiales, mediante movimientos programados y variables que permiten llevar a cabo diversas tareas”. Felipe [2].

La robótica educativa o robótica pedagógica es una disciplina que trabaja en la concepción de la creación e implementación de prototipos robóticos y programas con fines pedagógicos. Gracias a la robótica educativa los docentes pueden desarrollar de manera práctica aquellos conceptos teóricos que suelen ser abstractos y muy confusos. De igual manera se despierta el interés de los niños por temas que tienen que ver con el mundo tecnológico.

Una de las características que se resalta por medio de la robótica educativa es la capacidad que posee para mantener la atención de los niños, ya que ellos pueden experimentar por ellos mismo sobre la actividad que realizan. “Pierre Nonnon y Jean Pierre definen que el uso de la robótica favorece los procesos de enseñanza – aprendizaje, puesto que permite integrar la teoría y la práctica al mismo tiempo” Bravo & Forero [3].

La robótica educativa surge como una nueva manera de integrar las tecnologías de la información y la comunicación (Tics) en los entornos educativos, gracias a que es un sistema interdisciplinario que permite potenciar el desarrollo de las habilidades y de igual manera permite crear conocimiento mediante un proceso de construcción basado en las experiencias.

En Colombia hasta el momento el término de robótica educativa se ha tomado con un contexto de aprendizaje que se apoya en las tecnologías digitales, adaptadas a modelos de aprendizaje. En la actualidad este método educativo es utilizado en diversos países como Corea, Japón, Estados Unidos, España, Italia, entre otros países desarrollados.

La robótica educativa permite desarrollar competencias como:

- Habilidades mentales.
- Actitudes creativas.
- Pensamiento reflexivo.
- Conocimiento de la cultura tecnológica.
- Habilidades para trabajar bajo su propio ritmo.

La Robótica Educativa permite entrar en contacto con las nuevas tecnologías a través del manejo de herramientas de software interactivo tal como la herramienta web Scratch Jr y kits de robóticas con fines pedagógicos. Así pues, la robótica educacional resulta adecuada para la contribución del desarrollo de aprendizaje en niños con síndrome de Down u otra condición de discapacidad psicomotriz.

## B. Investigación Acción

El método cualitativo investigación-acción, que fue propuesto por Kurt Lewin para estudiar realidades sociales e intervenirlas para mejorar su acción, es enormemente utilizado en el contexto educativo y relaciona la práctica educativa con la reflexión sobre cómo se lleva a cabo esta misma, con este método los investigadores pueden analizar situaciones y acciones de los problemas prácticos, además considera la acción desde los participantes ya que todos forman parte de la investigación.

El propósito principal de la investigación-acción no es tanto la concepción de conocimiento como el discutir las prácticas sociales y los valores que las integran con el objetivo de explicarlas. Esta metodología es un poderoso instrumento para reconstruir las prácticas y los discursos sociales.

Como indica Colmenares [4], La investigación-acción es una metodología que presenta unas características particulares que la distinguen de otras opciones del enfoque cualitativo; entre ellas podemos señalar la manera como se aborda el objeto de estudio, las intencionalidades o propósitos, el accionar de los actores sociales involucrados en la investigación, los diversos procedimientos que se desarrollan y los logros que se alcanzan.

Existen diversas ideas del proceso, esto ha llevado a la realización de diferentes modelos de investigación.

Para las etapas de esta investigación se dio elección al modelo de Whitehead (Figura 1) (citado en Torrecilla [5]) quien criticó las propuestas de Kemmis y de Elliott, por deducir que se alejan en gran medida de la realidad educativa convirtiéndose sobre todo en un ejercicio académico. Por el contrario, este orienta dicho modelo de investigación acción hacia la realidad educativa, permitiendo mejorar las relaciones de la teoría educativa y el desarrollo profesional. Sus etapas o ciclos son los siguientes:

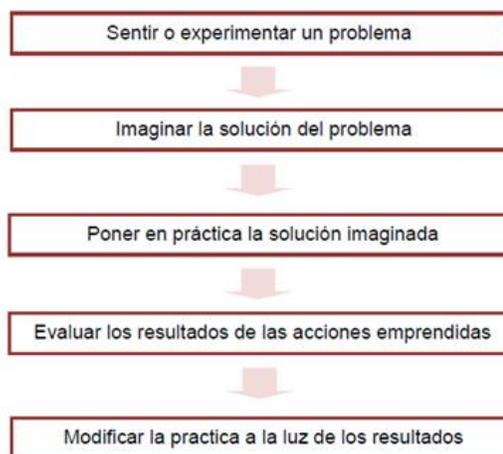


Figura. 1. Ciclo de la investigación-acción según Whitehead (1991)

Sin embargo, las etapas de la investigación acción son más una manera de disciplinar los procesos de investigación que maneras de representar la investigación. Contribuyen a organizar el proceso.

Es por ello que adicionalmente esta investigación se basa en el modelo procedimental para la metodología de la investigación acción en contextos educativos de Teppa [6], cuyos momentos o fases son:

- Inducción: Problema y diagnóstico
- Elaboración del plan estratégico: planificación
- Ejecución del plan estratégico: Observación - Acción
- Producción intelectual: Reflexión

### III OBJETIVO

Fundamentar el desarrollo de habilidades comunicativas, motrices e intelectuales de Javier (niño en condición de discapacidad psicomotriz), mediante el uso de diversas herramientas tecnológicas y robótica educacional.

