



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



Escola Tècnica  
Superior d'Enginyeria  
Informàtica

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica  
Universitat Politècnica de València

# Trabajo de Final de Carrera: La Inteligencia Artificial en la comunicación y la accesibilidad de personas con parálisis cerebral

PROYECTO FINAL DE CARRERA

Ingeniería Informática

*Autor:* Amancio Cifuentes Fernández

*Director:* Dra. María Emilia García Marqués  
|| *Dr. Oscar Sapena Vercher*

13 de julio de 2015

## Resumen

En este estudio se han recogido las necesidades que presentan las personas con parálisis cerebral a lo largo de su vida. Clasificando las diversas problemáticas desprendidas de sus distintos síntomas en las diferentes categorías en primer lugar. Tras la presentación de la información se han evaluado las soluciones propuestas dividiéndolas en función de su naturaleza.

A continuación se ha realizado una comparativa de las soluciones dentro de cada categoría para poner de manifiesto que soluciones suplen completamente la problemática, que caminos habría que tomar para integrar las soluciones teóricas en el marco de la inteligencia artificial (IA) y que nuevas funcionalidades se ve necesario implementar para seguir evolucionando en el ámbito del apoyo a las personas discapacitadas.

Finalmente se ha diseñado una aplicación que cumpla las funcionalidades más acordes a las de los trabajos citados e incorpore alguna mejora notable en el desarrollo del aprendizaje IA.

*Palabras clave:* Parálisis cerebral, comunicación, soluciones, IA, problemática. Palsy, communication, solutions, AI, problems.

# Índice general

<b>1. Propuesta</b>	<b>6</b>
1.1. Introducción . . . . .	6
1.1.1. Objetivos . . . . .	6
1.1.2. Motivación . . . . .	7
1.1.3. Etapas . . . . .	8
1.1.4. Metodología de trabajo . . . . .	9
1.1.5. Dificultades encontradas en la realización del trabajo .	10
1.2. Marco teórico . . . . .	10
1.2.1. Inteligencia Artificial . . . . .	10
1.2.2. Recursos a la comunicación . . . . .	11
1.3. ¿Qué es la parálisis cerebral? . . . . .	11
1.3.1. Sintomatología . . . . .	12
1.3.2. Tipos de Parálisis cerebral . . . . .	14
1.3.2.1. Clasificación por trastorno tónico-postural . .	14
1.3.2.2. Topografía . . . . .	15
1.3.2.3. Grado de capacidad funcional . . . . .	16
1.3.2.4. Grado terapéutico . . . . .	16
1.3.3. Problemáticas de la parálisis cerebral . . . . .	17
1.3.3.1. Problemas en el correcto desarrollo del siste- ma musculoesquelético . . . . .	17
1.3.3.2. Patología en individuos con Parálisis Cerebral	18
1.3.4. Otras problemáticas . . . . .	19
1.3.4.1. Problemas relacionados con la alimentación .	19
1.3.4.2. Problemas relacionados con la integración . .	19
1.3.4.3. Problemas relacionados con la carga familiar .	20
1.3.4.4. Problemas relacionados con la educación . . .	21
1.3.4.5. Problemas relacionados con la calidad de vida	22
1.3.4.6. Problemas relacionados con el entretenimiento	22
1.3.4.7. Problemas relacionados con la comunicación .	23

<b>2. Soluciones y proyectos</b>	<b>24</b>
2.1. Introducción . . . . .	24
2.2. Técnicas . . . . .	26
2.2.1. Eyetracking . . . . .	27
2.2.1.1. Definición . . . . .	27
2.2.1.2. Técnicas IA utilizadas . . . . .	28
2.2.1.3. Resultados obtenidos . . . . .	28
2.2.1.4. Posibles mejoras . . . . .	29
2.2.2. Entorno multimodal aplicado a personas con parálisis cerebral . . . . .	29
2.2.2.1. Definición . . . . .	29
2.2.2.2. Técnicas IA utilizadas . . . . .	31
2.2.2.3. ¿Qué resultados consigue? . . . . .	32
2.2.2.4. ¿Cómo se podrían mejorar los resultados? . . . . .	32
2.2.3. SINA . . . . .	34
2.2.3.1. Definición . . . . .	34
2.2.3.2. Técnicas IA utilizadas . . . . .	35
2.2.3.3. Resultados obtenidos . . . . .	35
2.2.3.4. Posibles mejoras . . . . .	36
2.2.4. Fressa . . . . .	37
2.2.4.1. Definición . . . . .	37
2.2.4.2. Técnicas IA utilizadas . . . . .	38
2.2.4.3. Resultados obtenidos . . . . .	38
2.2.4.4. ¿Cómo se podría mejorar las prestaciones? . . . . .	38
2.3. Programas para la mejora de la comunicación . . . . .	40
2.3.1. Proloquo2Go . . . . .	40
2.3.1.1. Definición . . . . .	40
2.3.1.2. Técnicas IA utilizadas . . . . .	41
2.3.1.3. Resultados obtenidos . . . . .	42
2.3.1.4. ¿Cómo podría mejorar sus prestaciones? . . . . .	42
2.3.2. PredWin . . . . .	43
2.3.2.1. Definición . . . . .	43
2.3.2.2. Técnicas IA utilizadas . . . . .	44
2.3.2.3. Resultados obtenidos . . . . .	45
2.3.2.4. Posibles mejoras . . . . .	45
2.3.3. Proyecto INTIC . . . . .	46
2.3.3.1. Definición . . . . .	46
2.3.3.2. Técnicas IA utilizadas . . . . .	47
2.3.3.3. Resultados obtenidos . . . . .	47
2.3.3.4. ¿Cómo podrían mejorarse sus prestaciones? . . . . .	48
2.3.4. Sc@ut . . . . .	49

2.3.4.1.	Definición . . . . .	49
2.3.4.2.	Técnicas IA utilizadas . . . . .	50
2.3.4.3.	Resultados obtenidos . . . . .	51
2.3.4.4.	Posibles mejoras . . . . .	51
2.4.	Productos para la educación y formación . . . . .	52
2.4.1.	Emo . . . . .	52
2.4.1.1.	Definición . . . . .	52
2.4.1.2.	Técnicas IA utilizadas . . . . .	53
2.4.1.3.	Resultados obtenidos . . . . .	53
2.4.1.4.	Posibles mejoras . . . . .	53
2.4.2.	PICA . . . . .	55
2.4.2.1.	Definición . . . . .	55
2.4.2.2.	Técnicas IA utilizadas . . . . .	56
2.4.2.3.	Resultados obtenidos . . . . .	57
2.4.2.4.	Posibles mejoras . . . . .	58
2.4.3.	Pizarras interactivas . . . . .	59
2.4.3.1.	Definición . . . . .	59
2.4.3.2.	Técnicas IA utilizadas . . . . .	60
2.4.3.3.	Resultados obtenidos . . . . .	61
2.4.3.4.	Posibles mejoras . . . . .	61
2.5.	Programas para la mejora de las condiciones . . . . .	62
2.5.1.	MOUSECLICK . . . . .	62
2.5.1.1.	Definición . . . . .	62
2.5.1.2.	Técnicas IA utilizadas . . . . .	63
2.5.1.3.	Resultados obtenidos . . . . .	63
2.5.1.4.	Posibles mejoras . . . . .	63
2.5.2.	Wiimo: Interacción con ordenadores mediante dispositivos inalámbricos . . . . .	64
2.5.2.1.	Definición . . . . .	64
2.5.2.2.	Técnicas IA utilizadas . . . . .	66
2.5.2.3.	Resultados obtenidos . . . . .	66
2.5.2.4.	Posibles mejoras . . . . .	67
2.5.3.	Interfaz Inercial . . . . .	68
2.5.3.1.	Definición . . . . .	68
2.5.3.2.	Técnicas IA utilizadas . . . . .	69
2.5.3.3.	Resultados obtenidos . . . . .	70
2.5.3.4.	Posibles mejoras . . . . .	70
2.6.	Comparativa de soluciones . . . . .	71

---

<b>3. Aplicación: Erase tu voz</b>	<b>76</b>
3.1. Introducción . . . . .	76
3.2. Propuesta: Diseño . . . . .	76
3.2.1. Fase de Requerimientos . . . . .	77
3.2.1.1. Objetivos . . . . .	77
3.2.1.2. Requisitos funcionales . . . . .	79
3.2.1.3. Requisitos no-funcionales . . . . .	79
3.2.2. Fase de Planificación . . . . .	80
3.2.3. Fase de Diseño . . . . .	81
3.2.4. Estructura del sistema . . . . .	82
3.2.5. Comparativa . . . . .	88
<b>4. Conclusiones y principales aportaciones</b>	<b>90</b>
4.1. Trabajo realizado . . . . .	90
4.2. Trabajos futuros . . . . .	91

# Capítulo 1

## Propuesta

### 1.1. Introducción

Este documento contiene el Proyecto de Final de Carrera(PFC) para la obtención del Título en Ingeniería Informática. Lo componen 4 capítulos.

En este primer capítulo se presentan, a modo de introducción, los objetivos, definidos de forma clara y ordenada. La motivación que ha llevado a este trabajo a ser realizado. Las etapas en las que se ha desarrollado el trabajo y cuál ha sido la metodología utilizada. Y las dificultades que ha visto el alumno a la hora de poder llevarlo a cabo con éxito.

Una vez facilitada las pretenciones del trabajo, se ha presentado el marco teórico en el que se enmarca el PFC y se ha documentado la definición del momento de la parálisis cerebral y sus problemáticas.

#### 1.1.1. Objetivos

Para la realización de este proyecto de final de carrera se pretende hacer compilación de los artículos científicos que versen sobre trabajos o funcionalidades basadas en la inteligencia artificial o en los que sea aplicable las técnicas inteligencia artificial.

Con esta síntesis se pretende ofrecer los siguientes hitos:

- Conocer las capacidades y limitaciones mental y motora de las personas con parálisis cerebral y elaborar una serie de tablas resumen donde se compararán los resultados que han venido dando las aplicaciones citadas y las distintas mejoras que han sido propuestas para la optimización de sus beneficios o la reparación de sus defectos. Reflejándose las funcionalidades que se consideren adecuadas para la evaluación crítica de las aplicaciones.

- Analizar los conocimientos en IA, para deducir las técnicas IA presentes en las aplicaciones evaluadas e intuir que tipo de técnica podría mejorar el funcionamiento de las que no las posean. Por tanto el objetivo principal de este proyecto es el del análisis de las herramientas proporcionadas a las personas con parálisis cerebral. Deduciendo cuáles son las funcionalidades que debe integrar una aplicación, que mejoras son necesarias y qué ámbitos de la vida (laboral, recreativo, educativo, comunitario y familiar) están cubiertos. Se profundizará en aquellas destinadas a facilitar la comunicación entre personas o con los computadores.
- Diseñar, planificar y evaluar, aprovechando el conocimiento adquirido a lo largo de la síntesis del trabajo y, apoyándose en la bibliografía recogida, una aplicación que haga acopio de las funcionalidades que han sido observadas en los programas. Permitiendo así mejorar las soluciones aportadas a la comunicación, incorporando nuevas funcionalidades.

Por otro lado, por medio de este PFC, se busca desarrollar los siguientes conocimientos en el alumno:

- Adquirir conocimiento y profundizar en las diversas funcionalidades de la IA.
- Aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo de la carrera a través de la argumentación de las fortalezas y debilidades de las aplicaciones y mediante el diseño de una aplicación.
- Transmitir los datos, problemáticas y posibles soluciones a lectores versados y no versados en el terreno de la informática.
- Conectar teoría y práctica.

### 1.1.2. Motivación

La parálisis cerebral tiene una incidencia de entre el 2 y el 2,5 por mil de los nacimientos en los países del primer mundo. Las mejoras informáticas y de tecnología año a año posibilitan una mayor capacidad expresiva al mismo tiempo que impiden que esta capacidad sea un hándicap para el desarrollo del aprendizaje[28].

A pesar de la evolución de la medicina y la tecnología, los casos diagnosticados se mantuvieron estables los últimos 60 años, por lo que cualquier intervención aparece únicamente como ayuda.



Actualmente, empresas y colectivos, buscan la igualdad de oportunidades, la no discriminación y la accesibilidad de las personas con discapacidad a través de métodos y herramientas de apoyo como son los sistemas alternativos y aumentativos de comunicación. Este tipo de aplicaciones permiten a los usuarios con parálisis interactuar con el resto de personas a través de la tecnología, permitiendo su participación.

Además, este tipo de sistemas y dispositivos de comunicación adaptados, permiten que la persona con parálisis pueda llevar a cabo nuevos tipos de actividades. Y puesto que, en la mayoría de casos, son configurables, su uso se puede extender a otros colectivos con la misma problemática.

El alumno posee un familiar con parálisis cerebral con un grado de invalidez del 86% y a lo largo de su vida ha podido comprobar el grado de necesidades especiales que presenta esta enfermedad y otras similares. Especialmente en el desarrollo del lenguaje y la comunicación.

Esto ha generado una conciencia social y un interés por los recursos didácticos que pudiera ofrecer la sociedad para compensar las dificultades comunicativas y de accesibilidad.

### 1.1.3. Etapas

El trabajo ha sido construido en cuatro fases relacionadas entre sí, pero diferenciables.

En la primera etapa se plantea la definición actual de parálisis cerebral y las consecuencias de esta enfermedad. Es decir, la primera fase se compone de:

- Planteamiento del problema.
- Recopilación de información.
- Descripción del marco teórico de referencia.

En la segunda etapa, se establecería la síntesis de las herramientas y su presentación al lector. Abordando el trabajo de la siguiente manera:

- Decidiéndose como se describiría la realidad y que metodología permitiría encontrar mejores casos de estudio para dar veracidad a futuras conclusiones.
- Describiendo a la población conjunto a la que se aplicarán las mejoras que sean propuestas.
- Definiendo las funcionalidades y criterios que se utilizarán en la evaluación crítica de las herramientas estudiadas.

La tercera etapa se basó en el análisis, interpretación y conclusiones obtenidas de las herramientas estudiadas. Se realizará una tabla comparativa en la que se evaluarán el conjunto de las funcionalidades deseables para la correcta comunicación y el listado de las técnicas IA que han sido utilizadas en cada una de ellas.

Finalmente, en la cuarta etapa se hace uso de los conocimientos aprehekidos durante la realización de trabajo para poder desarrollar la aplicación informática.

#### 1.1.4. Metodología de trabajo

Este trabajo es cualitativo. Se trata de un estudio de la calidad de las distintas herramientas y de la aplicación de las técnicas IA en favor de los distintos tipos de parálisis cerebral. Tipos de parálisis que definen el marco teórico y que a su vez, enmarca el diseño de la aplicación “Erase una vez”. Siguiendo las etapas de composición de este trabajo. Se comenzó familiarizándose con los conceptos relativos a la discapacidad y sus problemas de comunicación. Buscando, solicitando y contrastando información en artículos científicos y condensándola en un marco teórico que asentaría las bases del proyecto.

Por centrarse el proyecto en la parálisis cerebral, se buscó definir con la mayor precisión posible que síntomas, enfermedades, causas y problemáticas acarrea esta discapacidad. Haciendo uso de artículos científicos y publicaciones universitarias para acotar la franja en la que trabajar.

Tras lo cual se eligieron una serie de programas informáticos concebidos para la mejora técnica de las capacidades de los usuarios con minusvalía. De la síntesis, descripción y análisis de bondades y vicios de estos se pudieron extraer las funcionalidades y características que tenían en común y las necesidades que debían cubrir. Con todo el volumen de información, tutoras mediante, se construyó una tabla en la que se compararon los catorce programas seleccionados.

A partir de la tabla, tomando como referencia las técnicas utilizadas en las otras herramientas, se dispuso a diseñar una aplicación. La aplicación se definió primero atendiendo a los objetivos que se buscaba alcanzar con ella, explicando qué utilidad tendría y sobre qué grupo poblacional tendría mayor incidencia. Una vez asentadas las bases de qué función debía tener la herramienta, se enumeraron qué capacidades de las analizadas tendría una vez acabado su desarrollo. Finalmente, se dispusieron los requisitos técnicos que requeriría su diseño y distribución y se comparó con las herramientas analizadas anteriormente.

### 1.1.5. Dificultades encontradas en la realización del trabajo

## 1.2. Marco teórico

Uno de los objetivos de este trabajo es la de realizar un análisis lo más exhaustivo posible de en primer lugar de los beneficios y aciertos del uso de la IA en las aplicaciones centradas en personas con parálisis cerebral, y las desventajas y fallos del software en segundo.

Mediante este análisis se pretende deducir las habilidades que se busca conseguir o potenciar para las personas con parálisis cerebral y la idoneidad de estas metodologías para su correcto aprendizaje en cada uno de los cuadros clínicos posibles.

### 1.2.1. Inteligencia Artificial

La IA es una disciplina joven iniciada en 1956, que en la actualidad abarca una variedad de campos. En este trabajo se van a analizar aplicaciones que posean algunas de ellas. Tales como:

- Aprendizaje Automático: Centrada en proveer a la máquina de la capacidad de adquirir conocimiento nuevo, es usado en análisis y clasificación, reconocimientos de lenguaje, juegos o robótica.
- Ingeniería del Conocimiento: Basada en permitir que el ordenador, almacenado el conocimiento de un experto, sea capaz de aplicar sus mecanismos para inferir que solución de su banco de datos es la más adecuada.
- Técnicas de Representación del Conocimiento: Similar a la Ingeniería del Conocimiento, esta técnica trata de almacenar el conocimiento de la forma más simple de analizar por el ordenador. Para ello se representa siguiendo un patrón lógico, generando una semántica formal accesible mediante funciones de razonamiento.
- Reconocimiento de formas: Es la rama dedicada a visualizar y captar las características propias de las imágenes o escenas y deducir, mediante la evaluación de los resultados, que significado posee en el mundo real.
- Reconocimiento de voz: Esto es, la IA aplicada al campo de la lingüística. Tiene como meta el desarrollo de aplicaciones capaces de articular sonidos y entender el habla humana.

La IA es una rama moderna de la informática que hereda los mecanismos y la idiosincrasia de disciplinas vetustas como lo son las matemáticas o la filosofía. En su origen, esta disciplina trataba de emular las etapas del razonamiento humano para lograr soluciones complejas deducidas de características básicas.

Un ejemplo son los llamados Sistemas Expertos, definidos como banco de datos, contruidos con técnicas de IA, que entrelazan sus informaciones dentro de un contexto común para obtener una solución a problemas de ese mismo dominio. La solución aportada por el sistema se supone la misma que habría propuesto un experto ante el mismo volumen de información. La principal diferencia pues, con la programación convencional es el uso de heurísticas. De entre las problemáticas mencionadas en este primer capítulo: integración, entretenimiento, calidad de vida, etc... Se profundizará en el estado actual de las herramientas informáticas relacionadas con la comunicación pues se ha considerado la nuclear. Capaz de ofrecer mejor percepción y apreciación de uno mismo, mejorar su calidad de vida o ofrecer entretenimiento.

### 1.2.2. Recursos a la comunicación

Se considera recurso a la comunicación cualquier dispositivo cuya función sea ayudar a que una persona logre comunicarse mediante el aumento de su capacidad o sustituyéndola completamente. El objetivo principal de estas herramientas es el de permitir leer, escribir, escuchar o hablar. Aunque es necesario escoger el producto más adecuado para el usuario dependiendo de sus disfunciones para evitar generar el efecto contrario.

## 1.3. ¿Qué es la parálisis cerebral?

La parálisis cerebral, no define un conjunto cerrado de síntomas o características, sino que engloba un compendio de trastornos[40]. La parálisis cerebral es causada por lesiones o anomalías cerebrales. La mayoría ocurridas durante el crecimiento del bebe en el útero. A pesar de que el síntoma más representativo es el daño a las funciones psicomotoras de distinta índole, existen varias condiciones y síndromes asociados que evolucionan a través de los años, tales como malformaciones, trastornos alimenticios o de integración. En algunas personas, partes del cerebro se han lesionado debido a bajos niveles de oxígeno (hipoxia) en algún área del cerebro.

La parálisis cerebral tiene un mayor índice de incidencia en los bebés prematuros, pudiendo ocurrir como resultado de diversas afecciones tales como:

- Sangrado cerebral.
- Infección en el cerebro, meninges o herpes.
- Traumatismo craneal.
- Ictericia.
- Infecciones maternas.

