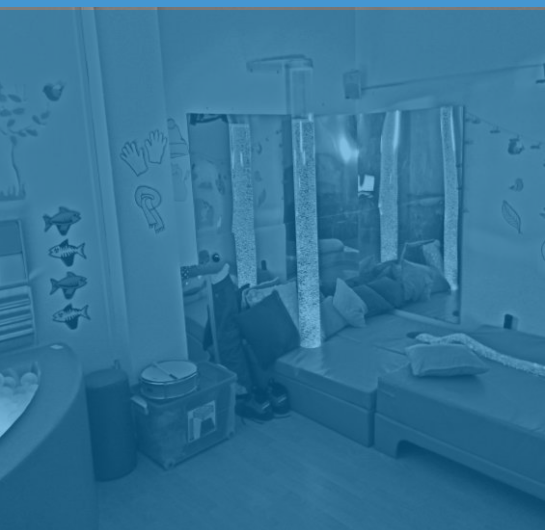




Integración de tecnologías de apoyo para educación especial

Miguel Ángel Guillomía San Bartolomé



CONSEJO ECONÓMICO Y SOCIAL DE ARAGÓN

COLECCIÓN TESIS DOCTORALES

Premio a tesis doctorales 2021

Autor de la tesis doctoral:

Miguel Ángel Guillomía San Bartolomé

Directores de la tesis:

Jorge L. Falcó Boudet

José Ignacio Artigas Maestre

Calificación obtenida:

Sobresaliente *cum laude*

La responsabilidad por las opiniones expresadas en las publicaciones del Consejo Económico y Social de Aragón incumbe exclusivamente a sus autores y su publicación no significa que el Consejo se identifique con las mismas.

2021

© De esta edición digital: Consejo Económico y Social de Aragón.

© Para otras ediciones: el autor.

Esta publicación se edita únicamente en formato digital.

Consejo Económico y Social de Aragón

c/ Joaquín Costa, 18, 1º

50071 Zaragoza (España)

Teléfono: 976 71 38 38 – Fax: 976 71 38 41

cesa@aragon.es

www.aragon.es/cesa

Premio del Consejo Económico y Social de Aragón 2021 a tesis doctorales

El Consejo Económico y Social de Aragón, con el fin de promover y divulgar la investigación, convoca anualmente Premio a tesis doctorales, en cuya convocatoria del año 2021, efectuada por Resolución de 24 de junio de 2021, de la Presidencia del Consejo Económico y Social de Aragón (*Boletín Oficial de Aragón* número 142, de 6 de junio de 2021), pudieron participar los autores de trabajos de tesis doctorales presentadas para la colación del grado de doctor leídas y calificadas de sobresaliente *cum laude*, por unanimidad, entre el 16 de septiembre de 2020 y el 15 de septiembre de 2021.

Por Resolución de 29 de noviembre de 2021, de la Secretaría General Técnica de la Presidencia (*Boletín Oficial de Aragón* número 251, de 13 de diciembre de 2021), se otorgó el premio del Consejo Económico y Social de Aragón 2021 a tesis doctorales.

El premio, con una dotación económica de 3.000 euros, se otorgó a la tesis doctoral *Integración de tecnologías de apoyo para educación especial*, realizada por D. Miguel Ángel Guillomía San Bartolomé.

La Comisión de Valoración, que propuso por unanimidad la concesión del Premio, estuvo compuesta por los siguientes miembros del Consejo:

Presidente: D. José Manuel Lasierra Esteban

Secretaria: D.ª Pilar Ventura Contreras

Vocales: D.ª Eva Pardos Martínez

D.ª Sonia García Fabregat

D.ª Rosa García Torres

Resumen

RESUMEN DE LA TESIS DOCTORAL

El objetivo principal de esta tesis es realizar una plataforma de servicios de *ambient assisted living* (AAL) como tecnología de apoyo para el sector de educación especial que enfoque principalmente en la capacidad cognitiva del alumno y sirva para adiestrar y dar apoyo tanto a esa capacidad cognitiva como a la emocional y social.

Esta tesis fue motivada por la necesidad de los profesores y cuidadores de personas con discapacidad intelectual (DI), que pidieron apoyo tecnológico para resolver algunos problemas específicos: un control de entorno cognitivamente accesible, entrenamiento en orientación temporal (OT) orientado a aumentar la autonomía personal del alumno y un control más potente y sincronizable de los elementos de la sala de estimulación multisensorial.

Aunque la población objetivo son los alumnos de educación especial, se advirtió pronto que los servicios solicitados también pueden ser útiles para personas mayores con pérdida de capacidad mental.

A nivel teórico se persigue la estrategia de aprovechar aprendizajes cognitivos previos y trasladarlos a nuevas habilidades y entrenamientos cognitivos y de habilidades sociales, desarrollando como objetivo de este trabajo de tesis la tecnología que posibilite esta estrategia. En particular se busca aprovechar el entrenamiento en el uso de lenguaje pictográfico como comunicación alternativa y aumentativa (CAA) para la comprensión de la interacción con el control de entorno y contextos singulares, la agenda y secuencias de acciones propuestas. También se aprovecha el avance cognitivo previo en orientación temporal, como ejemplo ilustrativo, para apoyar el entrenamiento en contención emocional.

A nivel práctico u operativo se busca integrar varios servicios demandados por los profesionales e investigadores del campo educativo y que cumpla con las especificaciones planteadas por los diferentes agentes de la comunidad educativa, universitaria y de educación especial. Se trata de poner a disposición de los docentes de educación especial una herramienta para servicios heterogéneos en un sistema de tecnología de información y comunicación (TIC) simple, modular, ampliable y abierto. El resultado cognitivo descrito en el párrafo anterior de utilización de CAA se aplica a los servicios elegidos de control de entorno,

en el que se establecen analogías de anidamiento, secuenciación y semántica; de orientación temporal en que se establece analogía con los elementos de la agenda añadiendo elementos que representan intervalos temporales; de contención de conductas disruptivas donde la secuencia de acciones y el mostrar el paso del tiempo apoyan la contención emocional del alumno; y a un servicio de anticipación de contextos donde entrenar habilidades de gestión emocional y social, tiempos, interacciones, etc.

El diseño y desarrollo busca servir de instrumento educativo y posibilitar la investigación en tecnologías de apoyo cognitivo en ese ámbito. Por ello la metodología de diseño y desarrollo ha sido colaborativa para ajustarse a estas dos necesidades, dentro de las capacidades tecnológicas y económicas del equipo que la desarrolla. Tanto para identificar sus necesidades principales, como para comprobar que los avances se ajustaban a los requerimientos de la comunidad, como para realizar formaciones que permitieran la comprensión del desarrollo y por tanto el trabajo eficaz en equipo, se llevaron a cabo varias reuniones

Como resultado, se identificó la clara necesidad de una plataforma integral móvil que fuera fácil de manejar, compatible con las herramientas de trabajo empleadas diariamente con los niños, que se manejaran desde diferentes dispositivos móviles (tabletas, móviles, ordenadores), que fuera económico y dentro de un solo dispositivo *hardware*. La plataforma también debería cumplir una serie de aspectos relacionados con la usabilidad y el diseño.

Se realizó una búsqueda exhaustiva de literatura para verificar el alcance de anteriores estudios de investigación, patentes o productos comerciales existentes que pudieran satisfacer las necesidades planteadas. Los resultados mostraron que no había un sistema similar o apropiado.

Una de las primeras decisiones de diseño fue la utilización de un ordenador de placa simple (SBC: *single board computer*) de bajo costo, lo que aportaba capacidad de cómputo, memoria, multimedia y gran capacidad de configuración en local en cada dispositivo y servicio, con una gran flexibilidad cara a modificaciones, nuevas incorporaciones y un coste reducido. Después de realizar un estudio pormenorizado de algunos modelos comerciales, se optó finalmente por la solución de *Raspberry Pi Foundation*, habiendo trabajado con dos modelos RPI v2 y v3. Esto fue debido a las características electrónicas, de comunicaciones y *software* particulares

de este modelo que lo hacían ideal para las demandas del colegio. Además, existen un gran número de módulos adaptables al entorno del Raspberry y una comunidad de usuarios que aportan una abundante documentación y librerías de desarrollo.

El prototipo se fue modelando e implementando por fases, instalándolo y probándolo en forma paralela en la biblioteca del colegio y ampliándolo gradualmente hasta los tres servicios demandados inicialmente, que posteriormente sumarían un cuarto (contención de conductas disruptivas). Para satisfacer las demandas solicitadas para cada servicio en cada una de las fases, se desarrolló conjuntamente la electrónica, programación de la plataforma a bajo y alto nivel, así como de las comunicaciones.

Se comenzó por implementar el control de entorno para uso individual que posteriormente se amplió a multiusuario, incluyendo diversos estándares domóticos que permitieran manejar dispositivos eléctricos comerciales y baratos fáciles de encontrar. Seguidamente se incluyó un dispositivo de OT, con el cual ya se había trabajado anteriormente en la universidad, realizando una reestructuración muy profunda, tanto a nivel hardware como software. Un caso particular de este servicio de OT fue el nuevo servicio de apoyo en la contención conductual con la intención de reconducir conductas disruptivas y favorecer la integración social del alumnado. Posteriormente se realizó la virtualización del dispositivo para permitir un trabajo análogo en casos que no se pudiera disponer del *hardware* asociado, para alumnos cuyo nivel de abstracción permitiera el uso del visualizador en pantalla plana. Finalmente se desarrolló completamente el control de iluminación para la sala multisensorial y para el servicio de anticipación de contextos.

En el sistema de control de la plataforma desarrollada hay dos partes diferenciadas: una que hace referencia al *hardware* que incluye el sistema electrónico y el sistema de comunicación entre dispositivos domóticos y otro *software* que relaciona el funcionamiento de la plataforma con el administrador o usuario. La parte que interactúa con el usuario se realiza mediante una aplicación web instalada en el RPI que hace de servidor.