### IV METODOLOGÍA

#### A. Inducción: Problema y diagnóstico

La primera fase requería el reconocimiento de las deficiencias en cuanto al desarrollo de las habilidades del participante (Javier), así como establecer un diagnóstico actual.

En primera instancia, los autores procedieron a realizar una introducción al entorno de estudio, más específicamente su habitación, lugar en el que pasa la mayor parte de su día a día y su entorno familiar. Donde se consiguió conocer a Javier y las personas con las que convive (Madre y padrastro), adicionalmente se indagó acerca de la situación física y mental actual. La madre manifestó falta de motricidad y dificultades para comunicarse a causa de su discapacidad, Javier ha sido diagnosticado con parálisis psicomotora en sus primeros meses de vida, en pocas palabras su cerebro sufrió un daño grave que no le permite mover con libertad su cuerpo.

Se consiguió definir el estado actual del participante de la siguiente manera:

Nivel educativo: Javier recibió educación brindada por parte de la alcaldía del municipio de Fusagasugá, en la escuela Santander con una intensidad de tres horas diarias, tres días a la semana, donde dio sus primeros pasos en lo que a escritura se refiere por medio de las comúnmente llamadas “planas”, pero pasado un año fue retirado de la institución. En el transcurso del último año y hasta la fecha, a diario practica la escritura copiando textos de la biblia, pero sin entender el significado de lo que escribe.

Estado físico: El participante requiere una silla de ruedas para moverse, también se hizo evidente la poca movilidad de su cuerpo en general en comparación a una persona común.

Asimismo, su capacidad para hablar es prácticamente nula a excepción de algunas palabras que logra articular que son entendibles, pero no aplica la correcta pronunciación, por ejemplo: “sí”, “gracias” y “no” por nombrar algunas de ellas.

Estado mental: A pesar de la falta de habla del participante, se logra mantener una conversación medianamente entendible, este consigue comprender perfectamente las preguntas realizadas y el contexto de la conversación sin desviar su atención a situaciones externas. Igualmente, tiene la iniciativa de devolver ciertas preguntas a los investigadores por medio de gestos.

Entorno: Se expone que mientras el participante está en la casa, permanece en su habitación y solamente sale de ella para ir al baño o comer. Los autores notaron el reducido espacio que posee para moverse por la habitación. Entre otras cosas se puede observar en esta, un computador que posteriormente se indica que pertenece a la hermana de Javier pero que se puede disponer de este sin problema. Igualmente se encuentra un equipo de sonido, un televisor que usa frecuentemente y un celular que pertenece al participante.

Disposición: Tanto el participante como su familia, mostraron excelente disposición en cuanto al horario y actitud, Javier, aunque su habla es muy limitada por no decir que nula, demostró gran aceptación hacia los investigadores.

Conocimiento del tema: Manifestaron no tener conocimiento alguno de robótica educativa.

Terapias: También se expone que recibe terapias de movilidad articular tres (3) veces por semana.

Después de revisar los aspectos mencionados, se encontró que el participante carece de una comunicación efectiva y aspectos básicos de motricidad y adicional se percibe que los hábitos diarios del participante no aportan de manera significativa a la mejora de estas deficiencias, y tampoco estimula la comunicación y resolución de problemas, que se ven directamente reflejados en la dependencia para realizar actividades diarias de subsistencia básica.

El análisis de las entrevistas con Javier y su madre permitió identificar oportunidades de cambio y/o mejora para la elaboración del plan estratégico de manera más acertada y objetiva, asimismo encaminarlo en pro de la mitigación de las deficiencias detectadas.

#### B. Elaboración del plan estratégico: planificación

Tabla I Plan estratégico

Objetivo estratégico	Acciones	Recursos
Conocer el entorno del participante (Javier).	Efectuar reuniones con el participante y su núcleo familiar.	Anotaciones. Fotografías.

Diseñar una estrategia metodológica para el aprendizaje significativo.	Indagar estrategias metodológicas y seleccionar las más apropiadas para el cumplimiento del propósito.	Internet. Textos.
Proponer actividades para el desarrollo de habilidades que presentan deficiencias arrojadas por la investigación.	Encontrar guías y/o referencias de juegos para niños con necesidades educativas especiales y seleccionar los juegos cuyos propósitos adapten a las necesidades del participante. Adaptar la metodología de los juegos con base en las herramientas tecnológicas seleccionadas.	Internet. Motor de búsqueda. Textos.
Búsqueda de herramientas tecnológicas para el desarrollo del aprendizaje.	Selección de las herramientas tecnológicas: Scratch, Makey Makey, Kit de robótica y Leo con Grin.	Internet. Textos.
Generar motivación en el participante para fomentar el desarrollo de sus habilidades.	Indagar fundamentos pedagógicos para la motivación durante las sesiones.	Diario de campo. Internet. Textos.
Ejecutar actividad que potencie el aprendizaje especialmente orientado a la inteligencia musical.	Realizar manualidad (piano). Seleccionar melodía a interpretar.	Diario de campo. Makey Makey. Piano (manualidad) Notas "Estrellita"
Aplicar actividades que promuevan el aprendizaje principalmente enfocado en la comunicación lingüística.	Hacer uso del software propuesto. Apoyar el proceso con ejemplos fonéticos en vivo para lograr una mejor comprensión de los sonidos.	Diario de campo. Plantillas de actividades. -Software Leo con Grin.
Llevar a cabo actividades de robótica educativa que pretendan aumentar la capacidad visual, auditiva, intelectual y/o motriz del participante.	Seleccionar los juegos cuyos propósitos adapten a las necesidades del participante.	Diario de campo. Kit de robótica educativa (Mbot). Objetos varios.
Analizar la efectividad en el desarrollo de	Indagar metodologías de evaluación para detectar	Diario de campo. Fotos.