Actualmente siguen existiendo casos de parálisis cerebral de los que no se ha podido determinar el motivo.

La parálisis cerebral se ha convertido en un término descriptivo que aún en su definición una variedad de enfermedades relacionadas con el desarrollo del movimiento y de la postura. Por esta razón y, debido a que a lo largo de la historia ha habido multitud de definiciones y clasificaciones distintas, se impuso la necesidad de partir de conceptos comunes para el correcto análisis de la enfermedad. Fue en 2004 cuando se consensuó la actual definición y sistema de clasificación [10].

Esta definición, de orientación puramente clínica, permite el desarrollo común de las investigaciones sobre los trastornos de carácter no progresivo que ocasionan limitaciones en la actividad de las personas.

La parálisis cerebral se atribuye a problemas durante el desarrollo cerebral que ocurre desde el feto hasta la edad de cinco años afectando en mayor o menos medida al tono, a la postura y al movimiento de quien la padece.

En un gran número de casos, a esta discapacidad le acompañan disfunciones sensitivas, cognitivas, de percepción, comunicación y, en ocasiones aisladas, del comportamiento.

Resumiendo. La Parálisis Cerebral describe un grupo de trastornos permanentes del desarrollo del movimiento y de la postura, que causan limitaciones en la actividad y que son atribuidos a alteraciones no progresivas ocurridas en el desarrollo cerebral del feto o del lactante. Los trastornos motores de la parálisis cerebral están a menudo acompañados por alteraciones de la sensación, percepción, cognición, comunicación y conducta, por epilepsia y por problemas musculoesqueléticos secundarios[9].

### 1.3.1. Sintomatología

Los síntomas de parálisis pueden ser o muy leves o muy extremos, comprometiendo uno o ambos lados del cuerpo, ya sea afectando más a brazos, piernas o ambos. Por regla general, es posible diagnosticarlo antes de los dos años de edad, aunque en ocasiones los síntomas comienzan a manifestarse de

forma evidente en los primeros meses.

La parálisis cerebral espástica es la afección más común y abarca las siguientes características:

- Músculos tensos y difíciles de estirar que, con el tiempo llegan a tensionarse en mayor medida.
- Marcha irregular, caracterizada por extremidades dobladas hacia el interior del cuerpo, llegando a caminar sobre los dedos de los pies.
- Rigidez articular o contractura articular.
- Debilidad en el tono muscular o parálisis total de ciertos grupos de músculos.
- Afección generalizada: Un brazo o los dos, una pierna o las dos, un lado del cuerpo o ambos.

En otros casos, los síntomas son más variados:

- Movimiento anormal que se acrecienta en periodos de estrés.
- Temblores generalizados.
- Falta de coordinación.
- Articulaciones hiperexcitadas y músculos con baja potencia.

Sin embargo, en general toda enfermedad derivada del sistema nervioso posee una serie de factores comunes:

- Diminución de la inteligencia o capacidad de aprendizaje.
- Disartria o dificultad para hablar correctamente.
- Problemas con el sentido de la vista o el oído.
- Dolor, que se acrecienta en las etapas maduras.
- Aumento del babeo.
- Crecimiento anormal.
- Dificultades respiratorias.
- Incontinencia urinaria.
- Molestias o dificultades para alimentarse.
- Vómitos y/o estreñimiento.

### 1.3.2. Tipos de Parálisis cerebral

Es posible realizar distintas clasificaciones dependiendo si se atiende a: la localización de la lesión o topografía, la distribución del trastorno Tónico-Postural, grado de capacidad funcional [9]. Para poder diagnosticar correctamente la parálisis cerebral es necesario un examen neurológico completo. Con pruebas tales como:

- Exámenes de sangre.
- Tomografía computarizada de la zona craneal.
- Electroencefalografía.
- Resonancia magnética de la cabeza.
- Examen oftalmológico.

Comúnmente se divide en estas tres pero, en este trabajo se considerara también una cuarta categoría que son las necesidades terapéuticas.

#### 1.3.2.1. Clasificación por trastorno tónico-postural

El sistema tónico-postural es el que se sirve de receptores internos y externos y de un regulador central para elaborar el tono base de los músculos. Elementos tales como la oculomotricidad, la propiocepción del raquis y la propiocepción del apoyo podal son los encargados de intercambiar información con el sistema tónico-postural permitiéndole conservar un balance corpóreo y mantener el equilibrio estático y dinámico. Cuando el cerebro es dañado, este sistema se ve perturbado y pueden ocurrir las siguientes consecuencias[1].

- Cuando la lesión está localizada en el haz piramidal las personas con parálisis cerebral presentan espasticidad, esto es, padecer rigidez de movimiento o incapacidad para la relajación de músculos. Las personas afectadas encuentran dificultad para controlar algunos o todos sus músculos, que tienden a permanecer estirados y, con el paso del tiempo, debilitarse. Afecta a un 60-70% de la población con parálisis cerebral [9]. Es decir, alrededor de tres cuartas partes de los pacientes de con parálisis poseen espasticidad.
- Si la lesión se encuentra en el haz extrapiramidal. La persona presentará movimientos lentos, descoordinados o involuntarios tales como la torsión de las extremidades, cara, dificultad para controlar su lengua o torpeza general al hablar, respirar o el mero uso de las cuerdas vocales. Solo en uno de cada diez de los casos existe atetosis.

- Si la lesión se ubica en el cerebelo producirá ataxia. Este trastorno provoca en la persona con parálisis cerebral falta de equilibrio y carencia de coordinación. Por ello, normalmente las personas con este trastorno presentan problemas a la hora de caminar y, de conseguirlo, será de forma harto inestable. Esta lesión es relativamente rara.
- Por último es necesario añadir un cuarto baremo puesto que, en la mayoría de los casos, las lesiones citadas anteriormente se combinan, creando un nuevo punto de clasificación que es el que se conoce como formas mixtas o combinaciones en su forma clínica. En este apartado se engloban todos los casos en las que dos o más de los anteriores trastornos se dan en la misma persona.

### 1.3.2.2. Topografía

El cerebro se compone de dos hemisferios que a su vez se dividen en cuatro lóbulos: el frontal; el parietal; el temporal y el occipital. Cada uno de ellos tiene una serie de funciones y, al verse alterado alguna de las regiones, se producen efectos en el desarrollo motor de la persona[47].

- Si el parálisis cerebral afecta a uno de los dos hemicuerpos al completo se le denomina Hemiplejía. La hemiplejía genera una afectación a una de las dos mitades del cuerpo que imposibilita el movimiento de ella.
- En el caso en el que las extremidades inferiores se vean más afectadas que las superiores se le denomina Diplejía (Ver Figura 1.1.).
- Si las cuatro extremidades están paralizadas se habla de Cuadriplejía, Tetraiplejía o Hemiplejía doble (Ver Figuras 1.2. y 1.3.).
- En el caso de la parálisis de los miembros inferiores será Paraplejía.
- Cuando solo uno de los miembros, independientemente de cuál sea, es el afectado se tratará de una Monoplejía.
- Si por el contrario la persona tiene tres de sus extremidades paralizadas tendrá Triplejía.
- Finalmente si padece Hemiparesia faciobraquial crural. La parálisis afectará a la cara y uno de los miembros superiores.



### 1.3.2.3. Grado de capacidad funcional

La parálisis cerebral, al igual que otros trastornos, se ha clasificado también en varias ocasiones por el nivel de independencia que puede llegar a desempeñar el afectado a lo largo de su vida. Esta escala clasifica en función de si la persona con parálisis cerebral es capaz de sujetar objetos con relativa facilidad o no ser capaz de mover su cuerpo por sí mismo. Fue Ann-Christin Eliasson y su equipo quienes en 2007 definieron la clasificación en función de la habilidad manual[17], siendo el resultado el que sigue:

- Clase uno: Si no existe limitaciones en la actividad o en caso de que la única limitación es que la actividad está acotada a la velocidad y precisión de la tarea manual pero aún así sea capaz de llevar un día a día independiente.
- Clase dos: La actividad se ve ligeramente restringida por la movilidad. La persona con parálisis cerebral sigue siendo capaz de manejar la mayoría de objetos de su entorno sin dificultades mayores pero hay una reducción evidente en la calidad o velocidad para conseguir manejar algunos de ellos. Esto obliga a que algunas de las actividades deban evitarse o delegarse en un tutor. A pesar de ello, esta limitación sigue sin restringir la independencia del paciente en el día a día normal.
- Clase tres: La limitación ya es moderada. La persona maneja objetos con dificultades y suele necesitar la ayuda de una tercera persona para preparar o modificar sus actividades. La lentitud y la baja tasa de éxito repercuten en la calidad y cantidad de tareas ejecutables y requiere la atención de un tutor para parte de ellas.
- Clase cuatro: Las limitaciones acotan a una selección de objetos fácilmente manejables en situaciones adaptadas previamente. El paciente requerirá ayuda para terminar la mayoría de las tareas.
- Clase cinco: La persona se ve incapaz de realizar cualquier tipo de actividad física útil ni de manejar ningún tipo de objeto. El paciente necesitará de asistencia total continua.

### 1.3.2.4. Grado terapéutico

En función del tipo de trastornos de los que se vea afectados la persona con parálisis cerebral, podrá requerir o necesitar algún tipo de tratamiento que le permita paliar sus síntomas y con ellos obtener una calidad de vida mejor.

- Clase uno: En este grupo se engloban a aquellos cuya parálisis cerebral no requiere ningún tipo de tratamiento terapéutico.
- Clase dos: La persona necesita terapia y ayuda, pero no se ve necesaria la intervención de ningún tipo de aparato ni de servicios.
- Clase tres: Es necesaria la intervención de aparatos y de servicios de tratamiento para la parálisis cerebral, como puede ser la administración de anticonvulsivos para prevenir las crisis epilépticas, de toxina botulínica para suavizar la espasticidad y el babeo, o relajante musculares para espasticidad y temblores.
- Clase cuatro: Es necesaria la institucionalización del paciente por un largo tiempo para poder completar su tratamiento. Pues en ocasiones se necesita de cirugía para controlar los reflujos gastroesofágicos, cortar los nervios a fin de paliar dolores y espasticidad o aliviar contracturas articulares severas[30].

### 1.3.3. Problemáticas de la parálisis cerebral

En el caso de las personas con parálisis cerebral, son diversas las carencias a compensar y, normalmente estas están entrelazadas. Tanto mediante la utilización de las aplicaciones como de aparatos especializados se trata de soslayar la dificultad en la comunicación, la movilidad, los espasmos de los discapacitados, la calidad de vida, la autoestima, la carga familiar o el entretenimiento.

#### 1.3.3.1. Problemas en el correcto desarrollo del sistema musculoesquelético

Las personas con parálisis cerebral suelen presentar problemas en la marcha, tanto ligadas a la espasticidad como a la presencia de deformaciones musculoesqueléticas, congénitas o adquiridas a lo largo de su desarrollo, como las siguientes[19] [11].

- Desarrollo y crecimiento musculoesquelético: un gran porcentaje de las personas con parálisis presenta problemas en el desarrollo muscular tales como la hipertrofia y la hipotrofia. O deformaciones óseas derivadas de la presencia de estos problemas. Algunas son:
  - Osteoporosis.
  - Contracturas articulares.

- Escoliosis.
- Control neural: los afectados de parálisis cerebral suelen carecer del control de algunos de sus movimientos, esto son los espasmos que, en aproximadamente la mitad de los pacientes puede concluir en crisis epilépticas o convulsiones.
- Marcha anormal: Una de las problemáticas más visibles, propiciada por los dos problemas anteriores. Suele conllevar que el minusválido dependa de los tutores para poder desplazarse. Esto puede generar lesiones por caídas o dislocación de las caderas, llegando incluso a culminar en artritis en la articulación de la cadera.

### 1.3.3.2. Patología en individuos con Parálisis Cerebral

Existe una serie de conjuntos de trastornos claros referidos a la parálisis cerebral que se desarrollan a lo largo de su vida. Estas enfermedades son en algunos casos tratables o paliables si se detectan a tiempo. Pero, dado que a cada persona con parálisis corre el riesgo de padecerla, pero no se puede asegurar, se suele trabajar a posteriori.

- Mecanismos y manifestaciones de daño cerebral neonatal: A lo largo de los años, las secuelas neurológicas se ponen más y más de manifiesto. Por otra parte estas secuelas se agravan llegando a afectar indirectamente a otras áreas del cerebro.
- Patofisiología de la espasticidad: La espasticidad genera nuevas problemáticas en el cuerpo de la persona con parálisis cerebral. Tales como la hipertrofia o la hipotrofia.
- Lesiones en los ganglios basales: Estos acaban resultando en trastornos adquiridos en el movimiento.
- Consecuencias de las lesiones cerebrales: Las lesiones cerebrales acaban afectando al desarrollo muscular y esquelético.
- Estructura y función muscular: Las malformaciones congénitas y las derivadas posteriormente de estas, varían la posición, forma y utilidad de los músculos del paciente.

### 1.3.4. Otras problemáticas

#### 1.3.4.1. Problemas relacionados con la alimentación

Ciertamente, una de las problemáticas más acuciantes en lo que respecta a los niños con parálisis cerebral es la mala alimentación y las repercusiones que esta tiene sobre el desarrollo corporal del enfermo (Ver Figura 1.4.). La disfagia puede ser causada por una disfunción oromotora, anomalías anatómicas o deterioro sensorial oral entre otras[14]. Estas pueden empeorar deviniendo en infecciones, estreñimiento o enfermedades pulmonares [18]. Esto, a su vez genera que los percentiles de peso para la edad sean menores que en la población general. Y esta irregularidad, a su vez, propicie bien una delgadez extrema que ponga en riesgo la vida del paciente, o bien su masa corporal aumente hasta alcanzar proporciones mórbidas y pueda determinar su muerte[13].

Desgraciadamente, y como se desprende del apartado anterior, lograr una alimentación correcta en los primeros compases de la vida de la persona afectada de parálisis cerebral no garantiza que el desarrollo del sistema musculoesquelético sea igual de correcto y por tanto, con el tiempo, pueden aparecer los trastornos que dificulten la nutrición del discapacitado.

#### 1.3.4.2. Problemas relacionados con la integración

Es un hecho que las personas con discapacidad no cuentan con facilidades para poder ejercer su derecho a un trabajo, a una educación o disponibilidad de lugares de ocio. A pesar del riesgo de estigmatización social, en la última década, las menciones de parálisis cerebral en los medios, las películas y los videojuegos han ido en aumento[29][23]. Pero no es sólo a nivel social, las personas con parálisis cerebral, al igual que las que padecen toda suerte de discapacidades, suelen hallar dificultades de accesibilidad a medios tecnológicos o físicos.

Así lo asevera la Universidad de Burgos, desde la cual se propuso un estudio descriptivo en el que se recogieron datos de personas con parálisis cerebral y sobre variables demográficas y ambientales. La mayoría coincidieron en la dificultad de llevar un día a día normal por los problemas de accesibilidad de transportes, edificios o la sociedad entre muchos otros. En la entrevista que les realizaron comentaron la necesidad de más mejoras técnicas y de mejor calidad[4].

### 1.3.4.3. Problemas relacionados con la carga familiar

Puesto que en la actividad de cuidar de otra persona intervienen necesariamente al menos dos seres humanos, normalmente los padres o un cuidador, se ve necesaria la incorporación de un nuevo punto. El aspecto a tener en cuenta dentro de esta clasificación es la incidencia que conlleva tener un miembro de la familia con parálisis cerebral. Pues la configuración de responsabilidades, capacidades e incluso la propia rutina se ve alterada de forma radical con la aparición de esta nueva responsabilidad. De cómo se afronte depende no solo el futuro del minusválido sino que también el de la familia al completo. Este cambio en la dinámica del día a día genera una sobrecarga, una tensión y un nivel de responsabilidad que puede llegar a alterar la calidad de vida del cuidador además de la del cuidado[39].

El paso del tiempo conlleva el envejecimiento de las personas con parálisis cerebral y con este, el de sus padres o tutores. La evolución de la medicina, la calidad de vida o las políticas sociales han permitido este gran logro pero, con este incremento de la población de personas mayores con parálisis cerebral surgen una serie de necesidades a solventar. Las personas con parálisis cerebral, como en general todas las personas, aspiran a conseguir una realización personal y a llevar una vida plena e independiente en la medida de lo posible. El hecho de que la parálisis cerebral englobe a un grupo tan heterogéneo hace necesario que las soluciones que se propongan sean o muy específicas o muy generales. Fueron las profesoras M.Yolanda González-Alonso y M.Isabel García-Alonso, de la Universidad de Burgos las que propusieron la siguiente clasificación de las nuevas necesidades[4]:

- Preocupaciones y necesidades generales y específicas sobre barreras arquitectónicas y sociales.
- Análisis diferencial de las principales necesidades percibidas por las personas con parálisis cerebral mayores.
- Proposición de líneas de actuación para la puesta en marcha de medidas de apoyo y atención adecuadas que permitan dar respuesta a las necesidades de la población con parálisis cerebral.

Por otro lado, se ve necesario ofrecer formación a los miembros de la familia a fin de convertirlos en cuidadores semi-instruidos y, con ello, lograr aprender mecanismos tales como la terapia de resolución de problemas. No sólo eso, sería conveniente que toda persona que pudiera estar involucrada con personas con parálisis cerebral, como por ejemplo médicos o enfermeras, también lo aprendieran, pues se ha demostrado eficaz [31].

#### 1.3.4.4. Problemas relacionados con la educación

En la actualidad, la mayoría de los centros hacen uso de una acotada variedad de instrumentos o actuaciones para el desarrollo de la actividad intelectual de las personas con discapacidad motora. Desgraciadamente, existen casos, como el que se referencia en este trabajo, en los que una actuación generalizada no es suficiente. Las personas con parálisis cerebral exigen un tratamiento diferenciado, pues son distintas las patologías que pueden presentar [33]. Entre otros métodos, Jesús Miguel Muñoz Cantero y Javier Martín Betanzos proponen la observación de parámetros clave que determinen el tipo de educación que requerirá el alumno. Estos mismos aseveran que sólo los instrumentos de medida de la función motora gruesa y la Pediatric Evaluation Disability Inventory (PEDI) cumplen los criterios de validez que exigen. A través de ellas definen las siguientes dificultades relacionadas con la educación:

- **Movimiento:** Donde pueden darse problemas de desplazamiento entre aulas, existe la posibilidad del no control de la postura y los problemas relativos a la destreza de brazos y manos.
- **Autonomía:** Como todas las enfermedades relacionadas con la movilidad, la ropa y por consiguiente, el cambio de esta, puede presentar dificultades. Al igual que las dificultades de alimentación o el control de los esfínteres.
- **Comunicación:** Cada persona que sufra la parálisis cerebral adquiere unas dificultades distintas a la hora de comunicarse oralmente. En algunos casos es necesaria la intervención de un logopeda que trate de corregir esta dificultad. En otros casos es imperiosa la necesidad de encontrar métodos alternativos de comunicación, tales como la expresión escrita o el uso de dispositivos electrónicos.
- **Ámbito social:** Surge la necesidad de que las distintas personas con sus diversas formas de parálisis cerebral se interrelacionen y, a su vez, surge a colación la dependencia para con sus cuidadores. Además se cree necesario fomentar el concepto de uno mismo y la motivación por continuar con los estudios.
- **Entorno escolar:** Para poder considerar un centro óptimo para el aprendizaje de personas con parálisis cerebral, es necesario que no existan barreras arquitectónicas. Además es necesario recalcar que el centro debe poseer una férrea organización de actividades y proyectos enfocados a la adaptabilidad y diversidad de sus alumnos.

#### 1.3.4.5. Problemas relacionados con la calidad de vida

Existe una vasta variedad de enfermedades y trastornos que afectan a la calidad de vida de las personas con parálisis cerebral. La dificultad para alimentarse, los problemas de movilidad, los posibles trastornos cognitivos, las deformaciones [36]. Es evidente que en este trabajo donde se trata de citar todos los problemas y como se tratan de solucionar o paliar actualmente debe haber un espacio, de notable importancia para este en concreto.

El objetivo final del trabajo es solventar, sobre todas las demás problemáticas, las dificultades intrínsecas al día a día de los enfermos. proporcionando la calidad de vida de las personas con parálisis cerebral.