La aplicación web desarrollada tiene dos partes diferenciadas: una destinada al administrador y otra destinada al usuario. El acceso a la parte del administrador es mediante usuario y contraseña. En esta parte se permite al administrador gestionar servicios y comunicaciones

de la plataforma, cargar paneles de trabajo colectivos y personalizados para trabajar el control de entorno o realizar cualquier otro trabajo con el alumnado, configurar tareas, colores, etcétera, en el dispositivo de OT y regular color, intensidad y brillo de las luces del servicio de anticipación de contextos o sala multisensorial. La plataforma es personalizable y se puede adaptar completamente al usuario.

La parte correspondiente al usuario sólo permite trabajar con lo configurado por el administrador en los paneles del control de entorno para multiusuarios, el acceso al dispositivo de OT virtual, además de acceder a otros servicios de juegos y entretenimiento.

Cada uno de los servicios que integra la plataforma ha sido desarrollado, instalado y probado: el control de entorno y el dispositivo de OT en la biblioteca del colegio durante dos años, la contención conductual puntualmente según necesidad en el colegio en la misma aula, y la sala multisensorial se probó aparte durante un año. Los tres primeros han tenido una realimentación excelente por parte del profesorado, que además de los positivos resultados de evaluación que se describirán han mostrado su sensación subjetiva de eficacia y entusiasmo. El último apenas ha sido probado con alumnos, por lo que se cuenta con la realimentación positiva del profesorado implicado como primera evidencia de resultado positivo.

Se han realizado evaluaciones metódicas de los servicios de control de entorno y de orientación temporal, aunque el objetivo de la tesis deja fuera de su alcance una evaluación completa por entender que ha de realizarse desde el campo especialista de la pedagogía y ciencias sociales, dentro del grupo investigador interdisciplinar. El objetivo básico de esta tesis es el desarrollo de la tecnología que permita posteriormente diseñar intervenciones pedagógicas y aplicar evaluaciones metódicas que corroboren su valía y amplíen su campo de acción.

Tanto en las evaluaciones sistemáticas realizadas, como en las percepciones subjetivas del profesorado, los resultados obtenidos fueron positivos y mostraron un alto nivel de aceptación del prototipo tanto por los alumnos como por sus cuidadores o maestros.

Índice

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN DE LA TESIS DOCTORAL.....	5
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	10
LISTA DE FIGURAS.....	19
LISTA DE TABLAS.....	25
LISTA DE ACRÓNIMOS	26
1. MOTIVACIÓN E INTRODUCCIÓN.....	30
1.1. Contexto general	30
1.2. Hipótesis del trabajo de tesis	34
1.3. Objetivos del trabajo de tesis.....	36
1.4. Metodología de la investigación	37
1.5. Organización del documento de tesis	44
1.6. Breve descripción del capítulo	46
2. ESTADO DEL CONOCIMIENTO. TRABAJOS RELACIONADOS	49
2.1. Dimensión cognitiva de las tecnologías de apoyo.	49
2.1.1.Las TIC en educación y educación especial.	49
2.1.2.Accesibilidad cognitiva y usabilidad	52
2.1.3.Claves del soporte cognitivo con TIC.	55
2.1.4.Necesidad de formación del profesorado.	59
2.2. Entrenamiento en interacción social en educación especial.	60

2.2.1. Interacción social en la educación especial	61
2.2.2. Claves del apoyo a la interacción social	62
2.2.2.1. Comunicación	63
2.2.2.2. Agentes involucrados	64
2.2.2.3. Gestión emocional	65
2.2.2.4. Gestión de la conducta	67
2.2.3. Experiencias de apoyo a la interacción social	68
2.3. Comunicación alternativa y aumentativa (CAA).	69
2.3.1. Introducción a la CAA	70
2.3.2. Cómo trabajar con los SAAC	74
2.3.3. Estado del arte en SAAC	75
2.3.4. Tableros Interactivos de Comunicación (TICO)	76
2.4. Control de entorno adaptado	78
2.4.1. <i>Ambient Assisted Living</i> , la aplicación de la inteligencia artificial al soporte de necesidades especiales	79
2.4.2. Interfaces, un modelo de comunicación y de pensamiento	80
2.4.3. Plataformas de servicios: el soporte tecnológico a la interoperabilidad y la interfaz personalizada	80
2.5. Orientación temporal.	84
2.5.1. Identificadores de funciones de OT	85
2.5.2. OT y capacidades básicas	86

2.5.3.OT y capacidades superiores	87
2.5.4.OT operativa	88
2.5.5.Desarrollos y experiencias en OT.....	89
2.6. Breve descripción del capítulo.	91
3. APOYO COGNITIVO-SOCIAL DESDE UNA PLATAFORMA DE SERVICIOS	94
3.1. Contexto, parametrización e importancia del apoyo cognitivo-social	94
3.1.1.Identificación de elementos relevantes en el apoyo cognitivo.....	95
3.1.1.1. Entrenamiento cognitivo "representaciones virtuales".....	95
3.1.1.2. Acceso cognitivo por analogía con sistemas previos: de CAA por secuenciación de pictogramas y de agenda.....	95
3.1.1.3. Entrenamiento cognitivo en OT	96
3.1.1.4. Apoyo cognitivo en auto-percepción, auto-conciencia, gestión emocional..	97
3.1.1.5. Apoyo en interacción social	97
3.1.2.Hipótesis a través de las dimensiones y de los servicios.....	98
3.1.2.1. Representación virtual y control de entorno.....	99
3.1.2.2. Representación virtual y orientación temporal	99
3.1.2.3. Representación virtual y contención conductual	102
3.1.2.4. Representación virtual y anticipación de contextos	102
3.1.2.5. Interfaz según TICO y control de entorno.....	102
3.1.2.6. Interfaz según TICO y OT	103
3.1.2.7. Interfaz según TICO y contención conductual	103

3.1.2.8. Interfaz según TICO y anticipación de contextos.	103
3.1.2.9. Orientación temporal y control de entorno.....	103
3.1.2.10. OT y OT	103
3.1.2.11. OT y contención conductual.....	104
3.1.2.12. OT y anticipación de contextos.	104
3.1.2.13. Autoconsciencia y control de entorno.	104
3.1.2.14. Autoconsciencia y OT.	104
3.1.2.15. Autoconsciencia y contención conductual.....	105
3.1.2.16. Autoconsciencia y anticipación de contextos.	105
3.1.2.17. Interacción social y control de entorno.	106
3.1.2.18. Interacción social y OT.	106
3.1.2.19. Interacción social y contención conductual.....	106
3.1.2.20. Interacción social y anticipación de contextos.	106
3.1.3. Apoyo cognitivo-social específico en servicios.....	107
3.1.3.1. Representación virtual en el control de entorno.....	107
3.1.3.2. Representación virtual en la OT.....	109
3.1.3.3. Representación virtual en la contención conductual o del comportamiento.	109
3.1.3.4. Representación virtual en la anticipación de contextos.	109
3.1.3.5. Acceso cognitivo con CAA en el control de entorno.....	110
3.1.3.6. Acceso cognitivo con CAA en la OT.	110

3.1.3.7. Acceso cognitivo con CAA en la contención del comportamiento.	111
3.1.3.8. Acceso cognitivo con CAA en la anticipación de contextos.	111
3.1.3.9. OT en el control de entorno.	111
3.1.3.10. OT en la propia OT.	112
3.1.3.11. OT en la contención del comportamiento	112
3.1.3.12. OT en la anticipación de contextos	112
3.1.3.13. Autoconsciencia en el control de entorno	112
3.1.3.14. Autoconsciencia en la OT	113
3.1.3.15. Autoconsciencia en la contención del comportamiento.	113
3.1.3.16. Autoconsciencia en la anticipación de contextos	114
3.1.3.17. Interacción social en el control de entorno	114
3.1.3.18. Interacción social en la OT	114
3.1.3.19. Interacción social en la contención del comportamiento	114
3.1.3.20. Interacción social en la anticipación de contextos	115
3.1.4. Elementos relevantes de la implementación.	115
3.2. Requisitos tecnológicos para el apoyo cognitivo	118
3.2.1. Apoyo de la representación virtual	118
3.2.2. Apoyo del acceso cognitivo con CAA.	119
3.2.3. Apoyo de la OT.	120
3.2.4. Apoyo de la autoconsciencia	121

3.2.5. Apoyo de la interacción social	122
3.3. Breve descripción del capítulo	122
4. MODELIZACIÓN DE LA PLATAFORMA E IMPLEMENTACIÓN	124
4.1. Sistema de modelizado	124
4.1.1. Diagrama de flujo de datos.....	125
4.1.1.1. Concepto	125
4.1.1.2. Aplicación del DFD a la plataforma a desarrollar.....	128
4.1.2. Diagrama Entidad-Relación (ERD)	139
4.1.2.1. Concepto	139
4.1.2.2. Aplicación del ERD a la plataforma a desarrollar	142
4.1.3. Modelizado de datos.	146
4.1.3.1. Campos y atributos de los datos	146
4.1.3.2. Otros elementos de almacenamiento.....	164
4.2. Selección de los recursos.....	167
4.2.1. Marco de trabajo	168
4.2.2. Modelo-Vista-Controlador (MVC)	169
4.2.3. Sistema operativo	172
4.2.4. Recursos <i>software</i> adicionales	174
4.3. Cambio del soporte físico de la plataforma	184
4.4. Resumen del capítulo	185