habilidades al finalizar la puesta en práctica de las actividades.	indicadores de logros propuestos y establecer criterios de evaluación.	Videos. Textos.
--	--	--------------------

### C. Ejecución del plan estratégico: Observación – Acción

En primera instancia, se dio inicio el plan estratégico los días lunes, miércoles y viernes, con un aproximado de 2 horas por sesión, en la casa del participante (Javier) ubicada en Fusagasugá, barrio Eben-Ezer, manzana H.

Para fortuna de los investigadores se presentaron relativamente pocos obstáculos con respecto al tiempo, pues la disposición del participante fue incondicional, lo que llevó a efectuar las sesiones en las fechas establecidas exceptuando algunas escasas situaciones de cita médica o viaje esporádico. Por otro lado, hablando en cuestiones de espacio, si se presentaron serios obstáculos debido al reducido espacio del cuarto y en la casa en general, se hizo necesario optar por espacios exteriores en este caso el parqueadero de la manzana donde residen, extendiendo la libertad de manejo del participante en las actividades orientadas a robótica educativa, cabe aclarar que esta alternativa se veía afectada en muchas ocasiones por el clima lluvioso, lo que llevó a los autores a modificar el horario de las actividades en diferente ocasiones. Otro obstáculo que se evidencia es la resistencia de las cuerdas vocales y los músculos que están encargados de articular el habla, debido a la inercia presente por varios años.

Respecto al desarrollo de las actividades o juegos propuestos, todos estos fueron puestos en marcha en el hogar del participante y zonas exteriores próximas a este. El orden y la intensidad de sesiones por juego fue adecuándose en consecuencia del avance y las necesidades del participante, como resultado se realizaron 13 sesiones de piano (manualidad prototipo tecnológico de simulación con Makey Makey), 6 sesiones de vocales (software Leo con Grin), 2 sesiones de consonantes (software Leo con Grin), 14 sesiones de robótica educativa (kit mBot) y 1 sesión aplicando los 3 prototipos desarrollados por los investigadores (Figura 2), estableciendo un total de 33 sesiones.



Figura. 2. Prototipos tecnológicos elaborados por los investigadores

Inicialmente se implementaron las sesiones de piano (Figura 3), pasadas unas semanas comenzaron las sesiones de vocales de forma paralela (uso herramienta software). Continuando con el desarrollo de la investigación, se estableció que la sesión de piano y vocales se realizará de manera alterna, es decir: una clase de piano y la siguiente sesión vocales, así sucesivamente finalizando con las sesiones de la consonante L.

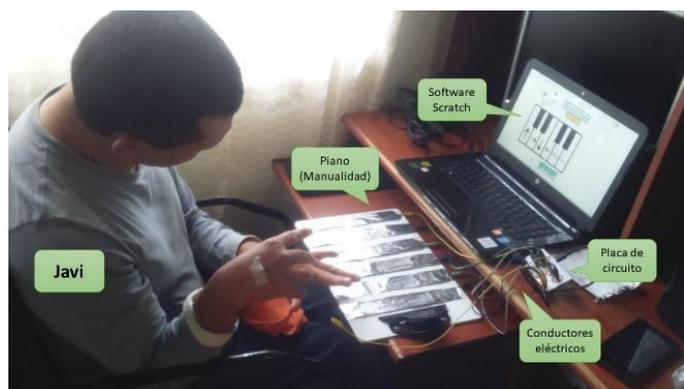


Figura. 3. Representación prototipo piano

Seguidamente al finalizar las temáticas mencionadas, se procedió a la realización de las actividades fundamentadas en robótica educativa, en las que se realizó una actividad por sesión, a excepción de la actividad “Sal del laberinto” que se repitió en dos sesiones aumentando la complejidad de una sesión a otra.

Se realizó una última sesión en la que se aplicaron los tres (3) prototipos desarrollados por los investigadores para la mejora de habilidades motrices, basados en plataforma Scratch, Makey Makey y kits de robótica educativa desarrollados por los investigadores.

Claro está, que cada sesión conllevó varios intentos para proporcionarle al participante distintas oportunidades de alcanzar y/o superar el objetivo de la actividad.