Se han realizado estudios en los que tratan de comprobar si el tipo de parálisis cerebral y las características psíquicas, sociales y económicas de la familia influyen de manera determinante en la calidad de vida y el desarrollo de las personas que la padecen. Tras las entrevistas realizadas se comprobó que los niños con trastornos menores eran los más propensos a peor calidad de vida, debido a la mayor conciencia individual y al aislamiento autoimpuesto. Por otra parte, los padres cuyos niveles de estrés eran superiores coincidían a la hora de reportar la mala calidad de vida. De esto se desprende que además de la gravedad de la deficiencia existen otros factores con un peso igual o superior[15].

#### 1.3.4.6. Problemas relacionados con el entretenimiento

Cabe destacar que en la sociedad actual las personas con parálisis estén en riesgo de exclusión. En gran medida sus dificultades motoras les han imposibilitado divertirse con normalidad, ya fuera leyendo un libro, jugando a un juego o un videojuego. En un sensible porcentaje de ocasiones, la parálisis no afecta al rendimiento cognitivo del afectado, por lo que este se ve privado de la experiencia y posterior aprehensión de los elementos educativos, morales o creativos[?].

Es desde la Universidad de Granada, donde se citan las cualidades y elementos que conforman los juegos actuales y, se explica, que a través de ellos es posible aprender. También se pone de manifiesto la necesidad de adaptar los videojuegos a las necesidades de las personas con dificultades adicionales a las del mercado básico[23]. Una de los mayores problemas que se derivan de esto es la falta de identificación: Los jóvenes con discapacidad a menudo rechazan aquellos juegos en los que se sienten incapaces de empatizar. Por lo que recomiendan encarecidamente la disposición de nuevos personajes y situaciones en las que personas discapacitadas sean los protagonistas.

Por otro lado, han comenzado a aparecer entornos de trabajo enfocados al

desarrollo de aplicaciones que faciliten la interacción social y el entretenimiento. Este tipo de aplicaciones son tales como: facilitar la lectura de libros, escuchar música o acceder a las redes sociales [?]. Mientras que en algunos hospitales, han incorporado el uso de consolas para hacer de la rehabilitación y el entrenamiento una tarea menos plúmbea[?].

#### 1.3.4.7. Problemas relacionados con la comunicación

Hay que entender la comunicación como su definición dicta, es decir, transmitir información de un emisor a un receptor y saber interpretarla. Así pues, la comunicación es la vía definitiva mediante la cual las personas adquieren información del entorno y la comparten entre sí. No poder comunicarse significaría el aislamiento social y su consecuente dependencia, privándole de la posibilidad de tomar decisiones.

Comunicación alternativa, como término, referencia cualquier método de comunicación distinta del lenguaje verbal vocal que una persona imposibilitada en el habla emplea en circunstancias que exigen una comunicación inmediata. “Comunicación alternativa” propiamente dicha.

Existen personas que padecen de menor grado. Éstas personas necesitarán de medios alternativos, ya sea para aprender a hablar o para desarrollar y depurar un lenguaje ya adquirido. Este método se conoce como “Función aumentativa”, con el fin último de que el interlocutor pueda compartir la transmisión de información gracias al desarrollo antes mencionado[46].

Las personas con problemas para la comunicación podrán expresar opiniones, emociones, pensamientos e ideas gracias a la comunicación alternativa y/o aumentativa. Esta participación activa les integra en la sociedad y les abre un abanico de posibilidades mediante el cual podrán ejercer su igualdad de derechos y aprovechar las oportunidades.

Puede ser con la utilización de imágenes de distinta índole (fotografías, pictogramas, dibujos...) u objetos físicos; también a través de la escritura alfabética, ya sean sílabas, palabras o, en determinados contextos, enunciados completos. Por medio de algunas aplicaciones relaciones con 'Aspace', estas personas, debido a su discapacidad, se valen de diversas formas representativas del lenguaje[41][42].

Para casos concretos, los niños representan el lenguaje con SPC, Sistema Pictográfico de Comunicación. Éste no es sino la representación de diferentes términos que son interpretados por dibujos esquemáticos, siempre reconocibles con facilidad para ellos; otros utilizan el SPC con abecedario y silabarios como SAAC para el refuerzo de su comunicación oral[9].



# Capítulo 2

## Soluciones y proyectos

### 2.1. Introducción

En este capítulo se analizan una serie de aplicaciones y técnicas que tratan de compensar las dificultades comunicativas y de accesibilidad de las personas con parálisis cerebral. Se buscarán y clasificarán en relación al cumplimiento de las siguientes funcionalidades.

Las técnicas son las siguientes:

- Eyetracking es una técnica basada en el reconocimiento del movimiento ocular enlazado, en este caso, al movimiento del cursor.
- El entorno multimodal es una técnica de aprendizaje basado en incorporar interfases intuitivas e inteligentes dentro de un escenario físico.
- SINA es un paradigma de interacción enfocado a permitir la interacción natural entre el usuario con parálisis y el ordenador.
- Los programas desarrollados en el proyecto "Fressa" permiten el control de las funciones del ordenador mediante reconocimientos de voz y movimiento.

Por otro lado se presentan los productos enfocados a la mejora de la comunicación:

- Fressa: Plaphoons es un programa capaz de emitir discursos a través de la selección pictográfica.
- Proloquo2Go que es un comunicador altamente personalizable, dando la posibilidad de emitir discursos con la tonalidad y la entonación deseada por el usuario.

- PredWin es un editor de textos dinámico que posee un predictor automático que funciona en teclados y basa su funcionamiento en heurísticas y tablas abreviatura-expansión.
- INTIC es un generador de texto basado en pictogramas.
- Sc@ut permite crear arboles de comunicación, modificándose tanto como el usuario considere oportuno.

Productos que tratan de educar y formar:

- PICA es una aplicación que genera ejercicios educativos orientados a la cooperación.
- Sc@ut es una aplicación compuesta de dos programas, un comunicador y un generador de comunicaciones.
- Emo es una aplicación ideada para el apoyo al aprendizaje y mejora de la expresión facial.
- Pizarras interactivas son pizarras que permiten una serie de interacciones añadidas a las convencionales.

Aplicaciones que buscan entretener:

- PICA genera ejercicios entretenidos y basados en juegos.
- Fresa: Platos volantes es un juego que funciona mediante pulsadores concebido para facilitar su uso a las personas con dificultad motora.

Finalmente se lista el conjunto de herramientas para facilitar la accesibilidad de las personas con parálisis cerebral:

- El proyecto MOUSECLICK tiene como finalidad dar flexibilidad en el desempeño de sus necesidades al usuario, teniendo en cuenta sus motivaciones y limitaciones.
- La interfaz inercial es un sistema compuesto por un giróscopo, un acelerómetro y un magnetómetro ideado para captar y aprender los movimientos del usuario y traducirlos en acciones dentro del sistema informático.
- Wiimo es una herramienta que aprovecha los mandos de la consola Wii para otorgar un puntero con el que los usuarios con mayores dificultades motoras puedan interactuar con los ordenadores.

## **2.2. Técnicas**

## 2.2.1. Eyetracking

### 2.2.1.1. Definición

El ámbito clínico es inherente al uso de máquinas, ordenadores y sensores que almacenen los datos que producen, interpreten y muestren resultados[25]. Cada vez más, los entornos, los estudios y las pruebas requieren de material virtual que cotejen la información y la infieran para evitar los procedimientos invasivos en los pacientes o asistir al personal sanitario en la toma de decisiones.

En este caso, el uso de cámaras y sensores que sigan el movimiento pupilar podría solventar los problemas de expresión o de entretenimiento de las personas con mayores dificultades motoras. Permitiéndoles controlar un computador, expresar emociones o incluso frases completas mediante la síntesis de voz[6]. A esta utilidad se le denomina “Seguimiento de ojos” o eyetracking. El seguimiento de ojos consiste en la evaluación, bien desde el punto donde se fije la mirada o el movimiento relativo de estos con la cabeza.

Los métodos ópticos están bien considerados porque su coste es bajo y generan resultados satisfactorios lo que se traduce en una óptima rentabilidad[44]. Existen distintos tipos de sistemas para determinar el movimiento de los ojos, pero todos pueden encuadrarse en los siguientes tres tipos:

- **Sensado invasivo:** En esta clasificación entran los escáneres basados en la utilización de un objeto acoplado al ojo. Como puede ser una lente de contacto dotada de un espejo o un sensor de campo magnético. Este método supone que la lente no va a deslizarse de forma significativa cuando el ojo gire. Existen grabaciones extremadamente detalladas de los movimientos oculares obtenidas mediante este sistema.
- **Sensado no invasivo:** Dado que el apartado anterior puede no ser adecuado para algunas personas, en especial aquellas que poseen dificultades motoras o de comunicación graves, se ideó un nuevo sistema de sensado. Este segundo tipo no requiere la necesidad de contacto físico con el ojo. A través de luces, infrarrojas en la mayoría de los casos, que se reflejan en los ojos y se captan mediante un sensor óptico, se obtienen los datos. Estos datos se traducen en los reflejos y los cambios de rotación. Dentro de esta clasificación despuntan los seguidores de ojos basados en vídeo que suelen utilizar el reflejo corneal y el centro de la pupila como características para desentrañar el movimiento transcurrido en el paso del tiempo. Un seguidor más sensible sería el dual-Purkinje, el cual aprovecha además los reflejos de la parte frontal de la córnea.

- Potenciales eléctricos: Finalmente, el sensado mediante uso de potenciales eléctricos consiste en la colocación de electrodos en la córnea y la retina para generar un dipolo eléctrico. Pues los ojos son creadores de campos de potencial eléctrico que, incluso cerrados y en oscuridad, son posibles de detectar. Al poder medir el movimiento de los ojos incluso con los ojos cerrados, es una herramienta potente y robusta para el estudio de los sueños.

Por otra parte, instituciones como la Universidad Politécnica de Madrid, han utilizado esta técnica para monitorizar los índices de atención visual y asegurarse de que los usuarios que realizan ejercicios, o tareas de rehabilitación. Pudiéndose así muestrear y analizar a los pacientes sin la distracción o el estrés que añade un cuidador.

#### 2.2.1.2. Técnicas IA utilizadas

- El seguimiento del movimiento ocular está basado en la adquisición y procesamiento de las imágenes en tiempo real. Se utiliza la detección de las corneas y las pupilas para reconocer si ha habido variación respecto al anterior y tras su estudio realizar las acciones más oportunas.
- Además la información desprendida del movimiento ocular es almacenada y aplicada a través de un sistema de reconocimiento de patrones.
- Por otro lado la utilización para la monitorización permite la comunicación maquina-usuario de forma proactiva, favoreciendo el aprendizaje de cualquier aplicación que utilice esta técnica.

#### 2.2.1.3. Resultados obtenidos

Como se ha comentado en la descripción de la herramienta, este procedimiento genera resultados satisfactorios. Los resultados más destacados son los siguientes:

- Se obtiene la posibilidad de que personas cuya parálisis cerebral afecta gravemente a sus facultades motoras puedan interaccionar con el ordenador.
- Llegar a comunicarse con otras personas mediante los diversos programas que se han diseñado para estos cometidos.
- Obtener un análisis clínico más detallado y verídico de la situación de las personas con parálisis cerebral.
- Medir los niveles de ánimo del usuario y actuar en consecuencia.

#### 2.2.1.4. Posibles mejoras

La técnica del Eyetracking es relativamente simple y, por esta razón es fácilmente integrable en otras aplicaciones:

- Un buen encaminamiento de estudio sería el de introducirlo en aplicaciones enfocadas a la comunicación que además, poseyeran otras técnicas de IA tales como histogramas o predicción de acciones.
- Integrado en una aplicación de comunicación o generación de discurso con voces no sintetizadas podría servir para imprimir el tono adecuado al discurso mediante el reconocimiento de ocular.

### 2.2.2. Entorno multimodal aplicado a personas con parálisis cerebral

#### 2.2.2.1. Definición

Dentro de la visión de la inteligencia Ambiental, los usuarios estarán rodeados de interfaces intuitivas e inteligentes embebidas en toda suerte de objetos que, dentro de un entorno, serán capaces de reconocer y responder de forma continua a sus acciones. Dicho de otro modo, la premisa de esta sección es el fundamento de que la tecnología debe estar diseñada para los usuarios y no al revés.

A fin de que esto pueda ser así, es necesario que la interacción usuario-maquina sea fluida, inequívoca eficaz y, sobretudo, fácil. Por este motivo, los sistemas de diálogo pueden usarse para incorporar capacidades comunicativas de más alto nivel, como puede ser un ejemplo, los sistemas multiagente. La mezcla de este tipo de comunicación con el del aprendizaje convencional puede permitir a usuarios expertos comunicarse con otros, ya sean reales o virtuales para lograr un aprendizaje más significativo.

Para conseguir alcanzar el marco de docencia orientada al logro de competencias, es necesario que la función del profesor sea facilitar y guiar al alumno para que pueda acceder intelectualmente a todos los contenidos posibles. Además, es imprescindible que las metodologías docentes permitan una mayor participación de las personas con dificultades especiales[20].

Los objetivos principales definidos para crear una plataforma educativa de estas características son los siguientes:

- En primer lugar, el desarrollo de un material docente multimedia cuya finalidad sea facilitar el desarrollo de cursos en línea. Alejándose del material estático colgado en un único formato.

- En segundo lugar, crear un entorno virtual flexible, atractivo y de fácil participación. Para ello se pretende incorporar agentes inteligentes que puedan presentar preguntas y respuestas para evaluar el aprendizaje a la par que proporcionarlo. Tratando de obtener con ellos los siguientes dos objetivos:
  - Facilitar el acceso a la aplicación en el mayor número de entornos y dispositivos.
  - Garantizar el acceso a la herramienta a estudiantes con discapacidades motoras o del lenguaje que les dificulte o imposibilite el uso de interfaces tradicionales tales como el teclado o el ratón.
- En último lugar, se considera un acierto apoyar el entorno en mundos virtuales para posibilitar la interacción con la plataforma de una manera más inmersiva. De este modo, este tipo de mundos ayudarán a concienciar a las personas con las necesidades más restrictivas entender el mundo de una forma útil y efectiva.

El entorno multimodal, presentado por la Asociación Iberoamericana de Tecnologías de Apoyo a la Discapacidad (AITADIS), se caracteriza por la aplicación de las tecnologías de modo interactivo para solucionar las necesidades especiales de las personas con discapacidad resulta de gran importancia para la sociedad actual. De esta forma es posible ayudar a personas con discapacidades congénitas, trastornos psicológicos adquiridos, problemáticas derivadas de accidentes o, sencillamente, con las limitaciones inherentes al envejecimiento.

Con la finalidad de la mejora de la calidad de vida de las personas, se plantea el Sistema Audiovisual Terapéutico Interactivo(SATI) que, desde 2007 ha venido llevando a la práctica la Asociación Provincial de Parálisis Cerebral(APPC) de Tarragona. La principal tarea que propone el proyecto es la investigación, desarrollo y aplicación de las nuevas tecnologías al análisis de los movimientos y sonidos de las personas con discapacidad. Luego, estos datos, obtenidos mediante cámaras y micrófonos, transformándolos en imágenes, sonidos y vibraciones[12].

El objetivo final es crear un espacio sensible al usuario que, a pesar de sus limitaciones sensoriales, motrices y cognitivas, pueda interactuar con el entorno por sí mismo. De esta forma se conseguirá que el usuario no solo participe de una experiencia que no le sea perjudicial, sino que además se permitirá que se fomente la asociación causa-efecto y la sensación de control e incluso, llegado el caso, que acabe sirviéndole como un canal de expresión. Además se espera que, inconscientemente, este proyecto cree capacidades como la participación, la comunicación o la creatividad.

Bien es cierto que la aplicación de los medios interactivos a la discapacidad cuenta ya con una larga trayectoria, desde aplicaciones para el tratamiento de trastornos psicológicos como fobias y trastornos. Pero la posibilidad de afectar a cualquier área del entorno mediante el reconocimiento de un patrón táctil, gestual o sonoro permite que el usuario haga acopio de seguridad.

El SATI consta de dos módulos principales: el módulo de extracción del gesto y el motor audio-visual. El primero es una aplicación basada en una cámara web que captura y procesa en tiempo real una señal de vídeo para extraer los siguientes parámetros:

- Dirección y cantidad de movimiento en un área específica. Permitiendo seleccionar una parte del cuerpo donde se genere la movilidad voluntaria. La cámara con una sensibilidad extrema permite su funcionamiento adecuado para personas con movimientos muy acotados, ya sea en brazos, piernas o cuello.
- Posición de una marca de color que se coloca sobre el cuerpo del participante. Muy indicado para cuando el usuario no posee una tara significativa en la movilidad voluntaria.
- El índice de actividad global es un concepto que se ha considerado útil para los usuarios que pueden interactuar con el cuerpo entero.

Por otra parte el motor audio-visual consta de un conjunto de aplicaciones de las que cabe destacar especialmente las siguientes dos:

- Un motor de efectos digitales en tiempo real con efectos tales como eco, desplazamiento tonal o reverberación, que permiten al usuario jugar con su voz.
- Un instrumento virtual basado en el movimiento del usuario que permite reproducir notas MIDI a partir de los gestos.

Por otra parte permite la visualización de las notas musicales mediante un programa externo de nombre R4.

Este proyecto tuvo buenos resultados pues, entre los usuarios experimentales hubo entusiasmo a la hora de volver a probar el entorno. Una vez conseguido este tipo de reacciones, se pudo pasar a objetivos más relacionados con la actitud o la pedagogía a través de la herramienta.

#### **2.2.2.2. Técnicas IA utilizadas**

- El software SATI posee un módulo de extracción de características gestuales en tiempo real.



- A raíz de la información que deduce de la grabación en tiempo real decide que acciones debe llevar a cabo (mover el cursor, emitir una nota musical, seleccionar una aplicación...). Lo que se traduce en reconocimiento de patrones.

### 2.2.2.3. ¿Qué resultados consigue?

- Se consigue desarrollar la iniciativa comunicativa.
- Se fomenta la creatividad.
- Ayuda a la capacidad expresiva.
- Motiva a la persona con parálisis cerebral a aprender y con esto deviene una mejora de la autoestima.
- Permite al usuario divertirse a través de su voz o movimientos.

### 2.2.2.4. ¿Cómo se podrían mejorar los resultados?

- A pesar de ser un sistema con varios beneficios, requiere que un profesional anote los avances. A su vez, este trabajo se ve afectado por la posibilidad de que el alumno sufra una crisis. Por este motivo, se considera necesario incorporar técnicas de automatización, tales como algoritmos genéticos que adapten el programa, paulatinamente al perfil del usuario y recoja los datos para que sea el profesional quien los evalúe.
- Una simplificación del entorno de uso para las personas encargadas del cuidado de los alumnos. Aplicando la mejora anterior de carácter progresivo, podría permitir que los tutores trabajaran con los alumnos mientras el profesional evalúa y ajusta los parámetros del entorno.
- El estudio de programas adaptativos que fueran capaces de aprender nuevas propuestas inferidas de la interacción con el usuario.
- Lograr un acercamiento entre la visión de Inteligencia Ambiental y la de la fundación AITADIS, añadiendo a la aplicación entornos virtuales que mejoren su capacidad de abstracción[34].
- Otra manera de mejorar este software y, para posibilitar que el usuario pueda responder a los problemas que se le presenten mediante voz, sería necesario un reconocimiento automático del habla[24].

- Sería interesante la incorporación de agentes inteligentes que guiaran al usuario, añadiendo un nuevo grado de complejidad a la evolución del programa.

### 2.2.3. SINA

#### 2.2.3.1. Definición

SINA es un paradigma de interacción natural e intuitivo, sencillo y económico diseñado para permitir la utilización de un modo natural de las aplicaciones instaladas en un ordenador cualquiera por un usuario con parálisis. Su diseño únicamente necesita de una cámara web en el aparato. Su principal finalidad es la de conseguir que los niños con parálisis no teman el contacto con las máquinas, logrando una interacción cómoda sin causar molestias a los usuarios. Usando la nariz como eje de referencia para mover el ratón, SINA añade una botonera gráfica que emula los botones del ratón y usa tiempos de espera para las pulsaciones. Los creadores poseen dos líneas de investigación paralelas para este producto:

- Continuar los ajustes de las prestaciones de SINA para las necesidades reales de los usuarios.
- Analizar y experimentar con nuevas prestaciones, como puede ser el reconocimiento de voz o un ratón ocular.