5. CONTROL DE ENTORNO EN EDUCACIÓN ESPECIAL.....	188
5.1. Introducción	188
5.2. Descripción de la plataforma	191
5.2.1.Estructura tecnológica y funcionalidades.....	191
5.2.2.Interfaz TICO	197
5.2.3.Soporte cognitivo social.....	209
5.3. Metodología y resultados.....	210
5.3.1.Metodología de la intervención.	211
5.3.2.Resultados obtenidos.	227
5.3.3.Discusión.....	228
5.4. Servicio de anticipación de contextos.....	229
5.5. Resumen del capítulo	237
6. ORIENTACIÓN TEMPORAL EN EDUCACIÓN ESPECIAL	240
6.1. Introducción	240
6.2. Descripción de la tecnología.....	241
6.2.1.Estructura tecnológica y funcionalidades.....	244
6.2.1.1. Electrónica.....	245
6.2.1.2. Software	246
6.2.1.3. Comunicaciones	247
6.2.2.Descripción de la interfaz de usuario	247

6.2.3. Soporte cognitivo y social.....	256
6.3. Metodología y resultados.....	257
6.3.1. Metodología de intervención	258
6.3.2. Resultados obtenidos.	267
6.3.1. Discusión	274
6.4. Servicio de contención conductual	275
6.5. Resumen del capítulo	277
7. CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS.....	279
7.1. Resumen.....	279
7.2. Conclusiones.....	282
7.2.1. Conclusiones por objetivos.....	282
7.2.2. Conclusiones específicas de la plataforma tecnológica	285
7.2.3. Conclusiones por servicios.....	287
7.3. Carencias detectadas.....	289
7.4. Futuros trabajos	290
7.4.1. Futuros trabajos por objetivos	291
7.4.2. Futuros trabajos en la plataforma tecnológica y servicios.....	291
7.5. Resumen del capítulo	293
8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	295

9. ANEXO CAPITULO 2 SISTEMAS ALTERNATIVOS Y AUMENTATIVOS DE COMUNICACIÓN	319
9.1. Sistemas de apoyo para la comunicación	319
9.2. Aplicaciones y ejemplos de los sistemas de apoyo	321
9.3. Recursos y tecnologías	322
9.4. Cómo trabajar con los SAAC.....	324

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diagrama representativo de las diferentes etapas de la investigación de la tesis..</i>	<i>43</i>
<i>Figura 2. Diagrama de distribución de los capítulos de la tesis.</i>	<i>44</i>
<i>Figura 3. Evolución histórica de los SAAC [59]</i>	<i>71</i>
<i>Figura 4. Tipos de sistemas de comunicación [59].....</i>	<i>71</i>
<i>Figura 5. Criterio de trabajo con SAAC</i>	<i>74</i>
<i>Figura 6. Partes que intervienen en un proceso SAAC.</i>	<i>74</i>
<i>Figura 7: Notación Yourdon</i>	<i>126</i>
<i>Figura 8: Ejemplo de diagrama DFD</i>	<i>128</i>
<i>Figura 9: Diagrama de contexto del sistema de control de la plataforma a desarrollar.....</i>	<i>128</i>
<i>Figura 10: Nivel 1 del sistema de control a desarrollar.....</i>	<i>130</i>
<i>Figura 11: Nivel 2 proceso de control de acceso</i>	<i>130</i>
<i>Figura 12 : Nivel 2 carga paneles individuales o colectivos</i>	<i>132</i>
<i>Figura 13: Nivel 2 de funcionamiento de DOT virtual</i>	<i>132</i>
<i>Figura 14: Nivel 2 del proceso entrenamiento de habilidades</i>	<i>134</i>
<i>Figura 15: Nivel 2 de funcionamiento del sistema de control de la plataforma</i>	<i>137</i>
<i>Figura 16: Tipos de relaciones entre entidades.....</i>	<i>141</i>
<i>Figura 17: Ejemplo diagrama ERD.....</i>	<i>141</i>
<i>Figura 18: Diagrama ERD de la plataforma a desarrollar.....</i>	<i>144</i>
<i>Figura 19. Bases de datos contenidas en el sistema de control de la plataforma</i>	<i>146</i>

<i>Figura 20. Estructura de tabla de habilitación de comunicaciones</i>	<i>147</i>
<i>Figura 21. Tabla de activación de los servicios de comunicación</i>	<i>148</i>
<i>Figura 22. Estructura de la tabla de habilitación de alarmas de la plataforma</i>	<i>149</i>
<i>Figura 23. Tabla de activación de alarmas de la plataforma</i>	<i>149</i>
<i>Figura 24. Estructura de la tabla de habilitación de control de usuarios</i>	<i>150</i>
<i>Figura 25. Tabla de activación de alarmas de usuarios</i>	<i>151</i>
<i>Figura 26. Estructura de la tabla de equipo mal apagado.....</i>	<i>151</i>
<i>Figura 27. Tabla de equipo mal apagado.....</i>	<i>152</i>
<i>Figura 28. Estructura de la tabla de históricos.....</i>	<i>153</i>
<i>Figura 29. Tabla de históricos</i>	<i>154</i>
<i>Figura 30. Estructura de la tabla de alarmas actuales</i>	<i>154</i>
<i>Figura 31. Tabla de estado de alarmas actuales</i>	<i>155</i>
<i>Figura 32. Estructura de la tabla de servicios de comunicaciones activos</i>	<i>156</i>
<i>Figura 33. Tabla de estado de los servicios de comunicaciones</i>	<i>156</i>
<i>Figura 34. Estructura de la tabla de usuarios conectados</i>	<i>157</i>
<i>Figura 35. Tabla de estado de usuarios.....</i>	<i>158</i>
<i>Figura 36. Ventana de error de acceso a administrador de la plataforma.....</i>	<i>158</i>
<i>Figura 37. Estructura de la tabla de tareas programadas en DOT</i>	<i>159</i>
<i>Figura 38. Tabla de tareas programadas.....</i>	<i>161</i>
<i>Figura 39. Estructura de la tabla hora de comienzo actividades diarias</i>	<i>162</i>

<i>Figura 40. Tabla de hora comienzo de tareas diarias.</i>	162
<i>Figura 41. Estructura de la tabla tarea a enviar por Telegram.</i>	163
<i>Figura 42. Tabla de tarea a enviar por medio de Telegram.</i>	164
<i>Figura 43. Estructura de la tabla de nombres de paneles.</i>	164
<i>Figura 44. Tabla con nombres paneles individuales.</i>	165
<i>Figura 45. Estructura de la tabla con contenido de valores DMX para Banco 1.</i>	166
<i>Figura 46. Tabla con valores decimales de todos los dispositivos DMX Banco 1 escena 8.</i>	167
<i>Figura 47: Elementos software que componen el sistema de control de la plataforma</i>	169
<i>Figura 48: Diagrama Modelo–vista–controlador.</i>	171
<i>Figura 49. Descripción de la perspectiva tecnológica de servicios integrados</i>	189
<i>Figura 50. Descripción modular de la plataforma AAL en Alborada.</i>	193
<i>Figura 51. (A) CM15Pro (B) Módulo AWM2P (C) Módulo SWM1P</i>	193
<i>Figura 52. (A) Módulo IR instalado. (B) Módulo IR de sustitución.</i>	194
<i>Figura 53. (A) Transmisor RF 433Mhz. (B) Receptor RF 433Mhz</i>	194
<i>Figura 54. (A) HS2260A-R4. (B) SC5262.</i>	195
<i>Figura 55. Plataforma AAL basada en RPI y varios módulos</i>	195
<i>Figura 56. Distintos actuadores y elementos en la biblioteca.</i>	196
<i>Figura 57. Control de persiana y descripción general de la biblioteca.</i>	196
<i>Figura 58. Diagrama eléctrico de la instalación de Alborada.</i>	197
<i>Figura 59. Edición de tablero con editor de TICO.</i>	198

<i>Figura 60. Fichero de configuración de comandos TICO.</i>	199
<i>Figura 61. (A) TICO Home Control en varias plataformas; (B) TICO-Home-Control en la página web.</i>	200
<i>Figura 62. Estructura fichero *.tco</i>	201
<i>Figura 63. Cabecera de fichero *.tco</i>	202
<i>Figura 64. Final de fichero *.tco</i>	203
<i>Figura 65. (A) Menú principal (B) Accesos a paneles individual o colectivo</i>	204
<i>Figura 66. Ejemplo del tablero colectivo</i>	205
<i>Figura 67. Lista de tableros individuales a cargar</i>	205
<i>Figura 68. (A) Acceso a configuración de la plataforma (B) Menú de configuración de la plataforma</i>	206
<i>Figura 69. Opciones de carga y borrado de paneles</i>	207
<i>Figura 70. (A) Carga colectiva (B) Carga individual</i>	207
<i>Figura 71. Pantalla de borrado de paneles con opciones disponibles</i>	208
<i>Figura 72. Capacidades relevantes de los usuarios seleccionados para manejar la interfaz de TICO.</i>	214
<i>Figura 73. Huella inicial de las capacidades del usuario 1</i>	215
<i>Figura 74. Agrupación de áreas en el panel de la interfaz para un entrenamiento simple.</i>	216
<i>Figura 75. Huella inicial de las capacidades del usuario 2</i>	218
<i>Figura 76. Huella inicial de las capacidades del usuario 3</i>	220
<i>Figura 77. Huella inicial de las capacidades del usuario 4</i>	222