En cuanto a la recolección de información, fueron aplicadas las herramientas propuestas para dicho fin a través del proceso, consiguiendo un total de ochenta y dos (82) videos, ochenta y seis (86) fotografías y seis (6) audios, en cuanto a la observación se elaboró un total de treinta y tres (33) diarios de campo, correspondientes a cada sesión programada.

#### D. Producción intelectual: Reflexión

La intención de los autores era potenciar el aprendizaje para el desarrollo de habilidades en el participante. En consecuencia, solo se reflexionaron datos que tenían que ver con factores y hechos que incidían en este propósito. Por ello, el estudio se centró en lo que Schön [7] denomina reflexión «sobre» la acción. La información recopilada sobre el desarrollo del plan estratégico, fue categorizada como se presenta a continuación:

### 1. Estrategias metodológicas aplicadas

Para el estudio y análisis de las metodologías aplicadas, se tuvo en cuenta el antes y el después, haciendo un recuento de la metodología aplicada en los últimos estudios realizados por el participante hace ya dos años y el resultado de la implementación de las actividades analizadas con base en la información recolectada.

Para Gómez Galeano [8] “Existen acciones para promover la enseñanza y el aprendizaje. Las enseñanzas son planteadas por el docente y son proporcionadas al estudiante para facilitar un proceso más profundo de la información y promover aprendizajes significativos (...). En el caso de la estrategia metodológica para atender las necesidades educativas el docente o profesor adecua su intervención respondiendo a la diversidad de capacidades, intereses y motivaciones”.

#### 1.1 Estrategias metodológicas empleadas antes de la aplicación del plan estratégico

Se logró establecer que las metodologías en las pasadas clases eran basadas en el modelo tradicional, el cual se basa en clases magistrales, el docente juega el papel activo de la instrucción, mientras que el alumno es el sujeto pasivo, el únicamente recibe la información y repite las actividades hasta que las memoriza, es por esa razón que el participante es capaz de escribir copiando de un texto sin entender significado alguno.

Por otro lado, se identifica la estimulación del pensamiento creativo por medio de dibujos y figuras, asimismo destacando la capacidad de interactuar con diferentes individuos permitiéndole desarrollar habilidades sociales.

Gómez Galeano [8] sostiene “Es importante destacar que en la actualidad los niños están apropiados de todos los derechos como ser humano, el reconocimiento de que todos pueden aprender desde sus diferencias y heterogeneidad social. Todas las prácticas áulicas son complejas y cargadas de obstáculos, es preciso superar el paradigma de la simplicidad, es decir superar la tendencia a atender un problema desde el sentido común apuntando sólo a la practicidad, asumiendo el paradigma de la complejidad en el quehacer educativo”.

#### 1.2 Estrategia metodológica adoptada para la aplicación del plan estratégico

Gracias a los diarios de campo, se consiguió recolectar información de los comportamientos y actitudes del participante. En los que se hallaron datos repetitivos que indican que las metodologías aplicadas en el proceso lo motivan a realizar con éxito las actividades planteadas por los investigadores. Se encontraron patrones repetidos como:

- Se muestra bastante entusiasmado para iniciar la experiencia.
- Su expresión es de alegría y satisfacción cada vez que lo logra.

- El participante preparó el escenario (piano) previamente a nuestra llegada.
- Mantiene una actitud siempre optimista cuando se le corrige.
- El participante nos confirma que está practicando las vocales por medio del programa a diario.
- Se concentra más en la actividad comparado con las anteriores sesiones.
- El participante se siente un poco frustrado, pero se le anima para que siga adelante y pronto deja atrás ese sentimiento concentrándose aún más.
- Los movimientos son más rápidos que las sesiones anteriores.
- El participante muestra un inmenso agradecimiento después de felicitarle por su gran trabajo y dedicación.

Díaz & Hernández [9] hacen evidente que la “motivación influye sobre el pensamiento del estudiante y, por ende, en el resultado del aprendizaje. En este sentido... es pertinente referirse a las condiciones motivacionales que identifican” (citado de Ospina [10])

En el caso específico del participante, su principal motivación está en el sentimiento de que él puede hacer lo que se proponga y cada vez con mayor precisión. Adicionalmente, se logró concluir de estas observaciones que las actividades lo llevan a conectar esa nueva comprensión con conocimiento previo, creando un aprendizaje significativo.

## 2. Desarrollo de habilidades

Linares [11] especifica que la mayoría de estos alumnos/as suelen tener limitaciones en sus posibilidades motoras (con problemas perceptivo-motrices, coordinativos, y de asimilación de su esquema corporal); una aptitud física mermada (en la resistencia cardiorrespiratoria, la fuerza muscular, etc.); problemas cognitivo-motrices (en la atención y el tiempo de reacción, la percepción, la memoria, etc.); también, son frecuentes, en mayor o menor grado, las alteraciones psicológicas (emocionales, motivacionales, en sus niveles de autoestima y autoconfianza,(...)) como consecuencia de sus “discapacidades”, presentando dificultades en la interrelación social y comunicacional.