Su desarrollo se vio construido en cuatro fases bien diferenciadas:

- Selección de usuarios: Atendiendo a la necesidad de un acceso alternativo al ordenador, la motivación de los intereses por el manejo del mismo, los niveles cognitivos de los usuarios y la posibilidad que pudiera ofrecer SINA como instrumento educativo.
- Planificación: Valorando las posibilidades y potencial de la aplicación se determinaron una serie de hitos. Algunos de los cuales sería programar el control mediante los movimientos de cabeza. Tras esto que el usuario interactuara con el ordenador y estableciera la relación entre su movimiento cefálico y el movimiento del ratón. Finalmente promover el entrenamiento para parar el movimiento para situar el cursor en lugares concretos de la pantalla.
- Aplicación: El ensayo inicial se efectuó en periodos de entre 30 y 45 minutos dos veces por semana con la intención de que los programadores pudieran observar que fallos poseía el sistema sin con ello cansar a los usuarios finales. Con el tiempo, el programa de estudio se aplicó a otros programas escogidos por el usuario: WordPad, Internet...

- Evaluación: El análisis de los resultados obtenidos por SINA se basó en la evolución conseguida por los usuarios, el interés y la motivación conseguidos enfrentados a los niveles de fatiga y estrés provocados, el grado de satisfacción final y la capacidad real de utilización del ordenador.

Los primeros resultados del programa fueron positivos, se comprobó que las personas que interaccionaron con los ordenadores se sentían protagonistas de su interacción y por tanto, sentían aumentar su autonomía y autoestima. Este es un gran paso para no solo introducir tareas académicas, sino que abre un abanico de posibilidades lúdicas y de trabajo motor[32].

### 2.2.3.2. Técnicas IA utilizadas

- El sistema SINA hace uso del reconocimiento del movimiento para razonar en qué dirección debería mover el ratón. Trabajando en la adquisición y procesado de la imagen en tiempo real para lograr una interacción lo más veloz posible.

### 2.2.3.3. Resultados obtenidos

Los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto SINA pueden concretarse en los siguientes puntos:

- Permite una interacción proactiva con la tecnología. Ha demostrado ser una experiencia positiva permitiendo a usuarios que no tenían posibilidades de acceder al ordenador poder utilizarlo. Siendo así protagonistas de la interacción aumentando su autonomía y su autoestima.
- El entrenamiento regular ha permitido demostrar que es posible una evolución de las capacidades de los usuarios y sus competencias en el manejo de los ordenadores.
- Es un elemento ampliamente motivador no sólo para introducir en el terreno educativo, como son las tareas curriculares y académicas. Sino que también crea la oportunidad de abrir nuevas posibilidades de ocio y trabajo motor.
- Además ha resultado ser una evidencia, el potencial del SINA como medio de rehabilitación, pues permite responder a las demandas de los usuarios y les exige de manera lúdica un control sobre sus deficiencias tanto físicas como cognitivas.
- El proyecto ha demostrado su capacidad y medios para adaptarse a las necesidades del usuario y no al contrario.

- Posibilita una mayor desenvoltura en los intentos de comunicación.

#### **2.2.3.4. Posibles mejoras**

- Un calibrado más personalizado del funcionamiento de la cámara podría llegar a incorporar el uso de gestos como acceso rápido o el uso de parpadeos como clics, desbloqueando con ello una serie de acciones que previamente eran complicadas o imposibles.
- Por la naturaleza del programa SINA se posibilita el uso efectivo de otras herramientas que solventen otras habilidades de la lista propuesta en el capítulo anterior.

## 2.2.4. Fressa

### 2.2.4.1. Definición

El proyecto Fressa es una iniciativa gestada en 1998 y promovida por un profesor de matemáticas del INS Pla de l'Estany, Jordi Lagares la cual consiste en generar software enfocado a ayudar a personas con discapacidad.

Los programas son solicitados por los usuarios: maestros, padres y especialistas. Más adelante, estos programas son testados por los mismos solicitantes que aconsejan nuevas mejoras o herramientas que aplicar o añadir al software ya creado. Por esta misma razón es por la que el periodo de Actualiza de los programas es muy bajo, habiendo nuevas versiones cada semana. Todas las aplicaciones son descargables desde su página web de manera totalmente gratuita.

El proyecto desarrolló un programa pensado para poder controlar el ratón del ordenador. El programa permite controlar los movimientos y las funciones del ratón. Este programa al aplicarse sobre juegos o aplicaciones servía para que, mediante barridos automáticos y el uso de pulsadores, conmutadores o emisiones de sonidos pudieran tener posibilidades de jugar a juegos a pesar de no poder tener acceso a teclados normales[43]. Entre sus programas se destacan los siguientes:

- Plaphoons: que permite a personas con discapacidad motora conversar, iniciarse en el aprendizaje de la lectoescritura y solicitar atenciones a través de una serie de imágenes con significado grupal o específico.
- Platillos voladores: un juego de naves de scroll vertical que altera la velocidad de juego y funciona a través de controladores de juegos especiales. Estos, permiten el movimiento de la nave mediante pulsaciones prolongadas o al dejar de pulsar.
- Pasapáginas: Ideal para leer libros o ayudar a un programa a que pueda leerlo.
- Lectura de textos: Para permitir la lectura de textos a aquellas personas que tienen dificultades para acceder al ordenador.
- Controladores: Para controlar el mouse mediante voz.

Cabe destacar especialmente el programa Plaphoons cuya funcionalidad para la comunicación y su facilidad para ser editable y configurable lo ponen a la zaga de las herramientas software más útiles en el terreno del apoyo a personas con parálisis cerebral. Además de permitir el funcionamiento no solo en

dispositivos móviles sino que también en ordenadores[43]. Lo que significa un avance para aquellas personas que no pueden afrontar el gasto de este tipo de dispositivos.

#### 2.2.4.2. Técnicas IA utilizadas

- Los controladores son programas que han sido diseñados dentro del proyecto Fressa y están basados técnicas de reconocimiento del habla.
- Del mismo modo, la aplicación de lectura de textos cumple el cometido complementario y también utiliza técnicas de reconocimiento de palabras escritas.

#### 2.2.4.3. Resultados obtenidos

Puesto que se trata de un proyecto y, son varios los programas desarrollados en él, se hablará en primer lugar de Plaphoons:

- Al ser una herramienta gratuita y de fácil instalación posee una dispersión y distribución difícil de conseguir por medios de coste económico.
- Su uso permite crear la iniciativa de la comunicación en las personas con parálisis cerebral.
- Incrementar someramente la velocidad de comunicación.
- Fomenta el concepto de uno mismo y por tanto la motivación y la autoestima.

Por otro lado, las aplicaciones de “Platillos volantes”, “Pasapáginas” y “Lectura de textos” ayudan a la recreación y entretenimiento de las personas con parálisis cerebral.

#### 2.2.4.4. ¿Cómo se podría mejorar las prestaciones?

Son varios programas que se han desarrollado dentro de este proyecto y otras tantas las mejoras que podrían aplicarse a nivel global. Pero dentro del marco en el que se centra este trabajo, se considerará únicamente las mejoras de IA aplicables dentro del programa Plaphoons. Las modificaciones que se recomendarían son las siguientes:

- El uso de histogramas y/o predictores de plaphoons para agilizar la creación de conversaciones, peticiones y facilitar aún más la lectoescritura.

- Añadir la funcionalidad opcional de la técnica del Eyetracking, de manera que incluso aquellas personas con trastornos motores más graves pudieran beneficiarse de las ventajas que reporta esta iniciativa. E incluso podría ser aplicable al juego de los platillos voladores.
- Combinar los programas Plaphoons y Lectura de textos para dotar de entonación y modalidad a los mensajes formados mediante la selección de iconos.
- Las aplicaciones mencionadas ganarían varios de los objetivos que se analizan en este trabajo mediante la incorporación de técnicas basadas en redes neuronales [37][7] [21][45].



## 2.3. Programas para la mejora de la comunicación

### 2.3.1. Proloquo2Go

#### 2.3.1.1. Definición

Proloquo2Go es una aplicación móvil, pensada para el uso en tabletas electrónicas, permite su funcionamiento en todo tipo de smartphones y iPads[16]. Desarrollada por AssistiveWare, se ha convertido en un artículo de gran audiencia. Su principal función es la de generar discursos a través de la selección de iconos. Esto es, implementa la capacidad de escribir oraciones y frases completamente bien formadas con solo unas pulsaciones en algunas palabras, imágenes y frases.

La aplicación cuenta con las siguientes características[35]:

- El hecho de ser totalmente personalizable, es decir, permitir la descarga de elementos secundarios pero igualmente interesantes otorga a esta aplicación la flexibilidad que en ocasiones puedan requerir los usuarios finales. Algunos ejemplos son la posibilidad de descargar voces naturales, para que las personas con parálisis cerebral, en especial los niños, puedan comunicarse de forma fluida con sus cuidadores y amigos[38].
- Además incluye la posibilidad de crear y editar nuevos botones. Proloquo2Go dispone de más de 14000 símbolos predefinidos y es posible incorporar nuevos basados en imágenes y fotos propias. La selección de los colores, voces y fuentes de los iconos son editables tanto a nivel individual (botón a botón) como colectivamente (familias de botones) y es fácilmente adaptable a VocaPriority, una herramienta, también de AssistiveWare que trata de solucionar el problema del tiempo para usar las palabras. Esta solución se basa en dividir las palabras en tres niveles de prioridad por página. Palabras frecuentes, menos usuales y que apenas son utilizadas. De esta forma, el terapeuta o el tutor puede comunicarse con la persona con parálisis cerebral cuando sea necesario hasta que este haya terminado de personalizar su aplicación.
- Por otra parte, cuenta con temporizadores y opciones para facilitar el uso de la aplicación a las personas con dificultades motoras. Como puede ser el ajuste del tiempo de selección o que la pulsación sea reconocida al levantar el dedo de la pantalla.
- Otra funcionalidad es la se pueden realizar los cambios pertinentes para crear un vocabulario propio basado en según qué necesidades[2].

- Finalmente, hace uso de ExpressivePower para que las palabras y/o discursos que se sintetizan posean la cadencia, entonación y expresividad que requiera el usuario, previendo así los posibles malentendidos y errores de comunicación que suelen desprenderse de la comunicación escrita.

### 2.3.1.2. Técnicas IA utilizadas

- La predicción de palabras se sirve a través del motor PolyPredix que reduce en la mitad el número de pulsaciones necesarias, sin necesidad de configuración ni entrenamiento. Este motor se basa en el uso de un sistema estadístico que permita una mayor libertad en la elaboración de frases, sea cuál sea el idioma. Además PolyPredix se enfoca en la predicción de varias palabras a partir del comienzo que haya sido introducido.
- El motor PolyPredix cuenta con diccionarios optimizados que contienen más de 90.000 palabras comunes y combinaciones de palabras. Como carácter añadido, este motor tiene en cuenta las palabras anteriormente introducidas puesto que las frases suelen seguir patrones similares.

El componente significativo de IA en este motor es el aprendizaje automático. Cada vez que el usuario teclea, el sistema interno personaliza las frecuencias de uso de ese usuario en particular y aprende las nuevas palabras y combinaciones de palabras que suele utilizar. Es capaz incluso de aprender nuevos idiomas a partir de las palabras introducidas por el usuario. Además, para aquellas personas que se equivocan con frecuencia existe una opción que anula esta última opción para ignorar aquellas palabras que no corresponden al corrector ortográfico. Con esta predicción se pretende ahorrar esfuerzo en la interacción ordenador-usuario maximizando la velocidad de escritura y minimizando el tiempo de selección de sugerencias.

- Por otro lado, VocaPriority hace uso de niveles de prioridad, basados en los histogramas de uso facilita el uso del programa acelerando el ritmo de comunicación de los usuarios con los receptores finales.
- En último lugar, ExpressivePower utiliza un sistema de reconocimiento de caracteres. Lee las frases y las convierte en un discurso bien articulado.

### 2.3.1.3. Resultados obtenidos

- Proloquo2Go consigue facilitar el acceso a la comunicación por parte de las personas con parálisis cerebral a través de dispositivos móviles táctiles.
- Esta aplicación SAAC logra que la comunicación, la escritura y la interacción con el resto de personas sea más cómoda e intuitiva.
- Aumenta su capacidad expresiva y permite conversar a una velocidad más cercana a la habitual.
- El hecho de poder conversar deviene en un incremento de la autoestima

### 2.3.1.4. ¿Cómo podría mejorar sus prestaciones?

- La herramienta Proloquo2Go es una aplicación completa y en constante desarrollo. Con el paso del tiempo las actualizaciones han añadido nuevos idiomas y mejoras técnicas tales como:
  - Un mejor predictor.
  - La interacción con las otras herramientas de AssistiveWare.
- Sin embargo, otro modo de mejorar las prestaciones es que un mayor número de personas pudieran acceder a ella, por lo que una rebaja progresiva de la herramienta o la posibilidad de acceder a ella de forma parcial gratuitamente favorecería la integración de las personas con parálisis cerebral.
- Otra mejora a tener en cuenta sería el uso de redes neuronales basadas en el reconocimiento del discurso de personas con dificultades del habla. Que siendo entrenadas para cada caso particular serviría para agilizar aún más la comunicación entre cuidador y cuidado, además de anular o suavizar la dependencia del SAC [45].

## 2.3.2. PredWin

### 2.3.2.1. Definición

PredWin es un editor de texto con variedad de usos en función de si el usuario tiene problemas para utilizar los dispositivos convencionales. Tiene como objetivo final la optimización de la escritura de personas con discapacidad. Para ello, incorpora un predictor de palabras, un módulo de comunicación y uno matemático.

Las personas cuya discapacidad les impida moverse con normalidad, o comunicarse, pueden ver su día a día truncado y su calidad de vida, por tanto, resentirse. PredWin es una aplicación gratuita y en constante evolución. En los últimos quince años ha desarrollado las siguientes mejoras:

- Mejoras generales y de aspecto:
  - Uno de los principales pilares de su mejora consiste en permitir su funcionamiento en todos los sistemas operativos actuales.
  - Aumentar su potencia de procesamiento, permitiendo cualquier tamaño de letra.
  - Por otro lado se ha modernizado el aspecto del programa. Permitiendo la introducción de iconos asociados a menús, palabras, etc. Estos iconos facilitan en mucho el uso del programa pues elimina la necesidad de leer cada opción y aumenta por tanto su velocidad de uso.
- Predicción de palabras y expansiones: Es conocido que la predicción de palabras consiste en ofrecer al usuario posibles terminaciones o correcciones de la palabra que está escribiendo actualmente. Así, se evita que la palabra tenga que ser escrita letra a letra y agiliza el intercambio de comunicación. Esta técnica es una de las más utilizadas en la ayuda de escritura de textos. La predicción actual de PredWin ha mejorado con respecto a la inicial en los siguientes aspectos:
  - La predicción actual ha sido mejorada, tomando como referencia las cinco palabras anteriores y solo la última como fue en la primera versión.
  - Posibilidad de aumentar la velocidad de predicción disminuyendo el tamaño de los diccionarios utilizados en la predicción. Para así poder ser utilizado en ordenadores de menor potencia.

Actualmente la predicción completa abreviaturas de palabras usadas en lenguaje móvil. El problema que se plantea a raíz de esta funcionalidad es que la expansión de abreviaturas requiere una alta carga cognitiva para el usuario por tener que memorizar las abreviaturas que corresponde a cada palabra. Para reducir esta carga, PredWin incorpora un algoritmo flexible de expansión de abreviaturas, que permite que se elimine cualquier letra de la palabra aleatoriamente, siendo únicamente necesario que las letras que aparezcan en la abreviatura mantengan el mismo orden que la palabra original.

Además se permite utilizar ciertas técnicas del lenguaje de escritura móvil, como son:

- Aplicación de heurísticas.
- Expansión por tablas de pares abreviatura-expansión.

En las últimas actualizaciones se ha planteado la inclusión de un aprendizaje automático de abreviaturas, aunque este hecho se vería muy delimitado a causa de las heurísticas y las tablas.

- Modos de acceso: A pesar de que PredWin es muy flexible ya de por sí y posee opciones para adaptarse a las necesidades de acceso de todo tipo de usuario, se han añadido dos nuevas opciones:
  - Un nuevo modo de entrada: “Ratón pulsador” pensada especialmente para aquellas personas que utilizan Windows XP y usan el botón izquierdo del ratón como pulsador. Eligiendo esta opción, el puntero desaparecerá mientras esté el programa PredWin activo, para pasar a ser un pulsador.
  - Opción de autoclic: Si el puntero pasa un tiempo configurable de segundos en un botón seleccionará el botón como si se hubiera pulsado sobre él.
- Potencia de procesamiento: En la versión actual PredWin apenas tiene opciones para configurar el formato de texto o variarlo mientras se está editando. Se ha pensado en añadir funciones tales como “Deshacer”, “Buscar” o “Reemplazar” y opciones de formato.

#### 2.3.2.2. Técnicas IA utilizadas

- Uso de heurísticas para la predicción de palabras y de expansión de abreviaturas.

### 2.3.2.3. Resultados obtenidos

- Consigue facilitar el acceso a la comunicación.
- Mejora la capacidad comunicativa, la conciencia de la escritura y logra que la interacción con el resto de personas y usuario-maquina sea más cómoda e intuitiva.
- Aumenta su capacidad expresiva.
- El incremento de la autoestima inherente a la mejora de la comunicación.
- Reduce el número de pulsaciones necesarias para escribir una oración completa.

### 2.3.2.4. Posibles mejoras

- Si se incluyera el aprendizaje automático de las abreviaturas atendiendo a las palabras previas introducidas podría agilizarse el proceso de escritura a medio y largo plazo. Esta opción debería ser habilitable y deshabilitable debido a que consumiría recursos y podría no funcionar correctamente en ordenadores de bajo rendimiento.
- La mejora del algoritmo de expansión (Hierrezuelo et al., 2006) asignándole una mayor definición de los parámetros.
- La incorporación de reconocimiento de las palabras escritas para generar un discurso.
- Facilitar el acceso a colectivos con un conocimiento menor en informática.

### 2.3.3. Proyecto INTIC

#### 2.3.3.1. Definición

Un alto porcentaje de las personas afectadas por parálisis cerebral presenta dificultades en la comunicación, bien por alteraciones en el habla, provocadas por dificultades motoras o por trastornos comunicativos. Este tipo de trastornos puede conducir a que los afectados padezcan aislamiento, pues la comunicación es una de las formas básicas de interacción con el entorno. El desarrollo de los comunicadores y del conjunto del software de apoyo técnico actual, han transformado las respuestas comunicativas de las personas con parálisis de meras miradas o asentimientos a una comunicación más rica y nutrida.

Actualmente existe una variedad de técnicas y recursos para ser usados con el fin de favorecer el desarrollo de una comunicación para las personas que carecen de hablar o cuyo manejo de esta sea pobre y entrecortada.

La Fundación Aspace junto con el Centro de Informática Médica y Diagnóstico Radiológico (IMEDIR-RNASA), perteneciente a la Universidad de A Coruña han colaborado para la creación de una herramienta facilitadora del acceso al ordenador y susceptible de ser usada como comunicador.

El proyecto de Integración de las personas con discapacidad en el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (INTIC) ha barajado los conceptos de usabilidad y accesibilidad, pues en aplicaciones enfocadas a ser utilizadas por personas con parálisis cerebral se imponen como principales objetivos.

Las TIC, son una herramienta útil para acortar las distancias dentro del mundo digital. Pero cuando este tipo de tecnologías se ofrecen a la sociedad y no están diseñadas siguiendo adecuadamente las necesidades de las personas con discapacidad o de las personas mayores, se hacen, en la mayoría de casos, difíciles o imposibles de utilizar. Por esta razón, para el colectivo discapacitado, la integración no se produce y no solo eso, se produce el efecto contrario al deseado. Favoreciendo la brecha digital.

Persiguiendo evitar la situación y llevando a cabo iniciativas destinadas a la e-inclusión nace In-TIC. Un entorno virtual que permite facilitar la interacción del usuario con el ordenador a través de un teclado virtual adaptado a las aplicaciones más habituales. Permitiendo que personas que posean dificultades de acceso a la interfaz del ordenador, puedan utilizar estas aplicaciones. El programa permite confirmar teclados virtuales y dinámicos generados de forma específica para suplir las necesidades y capacidades del usuario. Tratando con ello de conseguir plena usabilidad a través de una completa configuración y modificación de estos teclados adaptándolos al entorno de trabajo

que correspondiera. De esta forma, el teclado virtual generado para el uso de una aplicación de escritura será ligeramente distinto que el generado para la navegación en Internet. Así se facilita el trabajo y proporciona una intervención más eficiente.