<i>Figura 78. Huella inicial de las capacidades del usuario 5</i>	<i>224</i>
<i>Figura 79.Elementos que integran la sala multisensorial de CPEE Alborada.</i>	<i>230</i>
<i>Figura 80. (A) Foco led RGB (B) Columna de burbujas.....</i>	<i>232</i>
<i>Figura 81. Adaptador DMX - USB.....</i>	<i>232</i>
<i>Figura 82. (A) Piscina de Bolas (B) Tira de led RGB wifi</i>	<i>233</i>
<i>Figura 83.Esquema de conexión del servicio de anticipación de contextos en la sala multisensorial</i>	<i>234</i>
<i>Figura 84. Panel de control de dispositivos DMX y wifi.....</i>	<i>235</i>
<i>Figura 85. Panel de control dispositivo RGB wif.....</i>	<i>236</i>
<i>Figura 86. Aspecto del funcionamiento de la sala multisensorial.....</i>	<i>237</i>
<i>Figura 87. Primera adaptación de DOT a la agenda de la pizarra.</i>	<i>242</i>
<i>Figura 88.Segunda versión y un ejemplo de uso en el aula.</i>	<i>243</i>
<i>Figura 89. (A) DOT versión 2: aspecto exterior e interior; (B) DOT versión 3: aspecto exterior.</i>	<i>245</i>
<i>Figura 90. (A) DOT versión 2; (B) DOT versión 3.....</i>	<i>246</i>
<i>Figura 91. Menú principal DOT HMI para administrador.</i>	<i>249</i>
<i>Figura 92. (A) Operaciones externas del sistema de control (B) Operaciones con ficheros</i>	<i>250</i>
<i>Figura 93. Ventana emergente para configuración del DOT</i>	<i>251</i>
<i>Figura 94. Cargar lista de tareas.....</i>	<i>251</i>
<i>Figura 95. Salvar lista de tareas.....</i>	<i>252</i>
<i>Figura 96. Aspecto fichero de programación de tareas desde TICO</i>	<i>253</i>

<i>Figura 97. Menú principal DOT HMI para usuario</i>	<i>254</i>
<i>Figura 98. Proceso de cambio de tarea</i>	<i>255</i>
<i>Figura 99. Tarea recibida en móvil mediante Telegram</i>	<i>255</i>
<i>Figura 100. Pantalla de configuración de red</i>	<i>256</i>
<i>Figura 101. Características de los participantes</i>	<i>261</i>
<i>Figura 102. DOT sin pantalla instalada en el aula, con las luces apagadas.</i>	<i>264</i>
<i>Figura 103 "Escuchar" alcanzó pronto un nivel de no dificultad con el entrenamiento..</i>	<i>270</i>
<i>Figura 104. "Mirar" llegó pronto a un nivel de dificultad leve con el entrenamiento.</i>	<i>271</i>
<i>Figura 105. "Caminar" alcanzó pronto un nivel de no dificultad con el entrenamiento.....</i>	<i>271</i>
<i>Figura 106. "Tarea simple" alcanzó un nivel de sin dificultad en el punto medio del período de entrenamiento.....</i>	<i>271</i>
<i>Figura 107. Resumen de las diferencias en el número de elementos por nivel de dificultad para los 10 niños evaluados</i>	<i>272</i>
<i>Figura 108. Número de elementos (49) que tuvieron grandes dificultades y mejoraron a categorías.....</i>	<i>273</i>
<i>Figura 109. Edad (azul, eje izquierdo) y mejora (% de disminución en el grado de dificultad, naranja, eje derecho).</i>	<i>274</i>
<i>Figura 110. Progreso de intervalo temporal virtual y real de contención conductual.....</i>	<i>276</i>
<i>Figura 111. Representación de la mejora continua utilizada para incorporar nuevas mejoras [206].</i>	<i>290</i>

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1. Ejemplos de SAAC con y sin ayuda [59].....</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 2. Productos de apoyo para la comunicación</i>	<i>72</i>
<i>Tabla 3. Productos de apoyo para el acceso [59].....</i>	<i>73</i>
<i>Tabla 4. Resumen de hipótesis por dimensiones cognitivas y servicios.</i>	<i>101</i>
<i>Tabla 5. Funciones cognitivas y sociales de cada servicio.....</i>	<i>108</i>
<i>Tabla 6. Capacidades relevantes de los usuarios para manejar la interfaz TICO</i>	<i>214</i>
<i>Tabla 7. Resumen de los resultados experimentales</i>	<i>227</i>
<i>Tabla 8. Participantes por centro y clases.....</i>	<i>260</i>
<i>Tabla 9. Edad de los participantes</i>	<i>260</i>
<i>Tabla 10. Grados de discapacidad de los participantes.....</i>	<i>261</i>
<i>Tabla 11. Nivel de competencia curricular de los participantes.</i>	<i>261</i>
<i>Tabla 12. Rangos de porcentaje de dificultad por categoría y valor medio tomado para el estudio cuantitativo.</i>	<i>267</i>
<i>Tabla 13. Primera evaluación para el código de niño 010201, 11 años de edad.</i>	<i>269</i>
<i>Tabla 14. Segunda evaluación para el código de niño 010201, 11 años de edad.</i>	<i>269</i>

LISTA DE ACRÓNIMOS

AAIDD Asociación Americana de Discapacidad Intelectual y Discapacidades del Desarrollo.

(American Association on Intellectual and Developmental Disabilities).

AAL Vida Asistida por el Entorno *(Ambient Assisted Living)*.

ABVD Actividades Básicas de la Vida Diaria.

AC Anticipación de Contextos.

AMPA Asociación de madres y padres de alumnos.

ARASAAC Centro Aragonés para la Comunicación Aumentativa y Alternativa.

CAA Comunicación Alternativa y Aumentativa.

CC Contención Conductual.

CE Control de Entorno.

CEE Centros de Educación Especial.

CEICA Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón.

CPEE Colegio Público de Educación Especial.

CIF Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud.

CR Centros de Recursos.

CSS Hojas de estilo en cascada *(Cascading Style Sheets)*.

DB Base de datos *(Data base)*.

DFD Diagramas de Flujo de Datos.

DGA Diputación General de Aragón.

DI	Discapacidad Intelectual.
DOM	Modelo de Objetos del Documento.
DOT	Dispositivo de Orientación Temporal.
EBO	Educación Básica Obligatoria.
EE	Educación Especial.
EI	Educación Inclusiva.
ERD	Diagramas de Entidad Relación.
GPL	Licencia Pública y General.
HTTP	Protocolo de transferencia de hipertexto (<i>Hypertext Transfer Protocol</i>).
IT	Interacción Tangible.
LAN	Red de área local (Local Area Network).
LCD	pantalla de cristal líquido (<i>Liquid-Crystal Display</i>).
LSE	Lengua de Signos Española.
LOG	Dato Lógico.
MDD	Desarrollo Dirigido por Modelos (<i>Model Driven Development</i>).
MVC	Modelo-Vista-Controlador.
NCC	Necesidades Complejas de Comunicación.
OMS	Organización Mundial de la Salud.
OT	Orientación Temporal.
PHP	Preprocesador de hipertexto (<i>Hypertext Preprocessor</i>).
PROFIT	Plan de fomento de la investigación científica y técnica en España.

RPI	Raspberry Pi.
SAAC	Sistemas de Comunicación Aumentativa y Alternativa.
SBC	Ordenador de Placa Simple (<i>single board computer</i>).
SIE	Sistema Informático Especializado.
SOA	Arquitectura Orientada a Servicios (<i>Software Oriented Architecture</i>).
SSH	<i>Secure Shell</i> .
TEA	Trastorno del Espectro Autista.
TFT-LCD	Pantalla de cristal líquido de transistores de película fina (<i>Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display</i>).
TGD	Trastornos Generalizados del Desarrollo.
TIC	Tecnología de Información y Comunicación.
TICO	Tableros Interactivos para la Comunicación.
TVA	Transición a Vida Adulta.
UML	Lenguaje de Modelado Unificado.
UNIZAR	Universidad de Zaragoza.
URL	Localizador Uniforme de Recurso.
VAALID	Validación de Accesibilidad y Usabilidad para el Proceso de Diseño de Interacción.
WAN	Red de Área Amplia (<i>Wide Area Network</i>).
W3C	Consortio WWW (<i>World Wide Web Consortium</i>).

CAPÍTULO 1. MOTIVACIÓN E INTRODUCCIÓN

- 1.1. Contexto general.
- 1.2. Hipótesis del trabajo de tesis.
- 1.3. Objetivos del trabajo de tesis.
- 1.4. Estructura de la investigación.
- 1.5. Organización del documento de tesis.
- 1.6. Breve descripción del capítulo

1. MOTIVACIÓN E INTRODUCCIÓN

Este capítulo describe el contexto general de la tesis doctoral, sus objetivos y metodología. La estructura de la investigación está representada esquemáticamente, incluyendo una breve explicación de las diferentes etapas que componen este trabajo.

En la siguiente sección se comienza presentando el contexto de esta investigación.

1.1. Contexto general

El ámbito en que se plantea el desarrollo de esta tesis es el de educación especial, dentro de un programa conjunto de investigación aplicada en el Colegio Público de Educación Especial Alborada (CPEE Alborada) de Zaragoza. Las acciones diseñadas contemplan en un primer lugar la actuación en el colegio, considerando la posterior actuación en el hogar. La población objetivo son los alumnos de los colegios de educación especial, la comunidad en que se enmarca es la educativa, profesores, madres y padres e instituciones implicadas.

Durante más de 10 años se ha mantenido una colaboración entre la Universidad de Zaragoza (UNIZAR) y el CPEE Alborada en la búsqueda de soluciones técnicas para las dificultades de los niños, tanto a nivel de soporte directo de su funcionamiento como de entrenamiento en habilidades para su autonomía personal. En concreto esta acción se centra en el desarrollo de tecnologías de apoyo directo cognitivo y social y tecnologías de entrenamiento en esas mismas habilidades.

Los antecedentes de esta acción se remontan a la experiencia desde 1992 de varios proyectos europeos y nacionales dedicados a hogares inteligentes e inteligencia ambiental en el campo AAL, para ancianos y personas con discapacidad, por parte del equipo de investigación de la UNIZAR.

La idea germen de esta acción ha sido la comprobación de la traslación de conocimientos y habilidades adquiridas por los alumnos en aprendizajes anteriores al manejo de los programas que se les ofrecen, basándonos en que estos se asemejan en procesos cognitivos a los ya aprendidos. En concreto la utilización de sistemas de comunicación aumentativa y alternativa ha logrado previamente el aprendizaje del significado de pictogramas y sus secuencias para

expresar ideas e intenciones, consiguiendo en los alumnos un instrumento de acceso cognitivo potente, modular, adaptable a las capacidades individuales y con un esquema o gramática trasladable al manejo de otros constructos cognitivos, como puede ser la comunicación con la tecnología en el control de entorno o la comprensión de la agenda escolar y el paso del tiempo.