### 2.1 Desarrollo motriz

Sobresalió mediante la observación que el participante no posee un sistema motriz muy desarrollado comparado con una persona común, hecho que se atribuye a su condición de discapacidad. Aun así, si hablamos de su desarrollo motriz teniendo en cuenta el estado inicial de su discapacidad, el que su madre describe como “Un vegetal” entonces este ha logrado avances bastantes significativos, comparado con dicho estado y haciendo referencia a su motricidad, actualmente puede movilizarse por sí mismo empujando hacia atrás con sus piernas para mover su silla de ruedas, comer solo, aunque aclara su madre “no sin hacer reguero”, escribir lentamente,

agarrar objetos, entre otras cosas. Todo eso sin control de su fuerza.

En juegos orientados a robótica educativa, los autores se permitieron programar el mBot estableciendo una sensibilidad de manejo media-alta logrando precisar en el participante una mayor sensibilidad en sus movimientos, realizándolos de manera más sutil reflejado en el control que ejercía sobre el mBot que se hacía más agudo con cada sesión.

Por otro lado, los diarios de campo y las grabaciones registran que las sesiones de piano contribuyeron de igual manera al control motriz de sus manos. Inicialmente rompía las teclas de papel aluminio del piano por la fuerza que ejercía en estas. Aspecto que fue mejorando progresivamente hasta llegar al otro extremo en el que ejercía tan poca fuerza que la tecla no producía sonido alguno, pero finalmente encontró el equilibrio haciendo uso controlado de su fuerza, adecuándola a la necesaria para realizar la actividad correctamente.

### 2.2 Desarrollo intelectual

Durante la ejecución de las actividades planteadas y orientadas a robótica educativa se logró divisar que el participante consigue con rapidez la resolución de problemas, encontrando fácilmente la salida en el juego “Sal del laberinto”, maniobrando el mBot a través del laberinto, encontrando la salida en el laberinto donde se le señalaba la entrada y la salida del mismo, en otra ocasión se repitió esta misma actividad con un laberinto más complejo y sin señal alguna de la entrada o la salida de este, para lo que nuevamente el participante consigue exitosamente sin desvío alguno, aunque tardando un poco más para analizar el camino correcto, finalmente se realiza un último reto utilizando Scratch donde el participante debía maniobrar un muñeco en la pantalla a través del mouse, identificando la salida sin dudar.

A pesar de lo anterior, el participante realiza preguntas que para una persona común sería muy fácil deducir sin dar lugar a preguntar, lo que nos dice que su desarrollo no es el de una persona de su edad. Su parálisis psicomotriz ha dado lugar a un deficiente desarrollo intelectual además de su falta de estimulación a temprana edad por parte de su madre.

La observación permitió vislumbrar que el participante es susceptible a mejorar el desarrollo intelectual al poder continuar estimulando de manera progresiva como lo demostró, por ejemplo, en las actividades de robótica educativa; donde se dio lugar a pruebas con laberintos sencillos que logró descifrar exitosamente para repetir esto mismo en otra sesión con un laberinto que representa un reto mayor pero que enfrentó exitosamente.

### 2.3 Comunicación lingüística

Su discapacidad psicomotriz ha ocasionado un impacto directo en el desarrollo de su comunicación lingüística, debido a la falta de movimiento en las articulaciones que son utilizados para accionar la mandíbula y articular sonidos concretos

“palabras”. La falta de estimulación a temprana edad también es un factor actual influyente que dificulta el avance debido a falta de estímulo por un tiempo tan prolongado.

A pesar de lo expuesto anteriormente, los diarios de campo, las grabaciones y audios recolectados, reflejan cómo el participante muestra avance con respecto a la claridad en el sonido en cuanto a la pronunciación de vocales y la disminución en el esfuerzo para emitir estos sonidos, aunque no es un avance desmedido si se demuestra que las actividades mejoran en algo su capacidad de comunicación lingüística.

Respecto a las consonantes, a diferencia de las vocales sólo se realizaron prácticas con la L en dos ocasiones, en las que no se observó un cambio con relación a la pronunciación, pero sí en el reconocimiento visual de sílabas LA, LE, LI, LO, LU. Está claro que tan solo se requiere más práctica para lograr un avance significativo.

#### 2.4 Memoria

Con respecto a la memoria del participante los datos revelan que existe una alteración en la memoria identificados por medio de un patrón observado por los autores, el patrón es evidente a través de las proposiciones encontradas en los diarios de las sesiones de piano y que se muestran a continuación:

- Olvida con facilidad el bloque 1 mientras ensaya el bloque 2 y viceversa.
- Cuando se le pide que vuelva a repetir el primer bloque ya ha olvidado algunas notas.
- Al inicio de la sesión no recordó ninguno de los dos bloques.
- Suele omitir 1 nota por cada bloque.
- Olvida persistentemente la penúltima nota, a veces en el primer bloque y otras en el segundo.
- Olvida con facilidad el bloque 3 mientras ensaya el bloque 1 y 2.
- Después de todos los intentos realizados en la sesión, en algunos de ellos, aunque pocos, olvida una nota en la canción, cosa que él no percibe.

Sin embargo, pasadas las sesiones también se resaltan avances como los siguientes:

- Logro recordar en menos tiempo que la última sesión.
- Al inicio logró recordar casi todos los dos bloques exceptuando por dos notas.
- Logró recordar los dos primeros bloques en pocos segundos exceptuando una nota que persistentemente olvida.
- Al inicio le toma unos pocos minutos recordar todos los bloques.
- Con cada sesión recuerda los bloques con más rapidez a pesar que el tiempo entre cada sesión de piano es mayor.
- Tras 12 sesiones de piano, logró recordar todo solo.