En versiones posteriores, se mejoró también el entorno de creación, pues se tuvieron en cuenta los nuevos requerimientos que surgieron en el proceso de desarrollo.

INTIC cuenta con una versión para móvil, gratuita, que permite adaptar y simplificar sus principales funcionalidades de un dispositivo Android estándar. Pudiendo ser configurado como un comunicador dinámico si se viera necesario pues, la aplicación, posee un menú ameno e intuitivo de personalización para adaptarse a las necesidades de los usuarios. De la misma manera, la otra aplicación, creada para el entorno de Windows, permite facilitar las habilidades de comunicación a aquellas personas con dificultades en el habla, utilizando para ello recursos de voz sintetizada. Además accede y utiliza las aplicaciones elementales del computador gracias a la incorporación de un entorno virtual personalizable.

El principal carácter innovador de INTIC reside precisamente en su facilidad de personalización de teclados y pantallas. Permitiendo la accesibilidad, la usabilidad y la inclusión electrónica. Es por esta razón que existen dos interfaces bien diferenciadas:

- Interfaz de usuario (Figura 2.12.)
  
- Interfaz de tutor, donde los familiares, terapeutas o personal cualificado, podrán crear, diseñar o adaptar los teclados según se vea necesario.

#### **2.3.3.2. Tecnicas IA utilizadas**

No incorpora ninguna técnica IA.

#### **2.3.3.3. Resultados obtenidos**

- Permite una navegación ágil entre el usuario y los distintos entornos de aplicaciones del ordenador.
  
- El entorno In-TIC varía su comportamiento en función del tipo de discapacidad que posea el usuario, adaptándose a sus limitaciones y tratando de compensarlas.



**2.3.3.4. ¿Cómo podrían mejorarse sus prestaciones?**

- El uso del entorno dinámico podría combinarse de forma positiva con otras herramientas de comunicación. Por lo que sería necesario aplicar esta mejora.
- El uso de técnicas de reconocimiento de voz o de captación por cámara podría agilizar en gran medida el uso de la aplicación.
- Permitir interacción con otras plataformas que tengan o puedan tener conectividad con los ordenadores.

## 2.3.4. Sc@ut

### 2.3.4.1. Definición

Desde la universidad de Granada se ha lanzado otra aplicación:

El SAAC Sc@ut se compone de dos programas, un comunicador y un generador de comunicaciones. El comunicador es un sistema aumentativo y alternativo, ejecutable en tablet, dispositivos móviles y en Nintendo DS. En la pantalla se muestran imágenes en celdas que, al ser seleccionadas, emiten el sonido pertinente (onomatopeya, palabra o frase) y pueden también mostrar un vídeo o llevar a otra plantilla.

Por otro lado, el generador de comunicadores es una herramienta creada para que las familias y los educadores puedan crear y modificar comunicadores personalizados con el objetivo de una comunicación más cercana y usual de cara al destinatario final. El precio de este programa es gratuito gracias a la colaboración de varias entidades[5][27].

Las principales funcionalidades del programa son:

- Sc@ut permite barrer la pantalla por filas y celdas, por celdas o por imagen.
- Por la naturaleza de los dispositivos en los que se encuentra instalado, permite el manejo de la aplicación con tan solo una mano hábil.
- Los tiempos de los ejercicios son totalmente configurables, permitiendo así que la dificultad no se base únicamente en lo complejo del ejercicio.
- También posee la opción de configurar el tiempo de detección de una pulsación para evitar aquellas que hayan sido realizadas sin querer.
- Sc@ut dispone de una amplia variedad de sonidos, voces o frases grabadas o sintetizadas a partir del nombre de los componentes de las plantillas. Alertas sonoras al cambiar de imagen o al seleccionar componentes de una frase.
- Permite seleccionar el número de imágenes que aparezcan en la pantalla, su tamaño y animación.
- Genera comunicadores para distintos dispositivos.
- Sc@ut permite configurar la estructura de las plantillas. Posee la opción de moverse a una plantilla inicial o anterior. Tiene un calendario configurable con las plantillas asociadas a cada actividad. Tiene un

## 2.3. Programas para la mejora de la comunicación. Soluciones y proyectos

número de veces que una plantilla pueda ser seleccionada para indicar su disponibilidad. Posee la posibilidad de añadir precondiciones y postcondiciones a plantillas concretas. Además posee atajos.

- En su versión para ordenador, tiene todos los estándares o aquellos adaptados.
- Sc@ut cuenta con vídeos y gifs animados asociados a las plantillas para facilitar su uso intuitivo.

Con esta plataforma se pretende:

- Crear comunicadores adaptados y estimulantes para los usuarios con algún tipo de discapacidad. Proporcionando una retroalimentación auditiva que apoye al lenguaje y refuerce al usuario y sus interlocutores.
- Que la plataforma pueda ser ejecutada en el ordenador y en los dispositivos móviles para que sean llevados y usados en cualquier situación de la vida cotidiana.
- Que los comunicadores generados puedan ser modificados tanto como se desee, cambiando entornos, perfiles y progresos tanto por sí mismos como con la ayuda de sus progenitores o educadores.
- Se busca crear plantillas de comunicación que puedan ser usadas como plantillas de conocimiento, aportando un componente didáctico y organizativo.
- Posibilidad de recoger la información de la interacción del usuario y la plataforma en determinados periodos de tiempo para lograr una mejor adaptación.

### 2.3.4.2. Técnicas IA utilizadas

- Sc@ut es capaz de reconocer el lenguaje natural y convertirlo en voz sintetizada.
- Recoge información del uso para reajustar sus parámetros y adaptarse al nivel del usuario[5].

#### 2.3.4.3. Resultados obtenidos

Sc@ut mejora la comunicación y el desarrollo verbal. Incrementa la iniciativa de la comunicación y su capacidad expresiva. Además agiliza el proceso de comunicación. Y ambas cosas en conjunto fomentan la concepción de uno mismo y por tanto la autoestima. Por lo que logra los siguientes puntos:

- Incrementa la intención comunicativa del niño y por tanto sus habilidades socioafectivas.
- Ayuda a la percepción temporal fundamental para las personas con rasgos de autismo.
- Mejora la habilidad lingüística y la composición morfosintáctica.
- Ayuda a eliminar conductas disruptivas.
- Permite la progresión oral y de los sentidos.
- Perfila los reflejos y el control de las extremidades superiores.
- Al poseer carácter lúdico facilita el aprendizaje al mismo tiempo que entretiene.

#### 2.3.4.4. Posibles mejoras

- Una manera de optimizar los beneficios de esta aplicación sería integrarla en PICA como una sola. De esta forma podrían lograrse los mismos hitos, consumiendo con ello menos recursos del sistema y con el beneficio añadido de tener que actualizar una única aplicación.
- Otra posible vía de acción estaría enlazada a la conectividad web de la aplicación, fomentando la grupalidad y dispersión de sus actividades.
- Por otro lado, la portabilidad a nuevos dispositivos de mayor potencia permitiría la integración de sistemas basados en IA más potentes.

## 2.4. Productos para la educación y formación

### 2.4.1. Emo

#### 2.4.1.1. Definición

Un equipo de la Universidad Politécnica de Madrid ha desarrollado una aplicación para apoyar el aprendizaje de la expresión facial y de las emociones para las personas que padecen parálisis.

Este programa consiste en el uso de un agente conversacional personificado como una figura animada de apariencia humana y que se comunica con la persona, incluyendo gran variedad de gestos. El uso de las diferentes tecnologías interactivas multimedia permiten la utilización de la técnica “Mago de Oz”, lo que contribuye a mejorar las posibilidades de mejorar la capacidad expresiva y social en los niños. La técnica “Mago de Oz” se basa en la participación de un humano que se conoce como “Mago”, quien simula, sin conocimiento del participante en el experimento, el papel que desempeña el computador durante la interacción humano-computador (Fraser y Gilbert, 1991). Para poder emplear esta técnica se deben cumplir tres precondiciones:

- Es posible simular el sistema futuro, dadas las limitaciones humanas del Mago, tales como la velocidad de respuesta ante la solicitud del usuario y la posibilidad de no ser capaz de responder a una solicitud.
- Es posible especificar el funcionamiento futuro del sistema.
- Es posible que la simulación sea creíble.

El objetivo de esta herramienta es la imitación y reforzamiento de las gesticulaciones.

El programa está enfocado a un colectivo de niños de hasta 10 años, ya sea que posean parálisis cerebral, problemas motrices severos o con dificultades para reconocer tanto las emociones ajenas como mostrar las propias.

La técnica pedagógica que encierra este programa consiste en que el niño imite la expresión reproducida por el agente virtual. Para este cometido EMO incorpora una cámara para que el niño pueda verse a sí mismo y reconocerse. El programa además posee recursos de refuerzo tales como flashes, sonidos y pictogramas. Desde un ordenador remoto, el profesor tiene el poder de manipular el transcurso de la aplicación de forma que pueda controlar y reforzar el aprendizaje y motivar a los alumnos sin interferir con la interacción niño-maquina.

Este programa ha demostrado que el papel de las tecnologías en los refuerzos del aprendizaje se vuelve más y más necesario con el paso del tiempo.

Sobre todo en aquellos casos en los que este tipo de herramientas prevalecen sobre los cuidadores y profesores y facilitan la docencia de personas con necesidades especiales independientemente de ser aulas ordinarias, especiales o instituciones especializadas[3].

#### 2.4.1.2. Técnicas IA utilizadas

- Actualmente no posee ningún tipo de IA. Pues es controlado a distancia o se utiliza como una aplicación básica.

#### 2.4.1.3. Resultados obtenidos

Este programa permite promover las siguientes capacidades:

- Aumentar sensiblemente la capacidad expresiva de los usuarios.
- De una forma directa, la autoestima de los mismos.
- Enseña a los jóvenes con parálisis cerebral a gesticular y mostrar sus emociones.
- Tiene un componente lúdico al mismo tiempo que didáctico.

#### 2.4.1.4. Posibles mejoras

Dada la naturaleza del programa. Se podría obtener información adicional o incluso llegar a automatizar el funcionamiento del programa con mecanismos como:

- Reconocimiento de patrones faciales. Permitiendo a sus cuidadores familiarizarse más rápidamente con los gestos del infante.
- Almacenamiento de los gestos en aras de un aprovechamiento futuro. De manera que el niño pueda visualizar sus progresos e incrementar así la autoestima al comprobar la dualidad esfuerzo-recompensa.
- Sistema de Pregunta-Respuesta. Para que el infante pueda tener una serie de conversaciones posibles que le permitan entrenar sus gestos, pero también sus diálogos.
- En caso de incorporar un reconocedor del habla, sería interesante incorporar algún sistema de aprendizaje de tipo genético, que aprendiera al mismo ritmo que el usuario.

- Por otro lado y, a fin de mejorar el marco de uso de la aplicación, usar de redes neuronales puede proporcionar un modo de interacción no convencional con las maquinas y permite la comunicación mediante reconocedores de conductas humanas [37][7] [21][45]. Esto puede desencadenar en una mejor relación maquina-persona y la maquina podría aprender los matices de las expresiones de los usuarios.
- De la misma manera, aprovechar la cámara incorporada y el reconocimiento de expresiones para actuar en consecuencia.

## 2.4.2. PICA

### 2.4.2.1. Definición

La aplicación informática PICA está basada en ejercicios educativos. PICA es una plataforma desarrollada por la Universidad de Granada que permite generar ejercicios didácticos cooperativos de tres tipos básicos: puzle, asociación y exploración. Los ejercicios son completamente adaptables en presentación y contenido para acercarlo a todo tipo de personas con necesidades educativas especiales. El programa funciona en iPods e iPhones porque tienen la capacidad de conectarse entre sí permitiendo ejercicios grupales y así, fomentar la socialización de los alumnos. El componente de portabilidad permite involucrar a los padres y cuidadores en la educación de sus hijos. Posee la siguiente serie de características [27]:

- Control con un solo botón: PICA permite barrer por filas y celdas, por celdas o por imagen. Además permite la selección táctil sin stylus y, por estar en dispositivos como el iPod, que no posee botones físicos, evita las pulsaciones indeseadas.
- Control con una sola mano: Al servirse de pantallas táctiles y por lo general de pequeño tamaño, no requiere el uso de las dos manos para poder acceder a sus funciones.
- Control mediante movimiento: PICA permite esta funcionalidad pues los dispositivos en los que se usan poseen acelerómetros que permiten detectar su posición, permitiendo mover componentes de la pantalla o agitar el dispositivo para seleccionar objetos.
- Velocidad configurable: Puede elegirse el tiempo de barrido y/o el tiempo que dura cada ejercicio.
- Sensibilidad de botones: PICA poseen la opción de configurar el tiempo de pulsación para detectar y discriminar las pulsaciones involuntarias.
- Control por micrófono: PICA permite también reconocer la voz o la emisión de sonidos.
- Información sonora: incorpora un sintetizador de voz para generar sonidos a partir de textos. Realiza lecturas a partir de componentes de la pantalla y proporciona variedad de sonidos asociados a los ejercicios para advertir de su cambio, alertar, informar y ayudar en su resolución.



- Información visual: permiten configurar el número de imágenes en pantalla. Estas imágenes pueden ser tanto pictogramas, fotografías o dibujos que representen objetos y acciones. Permite configurar el tamaño de las imágenes, los márgenes, e impresión de las palabras. Posee zoom, imágenes GIF.
- Conectividad: puede conectarse vía WIFI, Bluetooth.
- Portabilidad: PICA se ejecuta en dispositivos portátiles.
- Niveles de dificultad: posee la opción de combinar ejercicios para hacer otros más completos y por tanto complejos. Los objetivos del ejercicio pueden variar cada vez que se realice. Sistema de puntuaciones dependiente del objetivo y el perfil de usuario.
- Periféricos estándares o adaptados: todavía no posee estándares, pero se encuentran en fase de desarrollo.
- Sistema de ayudas y refuerzos: PICA posee de manera totalmente configurable, refuerzos positivos, negativos, sonoros y visuales.

#### 2.4.2.2. Técnicas IA utilizadas

- PICA posee reconocimiento de voz. Siendo capaz de interpretar las órdenes que reciba del usuario y convertir su voz en acciones.
- La plataforma, desarrollada en colaboración con profesionales de distintos centros que asientan las bases de los que deben ser los requisitos ineludibles, cuenta con los siguientes tipos de ejercicios:
  - Asociación: El ejercicio presenta dos grupos de imágenes y es necesario relacionarlos de una de las siguientes maneras:
    - Uno a uno: Ambos grupos poseen el mismo número de elementos y a cada uno le corresponde una relación con uno y solo uno de los elementos del lado contrario.
    - Múltiple: Los conjuntos pueden tener distinto número de elementos y a cada uno de los elementos de un grupo pueden corresponderle una o más relaciones.
    - Identificación: Solo uno de los conjuntos, tiene el elemento al que debe asociarse los elementos del otro conjunto que cumplan una determinada propiedad.

- Puzle: En esta actividad se muestra una imagen descompuesta en piezas que el usuario debe ordenar. El número de piezas, la complejidad de la ordenación y la imagen puede ser ajustado.
- Exploración: Con este ejercicio se busca que el alumno comprenda los conceptos a través de la interacción con un sistema hipermedia. Hay dos variantes configuradas:
  - Básico: Se presenta un conjunto inicial de elementos con una relación temática. Al ser seleccionado cualquiera de los elementos el sistema muestra más información para profundizar en el concepto. Este tipo de ejercicio permite crear comunicadores simples o agendas.
  - Historia: El usuario puede construir un relato o cuento a través de la navegación del sistema hipermedia, observando y seleccionando imágenes, escuchando los sonidos o mostrando las animaciones y videos mientras se desplaza a otras páginas[26].

### 2.4.2.3. Resultados obtenidos

Pica mejora el desarrollo verbal y la capacidad expresiva también. El uso de los ejercicios no solo asienta los conocimientos ya adquiridos sino que, al poder nivelarse la dificultad, la persona con parálisis cerebral adquiere una nueva visión de la inteligencia propia y de su capacidad de aprendizaje.

- Desarrollo verbal y sensorial.
- Mejora de la memoria.
- Trabaja la coordinación óculo-manual.
- Asimilación del concepto causa-efecto.
- Su incorporación de contenido educativo embebido en ejercicios con apariencia lúdica permite que los usuarios disfruten jugando y al mismo tiempo aprender conceptos y adquirir habilidades socioafectivas.
- Puesto que sus contenidos y presentación no están enfocados solo a la educación infantil o primaria, proporciona los mecanismos de adaptación suficientes para que usuarios con necesidades especiales lo encuentre útil.
- El uso de dispositivos portátiles como son iPhone o iPod los hace más estimulantes y mejora la calidad de los contenidos.

- El soporte del trabajo colaborativo fomenta la socialización de la persona con parálisis cerebral permitiendo:
  - Aprendizaje por imitación tanto del educador como de sus compañeros.
  - Oportunidad de hacer, decir y sentir.
  - Auto-regulación personal y grupal.
  - Sucesión de refuerzos positivos.
- Una notable mejora de la percepción y la discriminación tanto visual como auditiva.

La actividad de asociación sirve de base para realizar lotos, ejercicios de memoria, ordenación, cálculo y discriminación[26].

#### 2.4.2.4. Posibles mejoras

- Una posible mejora que incorporar a la aplicación sería el uso de un razonamiento basado en casos, de modo que pudiera actuar de forma correcta en el caso en el que la aplicación sufriera algún tipo de situación anómala.
- Otra mejora radicaría en el uso de internet para la descarga de actualizaciones que incorporaran nuevos retos para los usuarios.
- Por otro lado, incorporar algún tipo nuevo de juego, basado en agentes inteligentes que respondieran a comportamientos introducidos por voz, podría generar una respuesta positiva y lúdica.
- La incorporación de sensores que indiquen la temperatura, el pulso u otra señal importante, permitiría la monitorización de aquellos usuarios que se encuentran más auto recluidos.

### 2.4.3. Pizarras interactivas

#### 2.4.3.1. Definición

Ya se ha hablado sobre las dificultades educativas que atraviesan las personas con parálisis cerebral. Parece claro que el déficit de atención e interés no se pierden por elementos como la televisión o los ordenadores. El modelo tradicional de enseñanza comienza a quedarse obsoleto y es necesario pues enfocar la problemática añadiendo nuevas tecnologías para estar en consonancia con el nivel de la sociedad.

Con la idea de aprovechar las herramientas tecnológicas en el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje, se piensa en las pizarras interactivas. La función de estas pizarras en las clases fue aprobada con reticencia al principio pero, con el paso de los años se ha demostrado que la exposición a experiencias computacionales para la educación tiende a apoyar y favorecer el desarrollo cognitivo, en especial el verbal, y social de los alumnos no solo con parálisis cerebral sino también en niños de preescolar. Las Pizarras Digitales Interactivas (PDI) se han convertido en un recurso didáctico, y se pretende impulsar la integración de estas en el contexto escolar.

En el caso de los niños con necesidades educativas especiales (NEE), las tecnologías de la información y comunicación (TIC) se han convertidos en unas herramientas instruccionales muy útiles. Más concretamente, se ha demostrado que la enseñanza enfocada con una perspectiva interactiva: usando formas, señales sonoras y animaciones, incrementa la motivación, atención y fidelidad de los alumnos con parálisis cerebral.

Queda claro pues que el uso de computadores como herramienta pedagógica es de gran utilidad y funcionalidad. Pero cabe destacar que la ubicación, precio y formato del aula enfocada al uso de ordenadores no casan con el plan de estudios medio. Pues el tamaño de la pantalla y la configuración de un laboratorio informático no facilitan la comunicación interpersonal de los alumnos. Esto se debe a que el aprendizaje es un proceso de índole inherentemente social es necesario encontrar otra vía de integración de las TIC. Es por esta razón por la que se recurren a las pizarras interactivas.

La tecnología de la pizarra interactiva ha demostrado ser particularmente útil en la enseñanza de preescolares, puesto que permite a los niños escribir, dibujar o incluso imprimir los dibujos e imágenes en los ordenadores personales. Desde un punto de vista pedagógico, esta herramienta permite y fomenta el aprendizaje activo entre los alumnos, propiciando la interrelación y el trabajo grupal. Además permite la reutilización y mantenimiento de las tareas realizadas por los estudiantes para su posterior análisis. Pero para personas con NEE también resulta útil. Gracias a que las pizarras están

sustentadas en la utilización de distintos software, permite diversos estilos de aprendizaje: auditivo, kinestésico o visual. Posibilitando que las personas con discapacidad visual puedan beneficiarse de las pizarras[42].