El objetivo principal de esta tesis es poner a disposición de los docentes una herramienta para servicios heterogéneos en un sistema de TIC simple, modular, ampliable y abierto, para alcanzar una mayor accesibilidad cognitiva y para explorar lo lejos que los niños pueden llegar en la utilización de un control de entorno y servicios similares con la capacitación escolar adecuada. Desde la perspectiva de la comunidad educativa, se busca que esos servicios mejoren la autonomía de los niños y sean una herramienta que venga a apoyar el derecho a acceder a la más alta autonomía posible.

Se ha partido de las especificaciones diseñadas en colaboración con los diferentes agentes de la comunidad educativa, universitaria y de educación especial, adaptando el desarrollo de la tecnología a la visión y los métodos pedagógicos utilizados en el colegio.

Un aspecto importante que se ha tenido presente es el requisito de accesibilidad económica sobre la plataforma a utilizar, considerado imprescindible en este campo.

Otro requerimiento presente desde el principio es cumplir con los estándares y regulaciones para poder instalar en los colegios y adicionalmente llevar la plataforma AAL a los hogares de los niños. La confiabilidad y la madurez general de la plataforma es un requisito previo para su instalación y uso. Los requisitos se particularizan a continuación para los servicios desarrollados.

La selección de los cuatro servicios elegidos para su desarrollo en esta tesis responde a la demanda directa del colegio como instrumentos prioritarios para la autonomía de los alumnos. En especial en los tres primeros ha habido un trabajo previo de mejora del acceso a los mismos creando interfaces de interacción con ellos de forma análoga a sus conversaciones con el sistema de CAA del colegio. Los dos primeros han tenido una mayor entidad tanto por la importancia que les dio el colegio como por la inversión en su desarrollo, implementación y evaluación. Estos servicios son:

- Control de entorno adaptado con el sistema de CAA del colegio: se ha desarrollado el interfaz de forma análoga al programa TICO [\[1\]](#), ya utilizado por los alumnos para su comunicación. TICO es un editor de paneles de comunicación alternativa que utiliza pictogramas y facilita su secuenciación en una frase, así como la anidación de estructuras para llegar a los pictogramas (busco: comida – dentro de comida: primeros platos – dentro de primeros platos: verduras).
- Orientación temporal para el alumno: partiendo de la disposición de información ya utilizada en las agendas-pizarra de la clase, se ha adaptado a la comunicación con TICO mostrando el paso del tiempo con el apagado secuencial de elementos luminosos, y se han incorporado funciones de aviso, anticipación, refuerzo, y entrenamiento individual y grupal.
- Servicio de contención de conducta: basado en el desarrollo anterior, implementa el método acción-consecuencia (reto – recompensa), con el que el alumno ve reforzada su motivación de contención por conseguir un premio, a la vez que dispone de una realimentación del esfuerzo restante a realizar al representar el tiempo restante con los elementos luminosos ya descritos, que disminuye con el tiempo.
- Servicio de anticipación de contextos y gestión emocional: expandiendo la comunicación con el entorno a elementos habituales de escenografía y de una sala de estimulación multisensorial dispuestos en una clase para su utilización grupal, y aprovechando la capacidad de inmersión que nos proporcionan estas tecnologías para la conciencia emocional y el desarrollo de la propia gestión emocional y habilidades sociales.

Relativo al control de entorno, para poder adaptar la plataforma a diferentes situaciones y preferencias, como nuevos edificios y viviendas ya habitadas, se ha acometido la integración de diferentes estándares domóticos, probando la capacidad de integración de los diversos sistemas, y eligiendo módulos comerciales cuando ha sido posible, tanto por la disponibilidad inmediata que supone esta estrategia, como porque los fabricantes cumplirán con la legislación europea en sus productos, con lo que se acelerará la instalación y hará que esos estándares sean transparentes para el usuario. Estos módulos deberán ser compatibles con dispositivos eléctricos (control de enchufes), televisores, equipos de música, persianas motorizadas y luces. Por supuesto, el control de entorno deberá ser configurable, flexible y confiable.

Por otro lado, la orientación temporal ha sido considerada una prioridad para mejorar la autonomía personal por parte de profesionales de CPEE. En este marco, se ha buscado una comprensión más profunda de las funciones cognitivas que subyacen en el entrenamiento del tiempo, cómo entender la realidad, cómo les afecta la percepción de tiempo a nivel operativo, a nivel de los objetivos vitales, su relación con la comprensión del espacio, de cómo ver el mundo y/o interpretarlo de forma más normalizada. Las metas del entrenamiento con niños incluirán: (1) la capacidad de percepción del tiempo; (2) la gestión del tiempo y la agenda y (3) la suavización emocional de los cambios de tareas al anticipar el conocimiento de la proximidad del cambio.

El servicio de contención de conducta se basa en el mismo visualizador del paso del tiempo que el servicio anterior de OT, siendo en realidad un subproducto del mismo. Sin embargo, se añaden dos variaciones, por un lado, la escala temporal a representar es mucho más corta, y por otro, cobra mayor importancia la secuencia de acción (contención – premio).

Relativo al cuarto servicio expuesto, se parte de la experiencia de los profesores que saben que las actividades en las salas multisensoriales son más agradables, divertidas y efectivas para mejorar conductas sociales y para mejorar trastornos del comportamiento y aumentan la cantidad y la calidad de sus interacciones sociales. En dichas salas se pueden crear situaciones que resitúen las percepciones y códigos sociales. Partiendo de ese concepto, y buscando también una dimensión de apoyo social y de gestión emocional, se ha creado un servicio de anticipación de contextos en el que producir un efecto inmersivo al alumno que le sitúe en el contexto a trabajar (por ejemplo ir a tomar algo a un bar) conjuntamente con los elementos de la sala utilizados para influir emocionalmente en el alumno, calmándolo o estimulándolo, haciendo paradas que permitan aumentar la conciencia del mundo emocional y su repercusión en el social.

Cabe señalar al lector de la tesis, que se utiliza el término “sala multisensorial” al referirse a la tecnología que tradicionalmente integra estos espacios, y “servicio de anticipación de contextos” al servicio que se ofrece para esa funcionalidad, que utiliza básicamente los elementos tecnológicos de la sala multisensorial. Por tanto, en este texto el lector encontrará estos dos términos utilizados para una misma categoría de trabajo docente. El primero se

utiliza más referido a los elementos tecnológicos desarrollados sobre los que se sustenta el segundo, que es el que da sentido pedagógico o funcional del entrenamiento a realizar con el alumno.

Existen fabricantes especializados en salas multisensoriales que rebasan ampliamente lo que se ha realizado por los desarrolladores de esta tesis en cuanto a especificaciones tecnológicas. El objetivo de esta acción es poner al servicio de una plataforma de apoyo cognitivo elementos que potencialmente pueden ayudar a la gestión emocional dentro de un marco cognitivo de lenguaje CAA. La integrabilidad en la plataforma y la analogía cognitiva con el resto son los puntos cruciales de valor añadido del desarrollo.

Aunque tradicionalmente la sala de estimulación multisensorial se utiliza como aplicación a nivel individual, la visión que se tiene para este trabajo de tesis sugiere que el trabajo sobre las emociones pueda realizarse en los contextos donde estas surgen, y a menudo esto es en situación grupal o de interacción social, por lo que han instalado este servicio un aula. Resumiendo, en el contexto de este trabajo, cuando se habla de tecnología, se puede hablar de sala de estimulación multisensorial, y cuando se habla de apoyo cognitivo se estaría hablando del servicio de anticipación de contextos.

1.2. Hipótesis del trabajo de tesis

Las hipótesis descritas en este apartado han guiado la investigación de este trabajo de tesis. El trabajo de tesis se centra en el diseño y desarrollo tecnológico que se adapte y posibilite la evaluación y verificación de las hipótesis, incluyendo cuando ha sido posible una primera recogida de evidencias de su veracidad, y dejando para trabajos de especialistas de investigación en educación la verificación formal de la dimensión pedagógica como tal.

Las hipótesis que guían las líneas de investigación de este trabajo han ido evolucionando siguiendo los resultados parciales obtenidos. El orden de las hipótesis refleja por una parte el orden cronológico en que han sido tomadas, y por otra el progresivo grado de abstracción que se ha podido ir alcanzando en base a los resultados previos: Así, la primera hipótesis se centra en el uso de un sistema de CAA como facilitación al uso de un sistema de control de entorno, el primer objetivo que solicitó el colegio. La experiencia mostró que el aprendizaje previo del CAA mejoraba notablemente el acceso cognitivo al sistema de control, y también

que, para alumnos con más bajo nivel cognitivo, el adiestramiento obtenía resultados positivos básicos de asociación de elementos. Este último resultado se concretó en la segunda hipótesis, que guio el desarrollo para adaptarse a esta nueva función educativa y que se verificó por parte del profesorado con las experiencias realizadas. El primer resultado mencionado se elevó a un nivel de abstracción mayor reformulándolo como el aprovechamiento de aprendizajes cognitivos previos, y dio lugar a la hipótesis 4, que utilizó otros dos ejemplos como evidencias positivas de su comprobación: por un lado, la CAA como aprendizaje previo y el servicio de OT cuyo acceso cognitivo se vio beneficiado, y por otro el servicio de OT como previo y la contención de conducta como servicio beneficiado.

Adicionalmente, siguiendo esta línea, se trasladó al adiestramiento en grupo aquellas actividades individuales que habían resultado exitosas y tenían potencial de adiestramiento social, de forma que el aprendizaje previo individual de uso de los servicios también ha sido utilizado para beneficio de actividades grupales, quedando para futuros estudios de especialidad pedagógica la formalización de esta evaluación."