Estos datos fueron recogidos durante mes y medio que fue el tiempo total de aplicación para esta actividad. Las conclusiones a las que se llegó en este aspecto fueron: Se optimizó la memoria de largo plazo a través de la estimulación que brinda el uso de herramientas tecnológicas.

#### 3. Entorno

Situados en el campo de estudio, se analizó el entorno físico en el que reside Javier la mayor parte del día, es decir, su habitación. Este espacio que para muchos es considerado una zona de confort, para el participante este no parece ser el caso puesto que el lugar es bastante reducido teniendo en cuenta que este utiliza permanentemente una silla de ruedas para moverse, cosa que no puede hacer libremente en un ambiente tan chico.

Por lo anterior, fue más que satisfactorio para el participante llevar a cabo las actividades al aire libre, por este motivo los investigadores decidieron realizar los juegos optando por el entorno ya mencionado como estrategia de motivación siempre que la actividad lo permitiera.

## V RESULTADOS

Los resultados obtenidos fueron categorizados para sintetizar la información, dejando como resultado las categorías expresadas de la siguiente manera.

La categoría definida como Estrategias metodológicas aplicadas indicó que: Las actividades implementadas con la utilización de las herramientas tecnológicas (Scratch, Makey Makey, Kit mBot y Leo con Grin) fue significativa y diferente a lo que había experimentado el participante, debido a que permitió determinar sus falencias y requerimientos de aprendizaje específicos para fortalecer y mejorar las mismas. Recibiendo de igual manera más atención en los procesos de aprendizaje y desarrollo de habilidades evitando distracciones, optimizando el tiempo de trabajo y generando motivación en el mismo.

El participante, motivado a mejorar, demostró excelente disciplina y responsabilidad con las tareas adicionales a las sesiones donde se le pedía practicar las actividades (piano y vocales) los días en los que no se realizan sesiones, recomendación que él llevó más allá, practicando por iniciativa propia todos los días fuera de los horarios en las que se llevaban a cabo las sesiones, aseveración que se pudo confirmar reiteradamente mediante la observación sustentada en los diarios de campo, lo que contribuyó a mejorar el desarrollo de sus habilidades durante el proceso de aprendizaje así como sus resultados. Esto a su vez se puede relacionar con el enfoque de las inteligencias múltiples identificadas por Gardner [12] (citado de Macías [13]) donde afirma que no existe una inteligencia única, sino que por el contrario existen diversas inteligencias que pueden mejorarse y potencializarse, entre ellas la inteligencia lingüística, inteligencia musical e inteligencia cenestésico-corporal, que en esta investigación se

evidencia en los resultados positivos obtenidos en el desarrollo de las actividades.

Pudiendo atribuir dichos cambios favorables a la estrategia pedagógica propuesta por los investigadores principalmente porque a través de esta se consiguió estimular la motivación del participante, teniendo presente que “la motivación, es la herramienta más fuerte que tiene el estudiante para poder concluir satisfactoriamente sus estudios” Tapia [14].

Por otro lado, está la categoría Desarrollo de habilidades participante realizó procesos de aprendizaje donde iniciaba actividades sencillas que fueron aumentando progresivamente su complejidad y que a su vez integraban distintas habilidades, además las actividades fueron planificadas, ejecutadas y analizadas de manera formativa, teniendo en cuenta el logro de un aprendizaje significativo y aplicable a su contexto diario. Surgiendo una serie de subcategorías analizadas a continuación.

Desarrollo motriz: En primera instancia tenemos el desarrollo de motricidad, donde el participante se vio expuesto a situaciones que requerían de motricidad fina para cumplir el objetivo de la actividad. Puesto que las diferentes deficiencias detectadas en las habilidades del participante se deben en gran medida a su falta de motricidad, todas las actividades planteadas durante el proceso implicaron en grado medio o alto la actuación de estímulos para el desarrollo constante de la motricidad.

En este caso, las situaciones se expusieron en las actividades propuestas, creadas haciendo uso de Kit mBot, Scratch, Makey Makey y Leo con Grin tales como: interpretación en el piano (Figura 4), control de mouse para vocales, manejo de aplicación celular para controlar el mBot, se evidenció que el participante adquiere habilidades motrices a través de las actividades que se le presentan y que esta se vio reflejada en el mejoramiento del movimiento articular de sus manos como lo expresa su madre en la entrevista realizada al finalizar las actividades.



Figura. 4. Muestra de aplicación prototipo piano

Desarrollo intelectual: en cuanto a la resolución de problemas, el participante tuvo la oportunidad de enfrentarse a diferentes

retos que requerían de un análisis para encontrar la correcta solución, aumentando la dificultad de análisis progresivamente.

Para este caso, los retos se presentaron en las actividades de planteadas, utilizando Kit mBot, Scratch y Makey Makey tales como: identificar el camino de salida en un laberinto sencillo, encontrar la salida en un laberinto más complejo al realizado previamente (Figura 5). Se evidenció que el participante consigue progresar en la resolución de problemas a través de las actividades que se le plantean dificultando estas de manera paulatina.