Para proseguir es necesario definir qué es exactamente una PDI. El concepto PDI engloba un sistema de tecnología, generalmente compuesto por ordenador, proyector y un puntero que permiten una interacción de contenido virtual para la correcta visualización por parte de un grupo (Figura 2.16). Además ha de permitir el control del ordenador a través de la imagen proyectada.

Con el tiempo, a este concepto se le ha unido el de la capacidad de relacionarse con otros elementos tecnológicos del entorno, como borradores, rotuladores o lectores virtuales.

El funcionamiento de las PDI es relativamente simple. El ordenador se encarga de enviar información al proyector, que genera una superficie interactiva y, mediante software, la PDI transmite nuevas instrucciones al ordenador mediante soluciones software. La principal diferencia con una pizarra normal está en que la PDI tiene historia, permitiendo retomar conceptos previos o combinar varios documentos en tiempo real. Esto posibilita que los alumnos tengan una actitud proactiva y que la función de la pizarra no solo se base en la de la escritura. Usada de otra forma, la PDI ofrece posibilidades tales como:

- El uso de material docente almacenado en la intranet y modificable en tiempo real. Permitiendo al profesor apoyarse y solucionar dudas con mayor eficacia.
- De la misma forma, los alumnos pueden hacer uso de él para la elaboración o presentación de trabajos.
- Promueve que alumnos con NEE accedan al conocimiento.
- Posibilitan el intercambio de información a distancia.
- Ofrece la posibilidad de grabar las clases.
- Es personalizable.

#### 2.4.3.2. Técnicas IA utilizadas

- No utiliza ninguna técnica IA

### 2.4.3.3. Resultados obtenidos

- Ha demostrado ser útil en la motivación y la educación de los usuarios. Logrando una mayor aportación en las clases y captando el interés de los estudiantes.
- Al poseer recursos añadidos como son los sonidos o el movimiento automático desencadenado por las acciones del usuario, logra sorprender y entretener.
- Aumenta la satisfacción de los profesores.
- Es un recurso versátil que permite que alumnos de distintas edades y situaciones puedan encontrarlo útil.
- Capacita al estudiante para ser autónomo y creativo, favoreciendo así el autoestima.
- Estimula la comprensión de los conceptos más complejos gracias a la utilización de contenido complementario variado: videos, notas, presentaciones...
- Permite la interacción con el ordenador sin el uso del teclado.

### 2.4.3.4. Posibles mejoras

- Insertando funcionalidades recreativas podría jugarse a juegos de aventura que permitiera explotar el potencial deductivo de las personas afectadas con parálisis cerebral.
- Dada la naturaleza de esta aplicación no todos los docentes tendrán el tiempo o el interés en el aprendizaje de las técnicas necesarias para poder usarlo de la forma correcta.
- Puesto que es posible que la PDI tenga problemas técnicos como errores de conexión, o una mala colocación del video proyector, sería necesario poseer recursos adicionales.

## 2.5. Programas para la mejora de las condiciones

### 2.5.1. MOUSECLICK

#### 2.5.1.1. Definición

Las Tecnologías de la Información y Comunicaciones avanzan a pasos agigantados y, por esta razón, es complicado para las personas con parálisis cerebral acceder a los ordenadores o explorar todas las vertientes de los ordenadores. El principal problema reside en la llamada "brecha digital" (Abascal 2008). las TICs han generado gran variedad de aplicaciones y utilidades para la comunicación de las personas con discapacidad: para escribir documentos, buscar datos... Así como alternativas para lograr acceder a aprendizaje de lectura, escritura y controlar el entorno.

El proyecto MOUSECLICK trata de empoderar al usuario, es decir, otorgarle la posibilidad de elegir la actividad que quiera realizar teniendo en cuenta sus intereses, motivaciones y partiendo siempre de sus capacidades.

Las personas con parálisis cerebral o trastornos similares presentan dificultades en el aprendizaje, perceptivas, cognitivas y trastornos importantes a nivel motor. Esto provoca dificultades en el acceso al mundo que les rodea y acaban por requerir la ayuda de productos de apoyo técnicos para llevar a cabo sus deseos y ejercer el máximo control sobre los elementos que les rodean.

Así pues, MOUSECLICK se encuentra en un marco de nuevas tecnologías en el que el ordenador supone una herramienta adecuada para que los usuarios puedan realizar lo que deseen. La fundación ASPACE trataba de encontrar en este marco una aplicación que permitiese controlar otros programas mediante la voz. Dado que en el momento de la búsqueda todo el software de apoyo técnico se basaba en el uso de ratones o pulsadores, coartando la accesibilidad a este tipo de actividades.

Los objetivos a conseguir fueron en esencia los dos siguientes:

- Facilitar el acceso a programas de barrido o similares a personas que no pudieran acceder a su uso debido a grandes limitaciones motoras.
- Promover un uso más funcional del software a través del control por voz.

Las funcionalidades del programa deberían pues permitir el manejo por voz de aplicaciones y programas. Posibilitar el uso de tableros dinámicos de comunicación, ratón o teclado.

El prototipo fue testado por usuarios de distintas edades y sexos. De forma individual se decidieron las vocalizaciones más idóneas para cada uno de ellos, teniendo en cuenta sus limitaciones y posibilidades. Rápidamente se dedujeron las dificultades del uso de palabras demasiado largas como "arriba", "izquierda"... Por esa razón los responsables del proyecto decidieron implementar que cualquier tipo de señal de voz procedente del usuario fuera útil para el manejo de la aplicación.

Calibrando el nivel de energía mínimo que fuera necesario imprimir para que la aplicación lo tomara como voluntario. De forma que superar ese umbral durante un determinado tiempo, que el usuario también decidiera, pudiera desatar el evento deseado. MOUSECLICK incorpora además un entorno gráfico que representa el umbral de energía para que el usuario pueda comprobar y elegir cuánta energía es necesaria para desencadenar los eventos.

#### **2.5.1.2. Técnicas IA utilizadas**

- Reconocimiento de patrones de voz para el disparo de eventos.
- El programa se adapta a la voz del usuario con el uso repetido en el tiempo.

#### **2.5.1.3. Resultados obtenidos**

- Evita el uso de periféricos que entorpecían la visión y la agilidad de interacción con el ordenador.
- El uso de la voz, aún en los usuarios con dificultades en el habla, es menos fatigante que el uso de otros productos de apoyo.
- Posibilita la comunicación de forma positiva, sobretodo en personas adultas.

#### **2.5.1.4. Posibles mejoras**

- El reconocimiento basado en la adquisición de sonidos cuenta con la desventaja de que el micro captará todos los sonidos ambientales y electrónicos que se generen en las cercanías. Una mejora a añadir sería el uso de técnicas de sustracción espectral para eliminar este tipo de ruidos y facilitar la tarea del usuario de la producción oral.
- Mejorar el proceso de detección de la voz de forma más robusta.
- Podría escalarse para formar un entorno domótico que reconociera el habla y generara cambios en el entorno del usuario.



## 2.5.2. Wiimo: Interacción con ordenadores mediante dispositivos inalámbricos

### 2.5.2.1. Definición

Uno de los principales problemas en la interacción usuario-ordenador son los problemas de accesibilidad que poseen las personas con movilidad muy reducida. Con el objetivo de soslayar este escollo y permitir un uso asequible y transparente de los programas de ordenador por parte de los usuarios afectados con parálisis cerebral, discapacidades motrices graves o pluridiscapacitados.

Dentro de un mundo globalizado e interconectado como el actual, el programa Wiimo se centra en la incorporación de usuarios con necesidades especiales. Su meta es entrenar a las propias personas con parálisis cerebral en el uso de sus derechos y en la mejora de sus habilidades. Para ello, estas habilidades deben ser entrenadas por un personal cualificado y, en este caso, el uso de una serie de componentes hardware. La parte hardware está compuesta por un mando de la consola Wii, un dispositivo Bluetooth y un dispositivo emisor infrarrojo creado por la organización. Con estos elementos se permitirá que el mando pueda recibir de forma correcta los movimientos de los usuarios. A diferencia de otros proyectos este posee código libre con la idea de asegurar la continuidad por parte de los programadores interesados, las asociaciones y los usuarios finales. Los principales requisitos que se plantearon son los siguientes:

- La aplicación debe permitir a los usuarios el uso completo del ordenador, sea cual sea su nivel de movilidad.
- El programa Ratón virtual debe permitir a los usuarios su completa independencia a la hora de mover el cursor del ratón.
- Deberá existir una completa gestión de usuarios para diferenciar las diferentes opciones de cada perfil.
- Cada usuario deberá tener unas opciones personales de uso.
- Los perfiles de usuario deben quedar guardados en el ordenador para un posible futuro uso.
- Existirá una información visual indicando al usuario si éste ha salido del campo de movimiento del dispositivo e indicándole como volver al rango de utilidad.

- Existirá la posibilidad de una información acústica, cada vez que el hecho anterior se dé.
- Se detectarán los casos de interferencia de dispositivos.
- Una vez iniciada la aplicación del Ratón virtual, se podrá mover también el cursor con los movimientos del ratón convencional.

Además se añadieron una serie de requisitos de carácter no funcional que eran considerados imprescindibles para el buen entendimiento y funcionamiento de la aplicación:

- Facilidad de uso. Para que tanto usuarios como tutores pudieran sacarle partido a todas sus funcionalidades.
- Reutilización. Pues es necesario que todos sus componentes y utilidades puedan volver a ser usados.
- Extensibilidad. Con el tiempo, será necesario poder escalar las funcionalidades a un mayor conjunto de personas o añadir nuevas utilidades secundarias pero complementarias.
- Portabilidad. Se ha visto necesario que el programa pueda ser utilizado en varios tipos de periféricos.
- Verificable. Debe ser fácilmente comprobable si el programa funciona como se supone que deba funcionar.
- Documentado. El programa posee una ayuda en línea, instalada conjuntamente al programa, que permite complementar los manuales de usuario creados para explicar cada opción y el efecto de las distintas configuraciones.
- Tolerante a fallos. Como es evidente, se ha visto necesario que en caso de cualquier tipo de error el sistema siga funcionando con normalidad.

La aplicación final es autoinstalable y sus datos son completamente trasladables de un ordenador a otro.

El dispositivo hardware se compone de una matriz de diodos que conforma el conjunto emisor de infrarrojos. Un reflectante adhesivo, un mando receptor de infrarrojo y emisor de bluetooth y un ordenador dotado de receptor bluetooth.

Para los usuarios con menor afectación también es posible trabajar con una configuración denominada "pizarra" que no requiere de la matriz de diodos

## 2.5. Programas para la mejora de las condiciones 2. Soluciones y proyectos

---

leds ni de los adhesivos reflectantes. Así es posible trabajar utilizando directamente una fuente emisora de infrarrojos. Lo que puede ser un puntero o señalador empuñado o acoplado. El proceso de desarrollo siguió las siguientes ocho estados:

- Estado 1: Antes de la participación de los usuarios finales, fue necesaria una reunión entre los responsables del proyecto y las asociaciones involucradas con la finalidad de producir unas bases plausibles y sólidas sobre las que comenzar el desarrollo.
- La propuesta se ofreció a aquellos alumnos que quisieran participar en este tipo de proyectos.
- Los alumnos también debían reunirse con los responsables de las asociaciones para comprender las especificaciones del proyecto y el tipo de asesoramiento técnico requerido.
- El grueso del trabajo correspondería a las siguientes tres etapas de desarrollo. Los estudiantes debían desarrollar las versiones preliminares que más tarde serían testeadas por los usuarios finales, quienes sugirieron algunas modificaciones y correcciones para la redefinición del soporte técnico.
- Una vez todos los requisitos fueron revisados y validados comenzó la etapa séptima. En ella los aspectos formales del proyecto estaban completados y solo finalizaba ajustar los últimos aspectos técnicos.
- La octava y última etapa fue la de difusión. Pues era necesario informar a la sociedad de la creación de este tipo de programas.

### 2.5.2.2. Técnicas IA utilizadas

- Actualmente no incorpora ninguna técnica IA.

### 2.5.2.3. Resultados obtenidos

- Permite una interacción satisfactoria entre usuario y maquina a pesar de que este posea una restricción severa de la movilidad.
- De forma indirecta, motiva para continuar explorando los beneficios de los ordenadores.

- La personalización que es posible realizarse en la aplicación informática sirve de interfaz y permite un número de combinaciones suficiente como para que usuarios con niveles de afectación diferenciados puedan disfrutar de sus características.

#### **2.5.2.4. Posibles mejoras**

- El uso de redes neuronales podría mejorar en gran medida la efectividad del reconocimiento de los diodos. Incluso incorporar un mecanismo automático que varíe la posición de la matriz para la mejor captación de los movimientos.
- Por otra parte, el uso de un sistema de reconocimiento de patrones podría agilizar la interacción usuario-maquina aprovechando al máximo la movilidad de los usuarios.

### 2.5.3. Interfaz Inercial

#### 2.5.3.1. Definición

La interfaz inercial es un paso más allá en la interacción de las personas con parálisis cerebral y los ordenadores. Por sus posibilidades de análisis preciso del movimiento y la variedad de movimientos que pueden servir de utilidad para el desarrollo de la interacción con el programa[6].

En el ámbito de la rehabilitación, el interfaz inercial, unido al diseño de aplicaciones específicas, podría permitir un mejor análisis de movimientos normales y alterados. Además si se diseñan las aplicaciones adecuadas podría obtenerse programas que permitieran el “feedback” mejorando la calidad del programa.

Al objeto de minimizar las consecuencias de la sintomatología de la enfermedad, las estrategias que ofrece la unidad inercial se encaminan en el desarrollo de recursos para la normalización de los patrones de postura y movimiento. Por otro lado, trata de generar los apoyos necesarios para compensar estas mismas limitaciones en el ámbito funcional. De este modo es posible incrementar la capacidad experiencial y social de los usuarios. Este programa, por sus posibilidades de análisis de movimiento y por la precisión de captación de movimientos, por pequeño que sea este, incrementa las posibilidades que pudiera ofrecer una interfaz similar. Permitiendo por tanto un mejor análisis de los patrones y una mejor evaluación de la evolución del usuario.

La unidad inercial está compuesta de tres sensores tridimensionales, acelerómetro, giróscopo y magnetómetro. El primero mide la aceleración debida al movimiento y la gravitacional. El segundo mide la velocidad angular. Finalmente el tercero mide el campo magnético terrestre y los campos electromagnéticos a su alrededor.

La interfaz requiere de una calibración basada en el proceso presentado por Ferraris [22] para obtener la ganancia y el offset del acelerómetro, giróscopo y magnetómetro y la orientación de los tres ejes sensores respecta a la caja que los envuelve. Es gracias a las nuevas técnicas de miniaturización que los sensores empleados en esta interfaz pueden alcanzar una alta precisión y un coste relativamente bajo.

De la confusión de estos datos se obtienen los valores deseados, pues cada uno de ellos poseen sus taras pero en su conjunto, pueden eliminar los “hándicaps” de los demás.

La unidad inercial puede utilizarse como un puente de acceso entre la persona con parálisis y el ordenador. Una vez la orientación ha sido calculada, puede traducirse a los movimientos del cursor. La medida del rango angular vertical y horizontal obtiene su correspondencia en el desplazamiento del puntero en

la pantalla del ordenador. Puesto que el proceso de calibración es relativamente sencillo, se vuelve un punto interesante para los usuarios con parálisis cerebral puesto que para ellos los procesos de calibrado resultan tediosos. La mayor baza que posee la unidad inercial se debe a la posibilidad de medir un movimiento de cualquier parte del cuerpo sin necesidad de alterar los componentes hardware o software que lo compone. De esta forma el sensor puede emplearse por cualquier usuario con dificultades motoras sea cual sea la limitación que le aflige.

Las terapias obtienen los siguientes hitos:

- Realimentación visual-motora. Este tipo de terapias se basan en el aprendizaje por condicionamiento. En la ejecución de las tareas se trata de incrementar la probabilidad de realización satisfactoria tanto en ese intento como en los sucesivos. Logrando un control sobre los movimientos controlados y los involuntarios.

En algunos de los experimentos, se ha mostrado a los usuarios sus propias señales electromiográficas (EMG) al fin de una de las pruebas. Con esta terapia el usuario debe lograr que la señal EMG crezca, lo que sucede cuando se activan ciertos músculos. A través de esto, el usuario mejora su respuesta muscular.

- Evaluación objetiva del aprendizaje. Los equipos de trabajo, compuesto por un conjunto de profesionales de varias áreas, evalúan los progresos de los niños con parálisis cerebral a través de pruebas estándar condicionadas en su mayoría por las alteraciones que presenta el usuario. Puesto que este hecho devalúa los resultados es necesaria una posterior reinterpretación de los datos obtenidos con las pruebas consistente en un segundo análisis de los patrones en función de qué grado de alteración poseyera el usuario.

Teniendo en cuenta que la aplicación es capaz de recoger todos los movimientos que se realizan y almacenarlos. Puede obtenerse una serie de indicadores que reflejen el progreso del aprendizaje del usuario. Con esto, los profesionales pueden conocer qué grado de incidencia posee la interfaz en el desarrollo de la persona con parálisis cerebral.

### 2.5.3.2. Técnicas IA utilizadas

- Almacena los patrones del usuario para ignorarlos durante el desarrollo de las tareas terapéuticas.
- Posee capacidad de caracterización de los movimientos de los niños con parálisis cerebral.

### 2.5.3.3. Resultados obtenidos

- El uso de la interfaz inercial como medio de acceso entre usuario-maquina, posibilita la comunicación.
- De la mejora de la comunicación y, de obtener un cierto grado de libertad, se desprende un incremento notable de la autoestima.
- El entrenamiento y control de las habilidades motoras voluntarias permite agilizar la velocidad y productividad del uso de la aplicación para comunicarse.
- Obtiene los patrones repetitivos de los usuarios, permitiendo trabajar para corregirlos.

### 2.5.3.4. Posibles mejoras

- Unir las funcionalidades de esta interfaz a las de aplicaciones como Prologo2Go.
- Añadir un teclado virtual con predicción de palabras basado en PredWin.
- Integrar esta herramienta en otras aplicaciones más lúdicas con el objetivo de sacarle un mayor partido y hacerla más accesible.
- Introducir un sistema multiagente de apoyo que comunique los tres sensores y agilice el intercambio de información con el ordenador.

## 2.6. Comparativa de soluciones

Es posible definir a nivel general las tecnologías de ayuda para persona discapacitadas como un dispositivo que permita suplir, compensar o paliar las carencias o desventajas derivadas de su discapacidad, minimizando las dificultades que haya adquirido para la realización de algunas actividades.

En el pasado, los dispositivos se fabricaban con un propósito meramente clínico, y por tanto, las funciones quedaban acotadas al control, tratamiento, alivio o compensación de las enfermedades. Pero esto generaba que los aparatos solo pudieran utilizarse en salas o situaciones controladas y por personas con la especialización y preparación suficientes.

Actualmente la línea de investigación trata de facilitar la integración, el entrenamiento, la comunicación o la educación desde un punto de vista distinto, dividiendo las aplicaciones, avances e investigaciones en las ramas que Cook y Hussey clasificaron de la siguiente manera[8]:

- Sistemas aumentativos y alternativos de comunicación.
- Tecnologías para la movilidad personal.
- Tecnologías para la manipulación y el control del entorno.
- Ayudas sensoriales para personas con discapacidad visual, auditiva o táctil.

Por la naturaleza de este trabajo, las soluciones que se investigarán se centrarán, en lo general, en los tres primeros apartados. Dentro de los sistemas enfocados a la ayuda de las personas con parálisis cerebral, ha cobrado cierta importancia el sistema de entrenamiento. En el que mediante un proceso de aprendizaje se pueda adquirir destreza o habilidad en algún campo.

Sin embargo, al analizar este punto desde una perspectiva de una persona con discapacidad hace que muchas de las técnicas que normalmente podrían aplicarse se vean ampliamente rescindidas.