Esta tesis doctoral parte de las siguientes hipótesis:

1. El uso de interfaces análogas a las de CAA mejora el acceso cognitivo. En este caso se estudiará la capacitación en el aprendizaje y uso de sistemas de control de entorno en población de educación especial, mejorando su grado de autonomía personal.
2. La combinación de los servicios de control de entorno y CAA ofrece un método de entrenamiento de funciones básicas que mejora el acceso cognitivo a los servicios integrados: por una parte, la comprensión de la función causa-efecto y por otra la relación del ítem abstracto de la interfaz de usuario con la realidad que representa (icono persiana y elemento real persiana).
3. La intervención con tecnología en mejora de la OT es eficaz en la población objetivo en el sistema educativo español y aumenta su autonomía personal.

La integración de herramientas de apoyo cognitivo en el marco de los sistemas de AAL permite trasladar resultados de aprendizajes previos a la mejora de la función cognitiva objetivo. En este caso se trata de trasladar por una parte el esquema cognitivo de una interfaz estándar para comunicación alternativa a la representación y mejora de la OT, y por

otra parte, trasladar el avance en la comprensión de la OT a la gestión emocional en la contención de conductas disruptivas. Así planteado, la hipótesis 1 sería un caso particular de esta, que se mantiene con identidad propia por su relevancia en el estudio y por mantener la coherencia del desarrollo cronológico y de sistemas que se expone en el resto de la tesis.

El estado emocional del alumno se ve influenciado por el clima del grupo (para actividades grupales en el aula) y la capacidad individual de regulación emocional. Potencialmente un sistema de apoyo a la regulación emocional puede mejorar la autonomía personal y la dimensión social del alumno.

1.3. Objetivos del trabajo de tesis

Esta tesis pretende lograr cinco objetivos clave partiendo de las hipótesis anteriores:

1. Adaptar la tecnología al uso requerido en colaboración con los profesores y probar cuan bien aprenden los alumnos con necesidades educativas especiales con interfaces análogas a sus lenguajes de CAA, y hasta donde se benefician del uso de estos dos sistemas integrados.
2. Adaptar la plataforma de servicios para ofrecer al profesor un instrumento para el adiestramiento del alumno en funciones cognitivas básicas y funciones de acceso e interacción básicos, que comprende una interfaz adecuada con elementos virtuales que representan elementos reales y acciones sobre ellos.
3. Adaptar la tecnología de apoyo de OT existente a las necesidades del adiestramiento y apoyo en OT del departamento de orientación del colegio Alborada y sus profesores. Evaluar el beneficio de la intervención en OT en la población elegida.
4. Desarrollar la integración de instrumentos de apoyo cognitivo en una plataforma de servicios, particularmente enfocando al uso de estilo de interfaces conocidas y a la OT para el estudio de la supuesta ventaja de la traslación de esas capacidades de manejo y comprensión mejorando otros aspectos cognitivos y de autonomía personal relacionados con la OT como la contención conductual. Incluir un servicio de contención conductual como paso previo al adiestramiento en gestión emocional.
5. Integrar en el aula un servicio de anticipación de contextos como apoyo al adiestramiento en autoconocimiento del estado emocional del alumno y su potencial

regulación emocional en situaciones de interacción social y otras que supongan retos.

En esta tesis se alcanzaron todos los objetivos propuestos a nivel de desarrollo tecnológico. A nivel de evaluación faltan por valorar la parte de la evaluación de las hipótesis 3 y 5. Ello fue debido a una reestructuración del cuadro de profesores del colegio el último curso, impidiendo la continuidad en este proyecto de aquellos con los que se había trabajado. Además, este cambio provocó una gran carga de trabajo para el nuevo profesorado, que tuvo que dejar a un lado dichas valoraciones.

1.4. Metodología de la investigación

El planteamiento del trabajo de tesis ha requerido del diseño e instalación de un sistema de soporte en AAL con una plataforma integradora de distintos sistemas y servicios, donde estudiar las interfaces, las modificaciones necesarias para cada alumno, la capacitación o mejora que le puede suponer para cada uno de los servicios propuestos: control de entorno, orientación temporal, contención conductual y anticipación de contextos.

La plataforma dispone de un servicio de entrenamiento de habilidades visuales y motoras para ser incluido como herramienta de ayuda y complemento al profesor, con el fin de entrenar el manejo del control de entorno por parte de los usuarios con problemas de coordinación visual y/o motora. Con ello se puede entrenar la asociación de los elementos virtuales y los elementos reales y adiestrar la coordinación viso motriz.

El diseño y desarrollo de la tecnología ha sido guiado mediante un trabajo colaborativo con los profesores del colegio, siguiendo su metodología centrada en un usuario particular y extrapolando y ampliando requisitos posteriormente para poder dar servicio a otros alumnos que también pueden beneficiarse de estos desarrollos. A menudo esto ha supuesto ciclos de diseño en los que se han descubierto nuevas posibilidades o dificultades que han ido modulando el desarrollo para dar servicio a los mismos. Un ejemplo es el trabajo social y grupal, que ha sido incorporado en una segunda fase del desarrollo al descubrir el potencial de trabajo grupal en la confección y seguimiento de la agenda de la clase, y posteriormente se ha extrapolado al control de entorno. Otro ejemplo es el propio servicio de OT, que en

origen se diseñó para alumnos con rasgos autistas que sufrían crisis ante los cambios para ellos inesperados de tarea o aula, y posteriormente se ha descubierto útil para trastornos generalizados del desarrollo (TGD) y para contención conductual.

En lo referente a la adaptación tecnológica, modificaciones, integración de distintos sistemas, instalación y puesta a punto, en la medida de lo posible, se ha preferido la incorporación de módulos *hardware* comerciales ante la opción de desarrollarlos ad-hoc por temas de disponibilidad, documentación y preparación para la instalación, normativa y sostenibilidad futura en colegios y hogares.

En cuanto a la metodología para evaluar el uso de los sistemas y su potencial beneficio, dada la población objetivo, en especial sus características de gran heterogeneidad de capacidades (cada alumno presenta varias discapacidades normalmente, en grados diferentes) y el bajo número de alumnos disponibles para cada disfunción a estudiar, se ha planteado una metodología de estudio de casos en vez de un estudio clásico con grupo de intervención y grupo control con quienes comparar.

Esta aproximación es además coherente con la metodología que utiliza el colegio para sus intervenciones, centrada en alumnos concretos, con la que nos dicen que consiguen hacer “aterrizar” los diseños, de otra forma abstractos, de los grupos universitarios con los que trabajan, con lo que facilita utilizar las mismas acciones de intervención con alumnos para la evaluación.

Esta misma metodología centrada en casos de usuario se ha utilizado para las adaptaciones de cada servicio a cada alumno en particular, proceso que nos ha permitido incorporar en los diseños las adaptaciones requeridas y ofrecerlos como funciones de configuración del servicio. En concreto en los casos de intervención en adiestramiento en manejo de un sistema de control de entorno, o adiestramiento en la relación causa-efecto, se ha realizado según esta metodología habitual del colegio Alborada de adecuación de un alumno a su tarea asignada y su capacidad de actuación y comprensión de la interacción, la simbología de los iconos de la interfaz, el número de elementos, el tamaño de la pantalla, etc. Se ha ido registrando los avances de cada niño, su adecuación a la interfaz, su grado de comprensión de los niveles de abstracción implícitos y su manejo y repercusión globales en su autonomía personal,

considerando así mismo parámetros cognitivo-emocionales como su capacidad de frustración o su capacidad de regulación emocional.

Para evaluar el resultado de la intervención en OT, se han realizado dos estudios. Por un lado, se ha evaluado los ítems definidos por la CIF (Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud [2][3]) de la OMS (Organización Mundial de la Salud) implicados en la intervención, para estudiar la mejora global en la autonomía del alumno. Por otra parte, se ha evaluado más específicamente el avance cognitivo en OT, se ha planteado un estudio previo de sus capacidades de OT, y otra valoración tras la intervención de adiestramiento y uso, que se ha estimado entre dos o tres meses tomando como referencia estudios previos similares en otros países. Para este fin se plantea utilizar una variante de menor nivel cognitivo del método sueco KaTid [4]. Este método valora la capacidad de orientación temporal basado en el desglose de funciones cognitivas involucradas en la misma, partiendo de los constructos mentales en OT que propone la CIF. Sin embargo, debido a las razones expuestas que se detallarán más en el desarrollo de aquel servicio, esta segunda valoración más específica ha quedado fuera del alcance de este trabajo de tesis doctoral.

Para la obtención de datos adicionales que complementen la evaluación de uso y mejora de los sistemas por parte de cada alumno, se ha realizado un registro de actividad del ordenador que centraliza la computación de la plataforma para su posterior análisis y extracción de conclusiones.

Relativo a permisos necesarios y normativa aplicable a este trabajo, el planteamiento de la tesis conlleva implícitamente experimentación con humanos que, pese a no ser clínica, sino social y cognitiva, a falta de un comité para investigación social, educativa o de otras índoles, se debería someter a aprobación por el CEICA (Comité Ético de Investigación Clínica de Aragón), y debería incluir en su caso un consentimiento informativo para los responsables tutores de los alumnos participantes para el uso de los datos obtenidos en trabajos de investigación. De igual forma, de realizarse una investigación fuera del marco escolar, podría proceder el informar a fiscalía de menores. Estos dos trámites han sido innecesarios al realizarse la acción de investigación dentro del ámbito escolar y estando por tanto cubierto por la normativa estándar de educación, donde probar nuevos instrumentos pedagógicos

requiere de la aprobación del consejo escolar. Desde el primer momento este proyecto ha obtenido la aprobación (y aplauso) por parte del AMPA y consejo escolar. Cara a protección de datos, los datos se custodian en el colegio, que tiene resuelta la gestión legal necesaria para el tratamiento de datos personales de estos alumnos y que incorpora de forma regular iniciativas de prueba e investigación de los recursos que mejor se ajustan a cada alumno o grupo de ellos. El trato directo con los alumnos para las intervenciones y evaluaciones se ha realizado por profesorado del colegio. Los datos que se extraigan del colegio y se analicen para poder concluir resultados de la tesis y cara a su potencial publicación, habrán sido previamente desvinculados de la identidad de cada alumno, atendiendo a la ley de protección de datos.