Figura. 5. Muestra de ejecución actividad Laberinto

Comunicación lingüística: en esta subcategoría, el participante se vio expuesto a situaciones donde se generó un sentido de urgencia por medio de las actividades aplicadas, que lo motivó a obtener mejores resultados, derribando gradualmente obstáculos como la poca movilidad articular en su mandíbula para cumplir el objetivo de la actividad.

En este proceso, las situaciones se expusieron mediante las sesiones de vocales y consonantes, haciendo uso del Software Leo con Grin tales como: realizar la correcta pronunciación de las vocales y consonantes (Figura 6). Se demostró que el participante progresa en el desarrollo de comunicación lingüística a través de las actividades que se le enseñan, esta se evidenció en el progreso del habla, de manera que su madre lo expone en entrevista efectuada al finalizar las actividades.

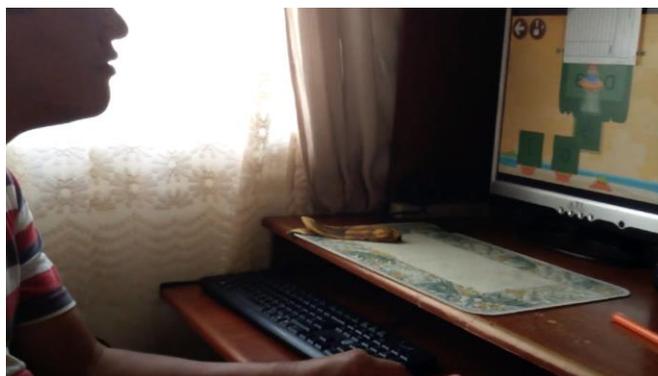


Figura. 6. Muestra de práctica Leo con Grin

Memoria: en última instancia, el participante se vio inmerso en situaciones que demandaban su capacidad de recordar con el fin de dar cumplimiento a el objetivo de la actividad.

En esta subcategoría, con las situaciones expuestas en las actividades ejecutadas, utilizando Kit mBot, Scratch, Makey Makey y Leo con Grin tales como: memorización de la canción “Estrellita” interpretada en el piano (prototipo), aprender la pronunciación y escritura de las vocales y consonantes, recordar una secuencia de colores, se comprobó que el participante desarrolla memoria a largo plazo a través de las actividades que se le enseñan, la que se identificó con la memorización de 3 bloques completos de una canción y las vocales tanto su escritura como su pronunciación sin olvidarlos tras varias sesiones. (Figura 7).

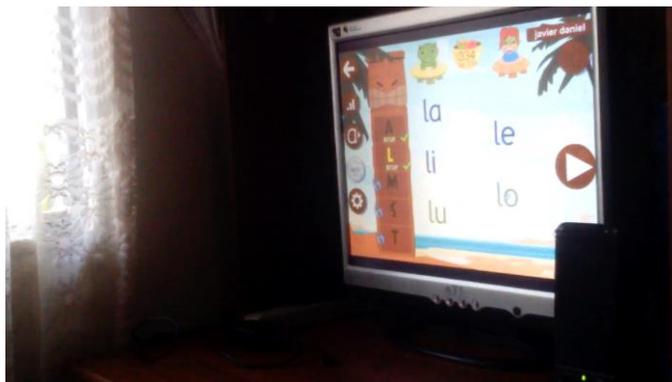


Figura. 7. Muestra de interfaz gráfica software Leo con Grin

Por último, tenemos la categoría Entorno que indicó: El lugar en el que se implementan las actividades (Figura) influye directamente en la motivación del participante, que a su vez es un favor de vital importancia para el aprendizaje. Este factor pudo ser observado por los investigadores en los distintos escenarios utilizados para el desarrollo de las actividades.

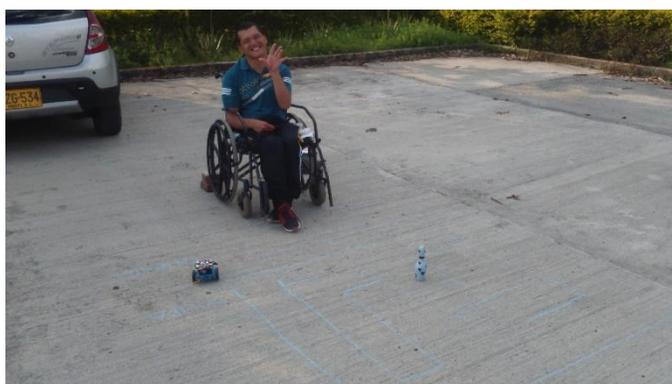


Figura. 8. Entorno para la ejecución de las actividades en cuanto a robótica educativa se refiere.

## VII CONCLUSIONES

La robótica educativa realmente afecta el proceso de aprendizaje de una persona en condición de discapacidad ya sea física o cognitiva, porque se convierte en una herramienta

intermediaria para que la persona construya conocimiento y no solamente recuerde hechos. Gracias a la robótica educativa se logra entender un poco el contexto educativo que permea a esta población (PCD - población en condición de discapacidad) que no es tomada en cuenta como debiera ser, esto evidenció que los planteles educativos no definen dentro del currículo la implementación de herramientas tecnológicas que permitan el desarrollo del aprendizaje colaborativo y de igual manera las habilidades creativas y comunicativas, que si bien son de gran importancia para todo niño “regular”, mucho más relevante son para los niños en condición de discapacidad.