<b>Nombre</b>	P.Fressa: Controladores	EyeTracking	E.multimodal	SINA
<b>Actualiza</b>	Semanal	Investigación	Investigación	No
<b>Precio</b>	Gratis	Gratis	Gratis	Gratis
<b>Difunde</b>	Fressa	UPM	AITAIDIS	U.Zaragosa
<b>Técnicas IA</b>	-Reconocimiento de voz -Reconocimiento de escritura.	-Visión artificial. -Aprendizaje automático.	-Visión artificial.	No
<b>Accesibilidad TIC sin adaptador.</b>	Sí	No	No	No
<b>Agiliza el uso de los ordenadores</b>	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Adaptabilidad</b>	Sí	No	Sí	No
<b>Naturalidad en la utilización</b>	Sí	Sí	No	Sí
<b>Mejora la comprensión lectora</b>	Sí	No	No	Sí
<b>Despierta el gusto literario</b>	No	No	No	No
<b>Mejoras</b>	-Uso de histogramas y redes neuronales. -Fusión de sus programas.	-Uso de histogramas. -Mejorar el reconocimiento de expresiones. -Reconocimiento de voz.	-Gestión de resultados -Simplificar la interfaz. -Integrar un sistema multiagente.	-Mejorar el calibrado de las cámaras. -Hacer uso de otras aplicaciones.

Figura 2.1: Comparación entre Técnicas

Nombre	Proloquo2Go	P.Fressa:Plaphoons	INTIC	Sc@ut	PredWin
<b>Actualiza</b>	Ocasional	Semanal	Investigación	Rara	Constante
<b>Precio</b>	250	Gratis	Gratis	Gratis	Gratis
<b>Difunde</b>	AssistiveWare	Fressa	U.A. Coruña	U. Granada	U. Alcalá
<b>Técnicas IA</b>	-Aprendizaje automático -Procesamiento del lenguaje natural.	-Reconocimiento de voz. -Reconocimiento de escritura.	No	No	Uso de heurísticas.
<b>Accesibilidad TIC sin adaptador.</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Incita la iniciativa comunicativa.</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Desarrolla la capacidad expresiva.</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Agiliza la velocidad de conversación.</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Portabilidad</b>	Sí	No	Sí	Sí	Sí
<b>Adaptabilidad</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Naturalidad en la utilización</b>	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Mejorar comprensión lectora</b>	Sí	Sí	No	Sí	No
<b>Despertar el gusto literario</b>	No	No	No	No	No
<b>Mejoras</b>	-Uso de redes neuronales.	-Uso de histogramas. -Integración de Eyetracking. -Fusión de sus programas. -Uso de redes neuronales.	-Fusión con otros programas de comunicación. -Incorporar el uso de reconocimiento voz e imagen. -Integrar conectividad de voz.	-Fusión con con PICA. -Integrar conectividad. Desarrollar el mismo software para dispositivos más potentes.	-Incluir aprendizaje automático. -Mejorar el A. de expansión. -Incorporar reconocimiento de palabras.

Figura 2.2: Comparación entre aplicaciones destinadas a la comunicación

Nombre	PICA	Emo	Pizarras	Sc@ut
<b>Actualiza</b>	Rara	Semanal	Investigación	Rara
<b>Precio</b>	100+	Gratis	Gratis	Gratis
<b>Difunde</b>	U.Granada	UPM	Empresas	U. Granada
<b>Técnicas IA</b>	-Aprendizaje automático -Reconocimiento de voz natural.	-Reconocimiento de voz. -Reconocimiento de escritura.	No	No
<b>Accesibilidad TIC sin adaptador.</b>	Sí	No	Sí	Sí
<b>Incita la iniciativa comunicativa.</b>	Sí	Sí	No	Sí
<b>Desarrolla la capacidad expresiva</b>	Sí	Sí	Sí	Sí
<b>Portabilidad</b>	Sí	No	Sí	No
<b>Adaptabilidad</b>	Sí	No	Sí	Sí
<b>Naturalidad en la utilización</b>	No	No	Sí	Sí
<b>Mejorar comprensión lectora</b>	Sí	No	Sí	Sí
<b>Despertar el interés académico</b>	Sí	No	Sí	Si
<b>Mejoras</b>	-Razonamiento basado en casos. -Integrar conectividad. -Gamificación. -Incluir procesamiento biomédico.	-Incorporar reconocimiento de expresiones. -Uso de redes neuronales. -Uso de un A.genético en el reconocimiento de voz.	-Gamificación. con -Integración de tutoriales. -Incorporación de recursos de apoyo reconocimiento problemas de conexión	-Fusión con con PICA -Integrar conectividad. -Desarrollar el mismo software para dispositivos más potentes

Figura 2.3: Comparación entre aplicaciones destinadas a la accesibilidad

<b>Nombre</b>	Wiimo	I.Inercial	MOUSECLICK
<b>Actualiza</b>	Rara	Investigación	Rara
<b>Precio</b>	100+	Gratis	100+
<b>Difunde</b>	U.Burgos	Aspace	Aspace
<b>Técnicas IA</b>	No	Almacenamiento de patrones	Reconocimiento de patrones -Reconocimiento de voz.
<b>Accesibilidad TIC sin adaptador.</b>	No	Sí	Sí
<b>Incita la iniciativa comunicativa.</b>	Sí	No	No
<b>Desarrolla la intención autónoma</b>	Sí	Sí	Sí
<b>Portabilidad</b>	No	No	No
<b>Adaptabilidad</b>	No	No	Sí
<b>Naturalidad en la utilización</b>	Sí	Sí	Sí
<b>Mejora la interacción con el ordenador</b>	Sí	Sí	Sí
<b>Mejoras</b>	-Uso de redes neuronales. -Integrar reconocimiento de expresiones.	-Fusión con Proloquo2Go. -Añadir un teclado virtual. -Uso de	-Mejorar la adquisición del micrófono. -Escarlar para formar un entorno domótico

Figura 2.4: Comparación entre aplicaciones destinadas a la accesibilidad

# Capítulo 3

## Aplicación: Erase tu voz

### 3.1. Introducción

En este tercer capítulo se propone el diseño para la creación de una aplicación para Android e IOs: “Erase tu voz”. Para ello se emplearán los conocimientos aprehendidos a lo largo del desarrollo de este proyecto. Para comenzar es necesario definir cuál es la temática que se quiere abordar. En este caso:

Se busca desarrollar un generador de discurso que permita gamificar el aprendizaje de las formas de comunicación, expresiones sintácticas y morfológicas, haciendo uso de las técnicas expuestas en este mismo trabajo junto con las mejoras narrativas y de IA propuestas por el autor.

A lo largo del capítulo se mostrarán los objetivos que han abordado para con la aplicación, el conjunto de requisitos técnicos (funcionalidades y requisitos no funcionales que se han previsto necesitará la aplicación), la estructura de la que se ha provisto al programa, desgranando sus componentes y explicando cuales de ellos utilizan técnicas IA y para qué y, para finalizar la sección de diseño, se expondrán algunas de las capturas de pantalla que permiten imaginar como sería la aplicación una vez acabada.

Tras esta sección se encuentra la última del capítulo en la que se analiza la aplicación diseñada con la más completa de las analizadas en el capítulo anterior: Proloquo2Go.

### 3.2. Propuesta: Diseño

En este apartado se pretende realizar una descripción de la aplicación y las diferentes formas de interaccionar con ella.

Una vez iniciada la aplicación (Figura 3.1.), se podrá elegir entre la configu-

ración de opciones, el entrenador y el narrador o comunicador. La aplicación posee dos módulos principales, por una parte un emisor de discursos, basado en un primer lugar en el reconocimiento del habla, en un segundo lugar en la generación mediante introducción de texto y en último mediante componentes pictográficos, y un juego de entrenamiento de las mismas características. El desarrollo de la aplicación comienza con la correcta definición de los requerimientos necesarios. Esto, sumado a la planificación y el concurrente lanzamiento de pruebas ayudará a determinar cuál es el diseño más acertado para una posterior codificación. Para la elaboración del modelo de la aplicación multimedia se deben tener en consideraciones metodologías tales como la Programación Extrema, la Programación Orientada a Objetos y el Método de Diseño Hipermedia Orientado a Objetos con el fin de seleccionar las características más adecuadas a los objetivos y facilitar con ellos el posterior trabajo de los programadores.

Para determinar la completa evolución de la aplicación se ve necesario superar las siguientes cinco fases: Requerimientos, Planificación, Diseño, Codificación y Pruebas. Este trabajo se ha centrado en las tres primeras.

### 3.2.1. Fase de Requerimientos

En esta fase se definen las características necesarias para el buen funcionamiento de la aplicación, es necesario determinar las necesidades concretas de los usuarios. En este proyecto, el impacto sobre el usuario es vital y es por esta razón que el análisis perpetrado sobre las aplicaciones precedentes toma especial importancia. Tienen una relevancia mayor aquellas que hacen uso de la IA, pues generan un vasto repositorio del que aprender para amoldarse de una manera más eficaz a los usuarios y sus experiencias. De esta forma es posible lograr un conjunto de información más útil, realista y fiable.

Tras la obtención de los datos, se requiere un refinamiento donde los diseñadores puedan determinar que objetivos a corto y largo plazo serán los más idóneos para esta aplicación concreta y asentarlos de forma clara y concisa, definiendo que plataformas móviles son las adecuadas para soportar la aplicación y generar un modelo abstracto que englobe el resultado final deseado.

#### 3.2.1.1. Objetivos

Se pretende alcanzar los logros inherentes al uso de recursos de apoyo a la comunicación como son los SAC. Estos son:

- Diseñar una aplicación software basada en mejorar la comunicación en las personas con parálisis cerebral.

- Gamificar la interacción entre usuarios y herramienta para facilitar el desarrollo de la misma.
- Promover una actitud proactiva con las TIC. Permitiendo mejorar en autonomía, motivación y autoestima.
- Permitir el entrenamiento de calidad continuado de las capacidades del usuario.
- Desarrollar una aplicación capaz de adaptarse a las necesidades del usuario.
- Motivar la progresión verbal.
- Posibilitar el acceso a la tecnología y al ocio.

Por otro lado a través del estudio de la narrativa el usuario puede tomar conciencia del valor de las distintas formas y recursos lingüísticos. Aprender su uso, dotando de mayor flexibilidad su vocabulario y su capacidad expresiva. El componente lúdico fomentaría la adquisición de la capacidad de autoformación y desarrollo intelectual continuado a largo plazo. Por esta razón se ha escogido la escritura creativa como puente de unión entre la diversión, la accesibilidad y la comunicación. Este tipo de actividad permitirá la verbalización de sentimientos y deseos personales, desarrollando con ello la idea de uno mismo y potenciando la concepción de planificar y llevar a cabo tareas autoimpuestas.

Con esto, se lograría una aplicación flexible al usuario, siendo este un parte activa para el funcionamiento y refinamiento del sistema. Que promueva un ambiente de cooperación mutua y el intercambio de historias e información. Lúdica y creativa.

Para el correcto funcionamiento de la herramienta es de vital importancia una definición completa y detallada de los requisitos. Esto es, una descripción abstracta de qué se busca obtener del programa y bajo qué restricciones el programa trabajará. Estos requisitos se dividen en funcionales y no funcionales.

En el primer grupo, los requisitos funcionales, se engloban las utilidades que poseerá el sistema desde la visión de un usuario modelo.

En el segundo conjunto, los no funcionales, recaen los estándares y las restricciones que el sistema se verá obligado a satisfacer.

En esta sección se describirá el entorno de la herramienta y las bondades de añadir una aplicación de gamificación a un generador de discursos así como los requisitos que deben cumplirse, para finalmente mostrar el diseño.

### 3.2.1.2. Requisitos funcionales

En este apartado se especificará el conjunto de servicios y funciones que se espera proveer a los usuarios. La meta será establecer la lista de recursos y requisitos que serán detallados con la mayor precisión para determinar cuál será el comportamiento del sistema. La guía a seguir está en la utilización de técnicas que evolucionen con el sistema de manera veloz, permitiendo la modificación de las variables del sistema en orden de probar las configuraciones más adecuadas y alcanzarlas con la mayor brevedad posible. A continuación se detallan algunas de las características que poseerá el proyecto:

- Interpretación inteligente:
  - Uso de heurísticas para la predicción de las palabras que se tratan de escribir mediante el teclado virtual.
  - Reconocimiento de patrones sintácticos y morfológicos para lograr que las frases creadas sean estructuradas y con sentido.
  - Uso de un algoritmo genético para hacer evolucionar el sistema adaptándose a las particularidades de la voz del usuario.
  - Un razonamiento basado en casos de uso para la introducción mediante pictografía.
- Clasificación de los eventos detectados.
- Construcción de tablas de abreviatura-expansión.

### 3.2.1.3. Requisitos no-funcionales

En este subapartado se listarás las especificaciones sobre las operaciones que realizará la aplicación. Es decir los requisitos que no describen funciones a realizar.

La aplicación debe poseer las siguientes características:

- Control sencillo: que permita su manejo con clics o pulsaciones pudiéndose, en su caso, manejarse con una sola mano o por voz.
- Naturalidad en la interacción usuario-máquina.
- Gestión del sonido: la aplicación debe poseer un sintetizador de voz de buena calidad permitiendo emitir instrucciones o declamaciones.
- Desarrollo artístico: uso de imágenes y señales visuales para explicar y aconsejar al usuario.



- **Conectividad:** integrar la posibilidad de descargar nuevos paquetes con actualizaciones, compartir avances o implementar un sistema de logros y conectarse con otros dispositivos mediante WiFi.
- **Aprendizaje:** la incorporación de un algoritmo genético, permite que cada aplicación se pliegue a los deseos de su usuario.
- **Comunicación:** se busca crear comunicadores configurables, cambiando los perfiles y entornos en su totalidad.
- **Personalización:** debe incluir una vasta colección de caracteres predefinidos y la posibilidad de añadir nuevo basados en la temática que el usuario o sus tutores decidan.
- **Ayuda:** el programa debe poseer un tutorial incorporado.
- **Tolerante a fallos:** debe ser un software capaz de seguir funcionando aún a pesar de sufrir algún error. Además debe permitir ser verificado con cierta regularidad.
- **PredWin:** Poseer un teclado virtual basado en PredWin.
- **Coste:** Se busca generar una aplicación gratuita.

### 3.2.2. Fase de Planificación

Una vez identificado el problema que se ha querido abordar. Habiéndose definido y clarificado la problemática y sus casos, se exponen las alternativas y las ventajas e inconvenientes de las elecciones escogidas, tras lo cual, se opta por la que se considere más conveniente y se decide su puesta en marcha.

Con este propósito, se debe iniciar una planificación en la que se decidirá en que puntos del desarrollo el usuario tendrá acceso a la aplicación, analizando y clasificando las capacidades y definiendo las características de los terminales, dicho de otro modo, las limitaciones del diseño y la codificación del software. Todo esto con la finalidad de organizar las ideas y los procesos en el conseguimiento de los objetivos. Es necesario aplicar este modelo de iteración, pues se basa en la relación de las herramientas móviles como son la cámara, los altavoces y la pantalla táctil para plasmar las interfaces que existirán.

Una buena metodología para llevar a cabo el trabajo será la modularización del proyecto, asignando roles a cada uno de los desarrolladores y programadores para conformar un tapiz cambiante y coordinado. Siendo el desarrollador

el encargado de organizar y planificar las acciones y los módulos ha codificar y en qué orden. Adaptándose a los usuarios, los recursos y el comportamiento de los mercados.

Mediante el uso de diagramas de casos de usos será posible representar las relaciones que habrá entre los alumnos y la aplicación. Así mismo, servirá para definir los módulos que el desarrollador deberá implementar y diseñar para satisfacer las necesidades de los usuarios. Por otro lado, se ve necesario plasmar, mediante un diagrama de procesos, las actividades y las fechas límite por las que se prevé que pase el desarrollo de la actividad. Permitiendo organizar y mantener la guía sobre los pasos de la metodología aplicada.

### 3.2.3. Fase de Diseño

En la tercera fase es donde se comenzará el diseño real de la aplicación. Para ello será imprescindible tener en cuenta los mecanismos que brindan las nuevas tecnologías para la estructuración y montaje adecuando de las aplicaciones. En el proyecto que se desarrolla se deberán seguir las siguientes etapas:

- **Diseño conceptual:** En esta etapa se trata de construir el esqueleto de lo que contendrá la aplicación. Centrándose en las ideas y las relaciones entre ellas y con los usuarios. Visualmente se tratará de grandes clases o conceptos más generales relacionados entre sí mediante líneas que representen la realidad, es decir, una serie de diagramas de clases.
- **Diseño navegacional:** Una vez asimiladas las limitaciones de la aplicación y de las herramientas a su disposición, el desarrollador deberá definir las estructuras y cimientos que conformarán el producto final. Esta etapa será la más crítica pues se decidirán los métodos de construcción, tales como los paquetes de programación y los modos de ejecución. Es en este punto cuando se recomienda utilizar diagramas de flujo pues representan el proceso seccionado en los módulos, que a su vez pueden ser nuevamente modulizados, en tiempo real.
- **Diseño de interfaz Abstracta:** Durante esta última fase de diseño, puede volverse esencial aclarar la estructura de los elementos visibles en la interfaz gráfica. En esta etapa, el diseño conceptual y navegacional deben fundirse en una interfaz amigable para el usuario, con los colores y texturas más adecuados y un uso de las herramientas multimedia adecuado. Es en este momento cuando se debe comenzar a implementar los bocetos que se amoldarán a la aplicación final.

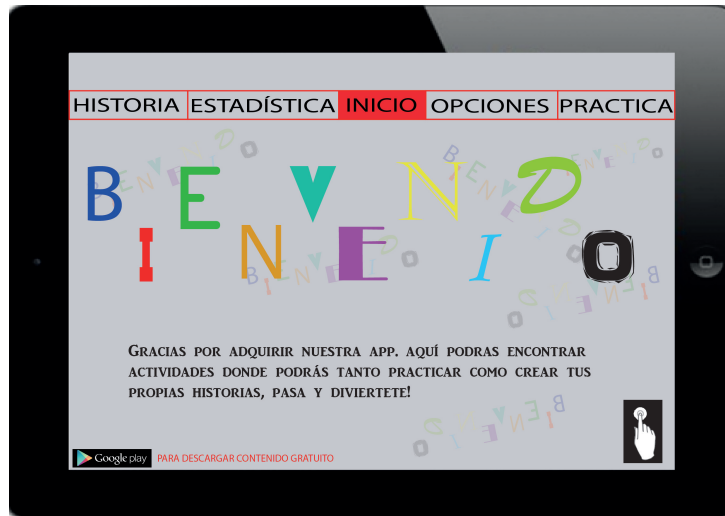


Figura 3.1: Captura de la pantalla de inicio de la aplicación Erase tu voz.

#### 3.2.4. Estructura del sistema

El sistema está compuesto por un módulo destinado al reconocimiento de voz, que será llamado cada vez que el usuario quiera interactuar con la aplicación. Este se relacionará con el algoritmo genético y la base de datos a fin de mejorar las prestaciones y/o agilizar el proceso comunicativo.

Por otro lado, se dispone de un módulo que recrea un teclado virtual y recoge los caracteres introducidos. Gracias al módulo de predicción basado en Predwin y su correspondiente uso de heurísticas y tablas abreviatura-expansión, la introducción de textos será más ágil.

También se dispone de un módulo generador de imágenes o pictogramas que ordena los resultados de cada búsqueda mediante una preorganización basada en las costumbres del usuario. Tras la selección de los pictogramas, el sistema compone una frase, petición o argumento que es enviado a la base de datos (BDD).

Finalmente, el módulo emisor de textos posee acceso a los paquetes de datos almacenados en la BDD, módulo que interpreta esos datos y los representa en forma de ondas sonoras. Si se pulsa en el botón “Opciones” el dispositivo mostrará la pantalla de configuración donde se permitirán las siguientes variaciones:

- Idioma.
- Entrada: Por voz, cursor o teclado.

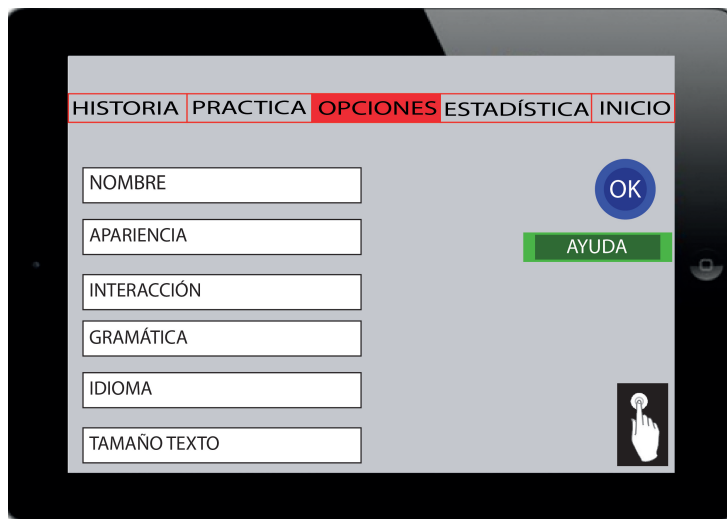


Figura 3.2: Captura de la pestaña de opciones.