Para la consecución de los objetivos anteriormente citados en el apartado anterior, se ha dividido la investigación en diferentes etapas. La [Figura 1](#) muestra el esquema general del trabajo presentado en esta tesis doctoral.

- Detección de necesidades: esta tesis surge de las necesidades reales de algunos grupos de personas dependientes, manifestadas en primer término por el profesorado y dirección del colegio. Para identificarlas con el detalle necesario, se preguntó y se realizaron sesiones colaborativas con los profesores acerca de las necesidades y se realizó un extenso trabajo de campo.
- El objetivo principal ha sido involucrar a los usuarios finales en el diseño y uso de la plataforma y mejorar su nivel de usabilidad y utilidad
- Estudio del estado de la técnica en cada uno de los apartados en que se consideran aportaciones. En la búsqueda bibliográfica de los sistemas existentes se ha verificado si estos cumplen con los requisitos planteados. Como resultado, se debe obtener una visión general del estado del arte que luego se ha utilizado para aprovechar hallazgos de otros trabajos y detectar las carencias de las soluciones tecnológicas existentes que deberían mejorarse.
- Definición de los requisitos de diseño: considerando tanto las necesidades identificadas como el estado la técnica, se han traducido los requisitos de necesidad de usuario a una lista de requisitos técnicos. Como esta lista puede incluir una gran variedad de artículos, los aspectos más valorados se han priorizado. Además, la

plataforma debe estar preparada para ser mejorada en el futuro incluyendo nuevos servicios.

- Investigación de los problemas críticos: la lista de requisitos técnicos debería someterse a un análisis más detallado. Como resultado de este proceso, deben identificarse los aspectos más críticos, ya que pueden requerir una investigación más profunda antes de que puedan transferirse a la etapa de diseño de la plataforma.
- Diseño e Implementación de la solución tecnológica: una vez que se completa el diseño del sistema de control, se ha llevado a cabo la etapa de implementación. Para eso, ha sido necesario seleccionar las herramientas más apropiadas, familiarizarse con su funcionamiento y utilizarlas para desarrollar la plataforma.
- Adecuación de un sistema de comunicación alternativa (TICO) al manejo de un control de entorno según las necesidades descritas por los profesores y orientadores del colegio. Se ha impartido formación a los docentes.
- Diseño, instalación y pruebas con alumnos del control de entorno para educación y con una interfaz del campo de la comunicación alternativa. Se han realizado registros de la utilización en los estudios de caso de la adecuación de la interfaz y del sistema de comunicación a alumnos con diferentes capacidades. Registro de la evolución temporal de su capacidad de uso, pasos previos para asentar comprensión del significado de cada ítem y acciones posibles, etc.
- Diseño, instalación y prueba del dispositivo de OT según lo demandado por el colegio, y acorde con el método sueco KaTid. Se ha impartido formación a los docentes.
- Evaluación del entrenamiento en OT. Se compone de dos fases. En la primera se han evaluado las capacidades generales como ítems CIF involucrados en la intervención en OT como estudios de caso (método CIF, dirigido por la investigadora Mercedes García Camino). En una segunda fase se realizará una valoración de las capacidades temporales específicas con el método KaTid.
- Intervención en OT y regulación emocional, registrando las fases de uso y mejora de manera análoga a lo realizado para la plataforma de comunicación alternativa y control de entorno.

- Diseño, instalación y prueba de servicios para una sala multisensorial y anticipación de contexto para entrenamiento en regulación emocional. Se ha impartido formación a los docentes.
- Análisis de los resultados, potencial inclusión de participantes alternativos significativos o repetición de pruebas significativas, extracción de conclusiones y posible edición de manuales de uso en educación especial.
- Aplicación de un enfoque de mejora continua: los resultados de la evaluación se han utilizado para detectar nuevas características que deberían incorporar las futuras versiones de la plataforma, así como la identificación de los elementos de la investigación que deberían mejorarse, proporcionando un ciclo de mejoras continuas.
- Conclusiones y trabajo futuro: lo aprendido en esta tesis doctoral puede ser una valiosa visión de la tecnología asistencial. En este sentido, los resultados de la evaluación pueden servir como referencia para sacar conclusiones sobre problemas de desarrollo e investigación, además de ser el punto de partida para futuros trabajos en este campo.

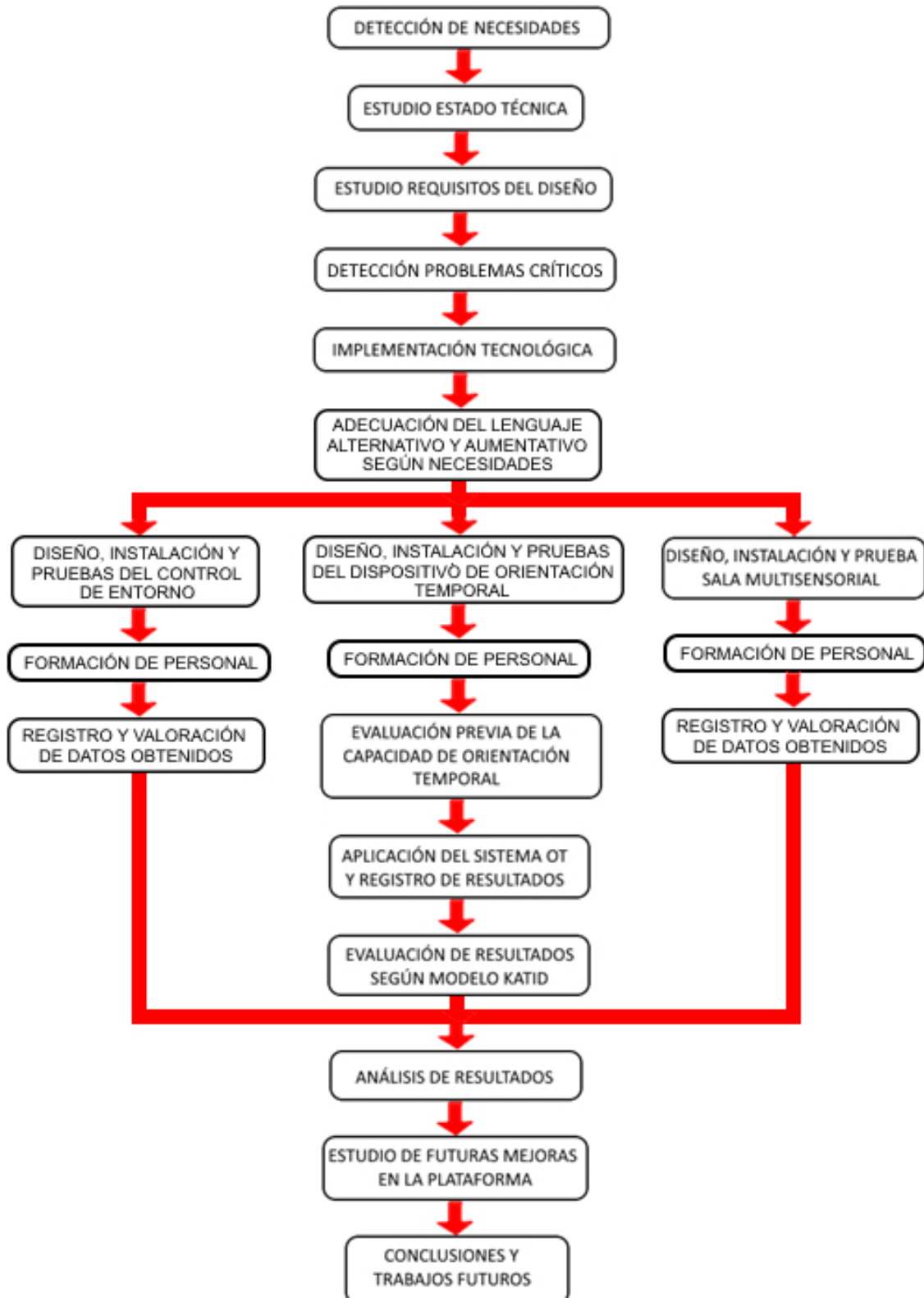


Figura 1. Diagrama representativo de las diferentes etapas de la investigación de la tesis

1.5. Organización del documento de tesis

Las etapas que comprenden la tesis doctoral se reflejan en este documento como se representa en la *Figura 2*. Vale la pena señalar que toma un enfoque gradual: cada capítulo se basa en los resultados y las conclusiones obtenidas de los capítulos anteriores. Por esta razón, se recomienda una lectura secuencial de estos documentos.