La robótica educativa se plantea como una alternativa didáctica que permite establecer nuevos enfoques que promuevan el desarrollo de prácticas activas y sanas, en las que el participante sea el protagonista. Mediante el manejo de herramientas tecnológicas logra que las personas en condición de discapacidad ya sea cognitiva y/o motriz, tenga la oportunidad de fortalecer sus competencias y habilidades, lo cual es útil para su aprendizaje permitiendo que pueda ser utilizado en diferentes contextos de su vida cotidiana.

La experiencia con la robótica educativa permite enriquecer el potencial no solo de los participantes sino también del equipo investigador, quienes poniendo a prueba la creatividad, imaginación y todas las habilidades, proponen estrategias pedagógicas a través del uso de herramientas tecnológicas, que complementen el espectro de posibilidades que permite la robótica educativa.

Las actividades propuestas durante el proyecto de investigación permitieron a los participantes fundamentar el aprendizaje colaborativo al igual que aquellas habilidades creativas, comunicativas y cognitivas que presentaron una evolución positiva en las formas de resolución de problemas y/o situaciones que se asemejan a la vida real. Con ello se evidencia la importancia de la interacción de las herramientas tecnológicas lo que suscita el planteamiento de acciones que permitan la comprensión y la apropiación de las tecnologías de la información y la comunicación, estimulando de manera positiva la potencialidad de cada uno de los participantes.

La robótica educativa siendo un medio de aprendizaje se debe tener en cuenta en una educación inclusiva, puesto que brinda diferentes tipos de aplicabilidad y así mismo se logra comprender un poco las distintas áreas del conocimiento haciendo que la población en condiciones de discapacidad se convierta en protagonista de su aprendizaje, según Morales [15] la robótica en manos de los personas es una ayuda para realizar las labores pedagógicas y alcanzar el más humano de los propósitos: la formación integral del hombre.

Cabe resaltar que la elaboración de prototipos implementando con fines pedagógicos y educativos, permite que las personas en condición de discapacidad representen sus propias vivencias y/o experiencias de los fenómenos del mundo que los rodea, de una manera diferente es por ellos que gracias a los prototipos se contribuye con el desarrollo integral de la persona. Según Stephen W Hawking “La discapacidad no

debería ser un obstáculo para el éxito. Yo mismo he sufrido una neuropatía motora durante la práctica totalidad de mi vida adulta, y no por ello he dejado de desarrollar una destacada carrera profesional como astrofísico y de tener una feliz vida familiar”

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] M. Romero, «Robótica: entra en el mundo de la inteligencia artificial,» *Conectados, la revista*, pp. 3-13, 2012.
- [2] J. d. Felipe, «URFE: Instituto Universitario de Robótica Física y Tecnología,» 12 marzo 2016. [En línea]. Available: <http://robothumano.galeon.com/productos774285.html>.
- [3] Bravo & Forero, «La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales.,» *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información.*, pp. 13(2), 120-136., 2012.
- [4] A. M. Colmenares E, «Investigación-acción participativa: una metodología integradora del conocimiento y la acción.,» *Voces y Silencios., Revista Latinoamericana de Educación*, pp. 3(1), 102-115., 2012.
- [5] F. J. M. & J. F. Torrecilla, «Investigación acción. Métodos de investigación en educación especial.,» 2011.
- [6] A. M. & P. M. L. Colmenares, «La investigación acción. Una herramienta metodológica heurística para la comprensión y transformación de realidades y prácticas socio-educativas.,» *Laurus*, pp. 14(27), 96-114., 2008.
- [7] D. Schön., «La formación de profesionales reflexivos,» Paidós. Barcelona, 1992.
- [8] N. M. Gómez Galeano, *Estrategias Metodológicas aplicadas por los docentes para la atención de niñas (os) con necesidades educativas especiales, asociados a una discapacidad en III Grado “A” de la Escuela Oscar Arnulfo Romero, Estelí*, 2012.
- [9] Díaz & Hernández, «La motivación escolar y sus efectos en el aprendizaje.,» de *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo*, México, 1999, pp. 35-49.
- [10] J. Ospina Rodríguez, «Motivation, the Engine of Learning.,» *Revista Ciencias de la Salud*, pp. 4(2), 158-160., 2006.
- [11] P. Linares, «Motricidad en un grupo de personas con necesidades educativas especiales,» *European Journal of Human Movement*, pp. 3, 187-207, 1997.
- [12] H. Gardner, *La inteligencia reformulada*, 1999.
- [13] M. A. Macías, «Las múltiples inteligencias,» *Psicología desde el Caribe*, p. 12, 2002.
- [14] J. Alonso Tapia, *Motivación y aprendizaje en el aula. Cómo enseñar a pensar.*, Madrid: Santillana, 1991.
- [15] M. Morales, «Modelos Epistémicos en investigación,» *Revista de Pedagogía*, 2004.