- Volumen
- Celdas: Donde podrá configurarse el tamaño de las imágenes, el número de imágenes por página.



Figura 3.3: Captura del generador de discursos.

En caso de pulsarse el botón de comunicador “COMUNICADOR” se iniciará el generador de discursos y aparecerá en la pantalla una serie de temas simbolizados mediante imágenes con la intención de facilitar la búsqueda al usuario (Figura 3.3.)

Desde el panel de “PRACTICA” podrá cambiarse el modo de entrada de datos con facilidad (Figura 3.4.).



Figura 3.4: Captura del método de entrada del apartado PRÁCTICAS

Por otra parte, en el caso en el que accediera al narrador o “HISTORIA”, se iniciaría el modo juego, en el que tendrá que narrar una historia ayudado por las imágenes que aparezcan en pantalla (Figura 3.5.), dándote las mismas opciones que en el apartado del generador de discursos (Figuras 3.6.-3.8.). Tal y como se muestra en esta misma imagen, se puede observar que la aplicación dará consejos y guías para asegurar su buen uso. Erase tu voz dará acceso a historias previamente escritas y a nuevas (Figura 3.9.).



Figura 3.5: Captura del modo historia guiada

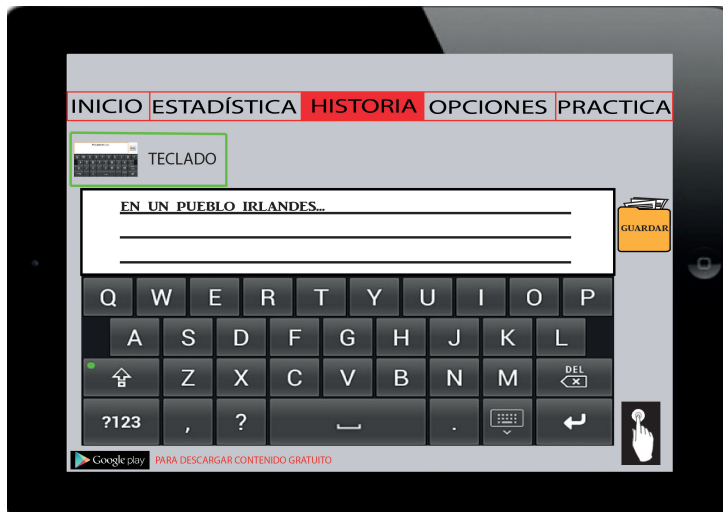


Figura 3.6: Captura de la pantalla de escritura con teclado

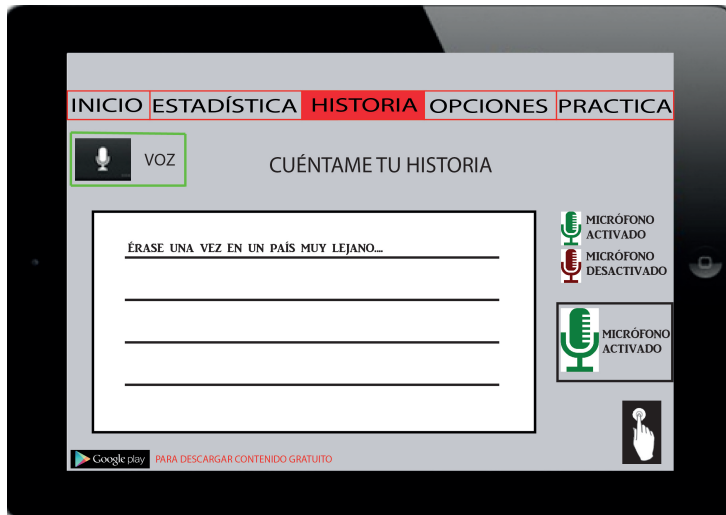


Figura 3.7: Captura de la pantalla de inicio de la aplicación Erase tu voz



Figura 3.8: Captura de la pantalla de inicio de la aplicación Erase tu voz



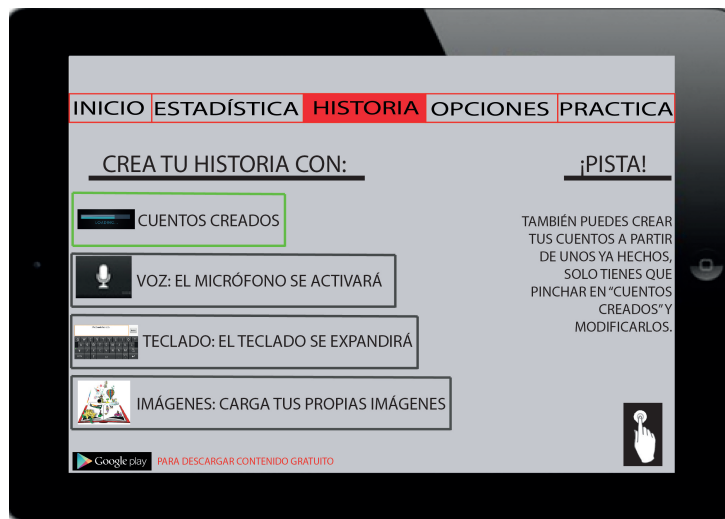


Figura 3.9: Captura de la pantalla de inicio de la aplicación Erase tu voz

Finalmente, se considera oportuna la inclusión de las estadísticas (Figuras 3.10. y 3.11), con la finalidad de comprobar la evolución del usuario y sea palpable la evolución tanto de la capacidad narrativa del usuario como de entendimiento de la aplicación.

### 3.2.5. Comparativa

En esta sección se muestra la comparación entre la herramienta propuesta por el diseño: *Érase tu voz* y la más completa de las estudiadas en el presente trabajo. A fin de comprobar y demostrar que metas y requisitos se deben cumplir y establecer una guía visual e intuitiva de lo que se persigue conseguir a través de este diseño.

<b>Nombre</b>	Proloquo2Go	Érase tu voz
<b>Actualiza</b>	Ocasional	Investigación
<b>Precio</b>	250	Gratis
<b>Difunde</b>	AssistiveWare	UPV
<b>Técnicas IA</b>		Aprendizaje automático
<b>Accesibilidad TIC sin adaptador</b>	Sí	Sí
<b>Incita la iniciativa de comunicación</b>	Sí	Sí
<b>Desarrolla la capacidad expresiva</b>	Sí	Sí
<b>Agiliza la velocidad de conversación</b>	Sí	Sí
<b>Portabilidad</b>	Sí	Sí
<b>Adaptabilidad</b>	Sí	Sí
<b>Naturalidad en la utilización</b>	Sí	Sí
<b>Mejorar comprensión lectora</b>	Sí	Sí
<b>Despertar el gusto literario</b>	No	Sí
<b>Mejoras</b>	Uso de redes neuronales	Aplicar minería de datos

Figura 3.10: Comparación entre Proloquo2Go-Erase tu voz

# Capítulo 4

## Conclusiones y principales aportaciones

El estudio de las diferentes herramientas para diseñar la aplicación “Erase tu voz” ha permitido comprender en profundidad los problemas relativos a la comunicación y la accesibilidad que sufren las personas con distintos grados de parálisis cerebral. La necesidad de comunicación hace imprescindible la implantación de métodos alternativos para aquellas personas que no pueden generar por sí mismos un discurso oral. Conocer las limitaciones de los usuarios permite la construcción y elaboración de programas mejor adaptados. En el ámbito del desarrollo, el diseño de una aplicación consume gran parte de los recursos físicos y virtuales de los desarrolladores, ya que la generación de ideas, alternativas y el testeo continuo antes de llevarlos a la práctica obliga a los diseñadores y programadores a hacer trabajo inútil y replantear las especificaciones del producto.

### 4.1. Trabajo realizado

Se han cumplido los objetivos enunciados en el primer y tercer capítulo:

- Se han presentado y enumerado las distintas limitaciones que poseen las personas con parálisis cerebral.
- Se ha redactado un compendio de las herramientas orientadas a la mejora de la comunicación y la accesibilidad informática.
- Se han comparado las aplicaciones teniendo cuidado de extraer las fortalezas y debilidades de este tipo de aplicaciones.

- Se ha diseñado un sistema para la automatización de la comunicación entre personas con dificultades del habla y el entorno que le rodea.
- Para realizar la implementación del sistema inteligente se ha decidido utilizar un paradigma basado en la programación tradicional y el desarrollo IA, de forma que los algoritmos convencionales y la información obtenida de los usuarios se aprovechen en la evolución continúa del programa.
- Se ha considerado que la aplicación ha de ser provista de un método de parametrización que permita al usuario definir las variables y características que considere más importantes.

## 4.2. Trabajos futuros

El principal trabajo a desarrollar a partir de este punto es el de la implementación de la herramienta “Érase tu voz”. Una vez logrado este hito, para el cuál es necesaria la interacción continua con el público objetivo base, será interesante desplegarlo en las plataformas adecuadas para su libre distribución. A través de un buzón de sugerencias o de la propia inventiva de los desarrolladores se podrán implementar nuevas mejoras tales como una suerte de minería de datos, uso de bases de datos no SQL o un refinamiento más concienzudo de los algoritmos propuestos. .

# Bibliografía

- [1] <http://www.academia.cat/files/425-648-document/orio-71-12mayo10.pdf>.
- [2] <http://www.assistiveware.com/product/proloquo2go>.
- [3] La universidad de alicante inventa el teléfono móvil-guía para ciegos: <http://web.ua.es/es/actualidad-universitaria/2013/julio2013/julio2013-1-7/la-universidad-de-alicante-inventa-el-telefono-movil-guia-para-ciegos.html>.
- [4] *M. Yolanda González-Alonso, M. Isabel García-Alonso. Revista INFAD: La accesibilidad como la necesidad más percibida por las personas con parálisis cerebral en el proceso de envejecimiento. 20 de Febrero de 2014.*
- [5] Revista iberoamericana de tecnologías del aprendizaje. agosto 2009 vol. 4 n° 3.
- [6] M. AL-Rousan and K. Assaleh. A wavelet- and neural network-based voice system for a smart wheelchair control. *Journal of the Franklin Institute*, 348(1):90 – 100, 2011. Mechatronics and its Applications.
- [7] Francisco Alcantud Marín and Carlos Sotos Portalés. Discapacidad, envejecimiento y dependencia : el papel de las tecnologías, 2008.
- [8] Lorena Aller González. UVaDOC: Diseño de un programa de intervención educativa utilizando productos de apoyo para la mejora de la comunicación en personas con parálisis cerebral.2013.
- [9] Martin Bax, Murray Goldstein, Peter Rosenbaum, Alan Leviton, Nigel Paneth, Bernard Dan, Bo Jacobsson, and Diane Damiano. Proposed definition and classification of cerebral palsy, april 2005. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 47(08):571–576, 2005.

- 
- [10] Ángela Benítez Feliponi. Estudio de los antecedentes perinatales y el diagnóstico precoz de la parálisis cerebral infantil en recién nacidos de alto riesgo. 2014. Tesis Univ. Granada. Departamento de Fisioterapia.
- [11] Johan Borg, Ann Lantz, and Jan Gulliksen. Accessibility to electronic communication for people with cognitive disabilities: a systematic search and review of empirical evidence. *Universal Access in the Information Society*, pages 1–16, 2014.
- [12] Jordan Brooks, Steven Day, Robert Shavelle, and David Strauss. Low weight, morbidity, and mortality in children with cerebral palsy: New clinical growth charts. *Pediatrics*, 128(2):e299–e307, August 2011.
- [13] Elsbeth AC Calis, Rebekka Veugelers, Justine J Sheppard, Dick Tibboel, Heleen M Evenhuis, and Corine Penning. Dysphagia in children with severe generalized cerebral palsy and intellectual disability. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 50(8):625–630, 2008.
- [14] MD Catherine Arnaud. Parent-reported quality of life of children with cerebral palsy in europe. 2008.
- [15] Ph.D. (University of San Diego) Prof. Jodi A. Robledo Ph.D. (California State University at San Marcos) David Niemeijer, Ph.D. (AssistiveWare) Prof. Anne M. Donnellan. Taking the pulse of augmentative and alternative communication on iOS - white paper - taking the pulse of AAC on iOS white paper. 2014.
- [16] Ann-Christin Eliasson, Lena Krumlinde-Sundholm, Birgit Rösblad, Eva Beckung, Marianne Arner, Ann-Marie Öhrvall, and Peter Rosenbaum. The manual ability classification system (MACS) for children with cerebral palsy: scale development and evidence of validity and reliability. *Developmental Medicine & Child Neurology*, 48(7):549–554, 2006.
- [17] Gulden Erkin, Canan Culha, Sumru Ozel, and Eylem Gulsen Kirbiyik. Feeding and gastrointestinal problems in children with cerebral palsy:. *International Journal of Rehabilitation Research*, 33(3):218–224, September 2010.
- [18] James R. Gage, Michael H. Schwartz, Steven E. Koop, and Tom F. Novacheck. *The Identification and Treatment of Gait Problems in Cerebral Palsy*. John Wiley & Sons, September 2009.
- [19] David Griol Barres, Araceli Sanchis de Miguel, José Manuel Molina López, and Zoraida Callejas Carrión. Utilización de las tecnologías del

- habla y de los mundos virtuales para el desarrollo de aplicaciones educativas. 2014.
- [20] MartínL. Guzmán, JuanP. Pinto, LuisF. Reina, and CarlosA. Esquit. Non-conventional control and implementation of an electric wheelchair designed to climb up stairs, controlled via electromyography and supported by artificial neural network processing. In JesúsAriel Carrasco-Ochoa, JoséFrancisco Martínez-Trinidad, JoaquínSalas Rodríguez, and GabriellaSanniti di Baja, editors, *Pattern Recognition*, volume 7914 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 344–353. Springer Berlin Heidelberg, 2013.
- [21] Yaquin Tao Huiyu Zhou, Housheng hu. Integration of vision and inertial sensors for 3d arm motion tracking in home-based rehabilitation.
- [22] Francisco L.Gutierrez José Luis González, Marcelino J. Cabrera. Diseño de videojuegos aplicados a la educación especial, 2014-05-06.
- [23] Alexey Karpov and Andrey Ronzhin. A universal assistive technology with multimodal input and multimedia output interfaces. In Constantine Stephanidis and Margherita Antona, editors, *Universal Access in Human-Computer Interaction. Design and Development Methods for Universal Access*, volume 8513 of *Lecture Notes in Computer Science*, pages 369–378. Springer International Publishing, 2014.
- [24] Songpo Li and Xiaoli Zhang. Implicit human intention inference through gaze cues for people with limited motion ability. In *Mechatronics and Automation (ICMA), 2014 IEEE International Conference on*, pages 257–262, August 2014.
- [25] M<sup>a</sup> Luisa Rodríguez Almendros Álvaro Fernández López, M<sup>a</sup> José Rodríguez Fórtiz. Pica: Plataforma de ayuda al educador para el diseño de actividades didácticas adaptadas a personas con necesidades educativas especiales. 2014.
- [26] L. García-Cabrera M. L. Rodríguez. 2005 M. V. Hurtado, N. Medina. An augmentative communication system based on adaptive evolutionary hypermedia systems - springer.
- [27] Ana Madrigal. Familias ante la parálisis cerebral. *Psychosocial Intervention*, 16(1):55–68, 2007.
- [28] María Lucila Merino Marcos. La parálisis cerebral en el cine. *Revista de Medicina y Cine*, 1(3), July 2008. In the last twenty-five years, a

number of important films have been made in which the protagonist or supporting actor has had, or simulated having, cerebral palsy. On occasion, these characters have been played by people with disabilities. In the course of this field's history, films have portrayed many diverse aspects of cerebral palsy such as healthcare and social and familial obligations.

- [29] Franklin C. Margaron, Claudio Oiticica, and David A. Lanning. Robotic-assisted laparoscopic nissen fundoplication with gastrostomy preservation in neurologically impaired children. *Journal of Laparoscopic & Advanced Surgical Techniques*, 20(5):489–492, June 2010.
- [30] Félix Martínez Lazcano, Manuel Avilés Cura, José Manuel Ramírez Aranda, Héctor Riquelme Heras, Teófilo Garza Elizondo, and Fabiola Barrón Garza. Impacto de una intervención psicosocial en la carga del cuidador de niños con parálisis cerebral. 2013.
- [31] Ricardo Montroy. Aitadis: Las tecnologías de apoyo en parálisis cerebral, estudio del año 2014.
- [32] Jesús Miguel Muñoz Cantero and Javier Martín Betanzos. Diagnóstico de las necesidades educativas en alumnos con parálisis cerebral = diagnosis of the educational needs in the students with cerebral palsy. *REOP - Revista Española de Orientación y Psicopedagogía*, 19(2):186–204, January 2014.
- [33] José Ángel de Arriba de la Fuente. Programa iparlea de comunicación aumentativa mediante la selección de símbolos pictográficos en dispositivos móviles (ipad, ipod, iphone) para usuarios con dificultades de expresión oral. 2012.
- [34] Christina Nicolaidis, Clarissa Calliope Kripke, and Dora Raymaker. Primary care for adults on the autism spectrum. *Medical Clinics of North America*, 98(5):1169 – 1191, 2014. Psychiatric Diagnosis and Management in Primary Care.
- [35] Iona Novak, Monique Hines, Shona Goldsmith, and Richard Barclay. Clinical prognostic messages from a systematic review on cerebral palsy. *Pediatrics*, 130(5):e1285–e1312, November 2012.
- [36] A.K. Paul, D. Das, and M.M. Kamal. Bangla speech recognition system using LPC and ANN. In *Advances in Pattern Recognition, 2009. ICAPR '09. Seventh International Conference on*, pages 171–174, February 2009.



- 
- [37] JonathanG.Secora Pearl. Revisiting TTS: New directions for better synthesis. In Amy Neustein and Judith A. Markowitz, editors, *Mobile Speech and Advanced Natural Language Solutions*, pages 333–344. Springer New York, 2013.
- [38] Cejane Oliveira Martins Prudente; Maria Alves Barbosa; Celmo Celeno Porto. Revista latino-americana de enfermagem: Relation between quality of life of mothers of children with cerebral palsy and the children’s motor functioning, after ten months of rehabilitation.2010.
- [39] G R Robaina-Castellanos, S Riesgo-Rodriguez, and M S Robaina-Castellanos. [definition and classification of cerebral palsy: a problem that has already been solved?]. *Revista de neurologia*, 45(2):110–117, July 2007.
- [40] Silvia Rosado Martín. Archivo abierto institucional de la universidad rey juan carlos: Discapacidad intelectual y superficies multicontacto: Influencia del modo de colaboración en el aprendizaje. junio de 2013.
- [41] Ricardo Rosas, Claudia P. Pérez-Salas, and Polín Olgúin. Pizarras interactivas para el aprendizaje motivado en niños con parálisis cerebral. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 36(1):191–209, January 2010.
- [42] Jordi Lagares Roset. Projecte FRESSA 2013. educación especial. diversidad funcional. discapacidad. jordi lagares roset. BESALÚ. descripción en español. 2013.
- [43] Diego Fernández Oñate Sandra Baeza Verschueren, Ignacio Camarada Rojas. Parálisis cerebral, comunicación y aprendizaje con tableros. 2013.
- [44] Alberto De Santis and Daniela Iacoviello. Robust real time eye tracking for computer interface for disabled people. *Computer Methods and Programs in Biomedicine*, 96(1):1 – 11, 2009.
- [45] Seyed Reza Shahamiri and Siti Salwah Binti Salim. Artificial neural networks as speech recognisers for dysarthric speech: Identifying the best-performing set of {MFCC} parameters and studying a speaker-independent approach. *Advanced Engineering Informatics*, 28(1):102 – 110, 2014.
- [46] Sandra Baeza Verschueren. Parálisis cerebral y comunicación alternativa aumentativa: más allá de los tableros. 2013.

- [47] Santos Borregón Sanz y Agustina González Calvo. La afasia. exploración, diagnóstico y tratamiento.2000.