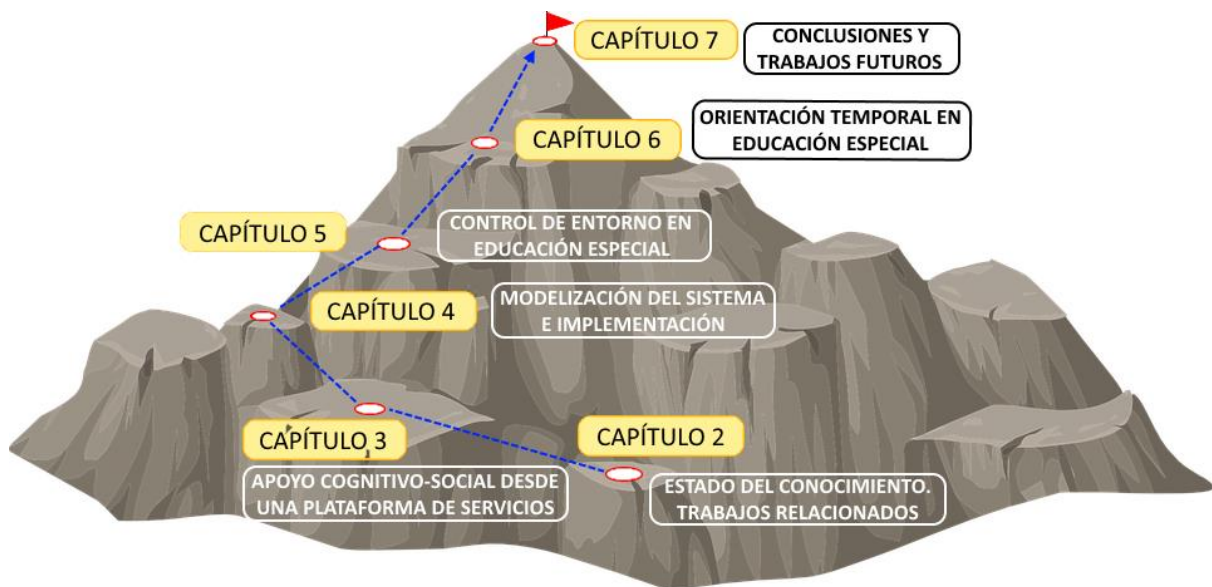


Figura 2. Diagrama de distribución de los capítulos de la tesis.

Los primeros pasos de este trabajo de doctorado están presentes en el capítulo 2. Se realiza una revisión del estado del arte tanto en los diferentes estudios genéricos de tecnologías de apoyo cognitivas y sociales con relación a la educación especial, como las específicas relacionadas con los servicios concretos elegidos como la CAA, el control de entorno adaptado, la OT, la reconducción conductual y la anticipación de contextos mediante sala multisensorial. Se muestra que son escasos los estudios que abordan los apoyos cognitivos, y se mostrará un punto de partida en el diseño y desarrollo de un sistema que cubra las necesidades demandadas por los docentes del Colegio Público de Educación Especial Alborada.

En el capítulo 3 se plantea una visión integradora, un enfoque en el apoyo cognitivo, y por extensión también en dimensión social y emocional, disponible para distintos servicios orientados a la educación de personas con discapacidad cognitiva, concretado en los 4 elegidos. Este capítulo se centra en los objetivos primarios de población con discapacidad

cognitiva (fisiológica y/o funcional) y el escenario del colegio de educación especial o centro de educación, reeducación, atención temprana, etc. Puntualmente se describe su aplicación a otras poblaciones y otros escenarios que también se han descrito en la introducción. El contenido de este capítulo es detallar la concreción del apoyo cognitivo en parámetros específicos, la descripción de cada parámetro en los distintos servicios ejemplo elegidos y avanzar hacia la operatividad de este apoyo mediante la identificación de las funciones a realizar y los requisitos tecnológicos que requiere la plataforma para su implementación, tanto los comunes a varios servicios como los particulares.

En el capítulo 4 se describe la modelización del funcionamiento de la plataforma, capaz de realizar los estudios tratados a nivel teórico y poder con ello trabajar con los niños para dotarles de una mayor autonomía. Para la descripción de la plataforma a desarrollar, se empleará una metodología empleada en ingeniería de *software* como herramienta para definir los procesos van a intervenir en él. También se hace una referencia a un cambio del soporte físico de la plataforma a un servidor ubicado en el Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones de la UNIZAR, para probar la adaptabilidad del modelo de la plataforma a otros dispositivos y para hacer llegar los servicios de la plataforma a los domicilios de profesores y alumnos con motivo de la COVID-19.

Los capítulos 5 y 6 enfocan en los dos servicios de mayor envergadura de desarrollo en este trabajo de tesis, el control de entorno y la orientación temporal.

En el capítulo 5 se describe la materialización del modelizado descrito en el capítulo anterior para el servicio de control de entorno. Este capítulo realiza una descripción técnica desde el punto de vista del diseño de la plataforma, una descripción de la metodología y resultados obtenidos. Se habla de la electrónica empleada, instalación, montaje y su aspecto final. También se habla de la interfaz de usuario y cómo la plataforma interacciona con todo ello. Finalmente se describe la experiencia de trabajo llevada a cabo con varios niños seleccionados en el colegio Alborada junto con los resultados obtenidos y las interpretaciones a cerca de los resultados obtenidos. Este mismo capítulo incluye en un apartado el servicio de anticipación de contextos, que sigue la misma estrategia tecnológica que el control de entorno.

En el capítulo 6 se describe el dispositivo de OT (DOT) y las aplicaciones asociadas, integradas en la plataforma a desarrollar. En este capítulo se proporciona una descripción técnica del DOT desde el punto de vista del diseño, una descripción de la metodología de la intervención realizada con los usuarios, la presentación y discusión de los resultados obtenidos. Se habla de la interfaz de usuario, tanto en modo administrador como en modo usuario. Al igual que en el capítulo anterior, se describe la metodología de trabajo llevada a cabo para el estudio realizado con varios niños seleccionados en el colegio Alborada. Se muestra los resultados obtenidos y finalmente, se muestran las interpretaciones de los resultados obtenidos, cubriendo la fase de estudio de mejora de funciones descritas por la CIF involucradas en el entrenamiento piloto realizado.

Como el prototipo de esta plataforma ha sido sometido a una evaluación en el mundo real, se ha observado que se pueden realizar algunas mejoras que se podrían incorporar en futuras versiones. Tomando como referencia los resultados de esta evaluación, así como lo aprendido en este trabajo en la aplicación al campo educativo, el capítulo 7 extrae algunas conclusiones y describe las áreas para futuras investigaciones.

1.6. Breve descripción del capítulo

En este capítulo, se han presentado los cinco objetivos principales de este trabajo de doctorado, a partir de cinco hipótesis, que se pueden resumir brevemente en la siguiente idea: diseñar, desarrollar y probar una plataforma que integre distintos sistemas y servicios, basados en aprendizajes cognitivos previos de los alumnos y enfocando en su soporte y adiestramiento cognitivo y social, donde estudiar las interfaces y sus modificaciones para cada alumno, la capacitación y la introducción a la OT.

Para lograr los objetivos propuestos, se ha dividido el trabajo en varios apartados. Aunque la plataforma dispone de distintas partes claramente diferenciadas entre sí, se sigue un enfoque constructivista en cada fase ya que cada paso hacia delante se basa en los resultados obtenidos en las etapas anteriores. Esta línea de desarrollo coincide con la filosofía de la investigación, pretendiendo ser una tesis progresiva, integral, razonada, coherente y sólida.

Además, con la intención de proporcionar al lector una visión general del documento que lo haga más fácil de leer, se ha incluido una representación gráfica de los capítulos de esta tesis. La organización de los capítulos coincide, en mayor o menor medida, con la distribución de las diferentes etapas del doctorado. En este sentido, el próximo capítulo comienza proporcionando un poco de contexto sobre el concepto de dependencia y su estado en el entorno específico en el que se ha llevado a cabo esta investigación.

CAPÍTULO 2. ESTADO DEL CONOCIMIENTO. TRABAJOS RELACIONADOS

2.1 Dimensión cognitiva de las tecnologías de apoyo.

2.1.1. Las TIC en educación y educación especial.

2.1.2. La accesibilidad cognitiva y usabilidad.

2.1.3. Claves del soporte cognitivo con TIC.

2.1.4. Necesidad de formación del profesorado.

2.2 Entrenamiento en interacción social en educación especial.

2.2.1. Interacción social en la educación especial.

2.2.2. Claves del apoyo a la interacción social.

2.2.3. Experiencias de apoyo a la interacción social.

2.3. Comunicación alternativa y aumentativa (CAA).

2.3.1. Introducción a la CAA.

2.3.2. Cómo trabajar con los SAAC.

2.3.3. Estado del arte en SAAC.

2.3.4. Tableros Interactivos de Comunicación (TICO)

2.4 Control de entorno adaptado.

2.4.1. Ambient Assisted Living, la aplicación de la inteligencia artificial...

2.4.2. Interfaces, un modelo de comunicación y de pensamiento.

2.4.3. Plataformas de servicios: el soporte tecnológico a la interoperabilidad y la interfaz personalizada.

2.5. Orientación temporal.

2.5.1. Identificadores de funciones de OT.

2.5.2. OT y capacidades básicas.

2.5.3. OT y capacidades superiores.

2.5.4. OT operativa.

2.5.5. Desarrollos y experiencias en OT.

2.6. Breve descripción del capítulo

2. ESTADO DEL CONOCIMIENTO. TRABAJOS RELACIONADOS

Este trabajo de tesis se fundamenta en el uso de servicios y herramientas basadas en las TIC para dotar de recursos educativos al profesor de educación especial (EE), centrándonos en el apoyo a las capacidades cognitivas, emocionales y sociales. Su origen es la demanda directa por parte de los profesionales de la educación especial. Las tecnologías de apoyo a estas capacidades están menos desarrolladas en cuanto a ayudas tecnológicas frente a las compensadoras de discapacidades sensoriales o motoras.

En este capítulo se realiza una revisión del estado del arte tanto en los diferentes estudios genéricos de tecnologías de apoyo cognitivas y sociales con relación a la educación especial, como las específicas relacionadas con los servicios concretos elegidos como CAA, el control de entorno adaptado, la OT, la reconducción conductual y la anticipación de contexto mediante escenografía digital.

Se mostrará que son relativamente escasos los estudios que abordan los apoyos cognitivos, y se mostrará un punto de partida en el diseño y desarrollo de una plataforma que cubra las necesidades demandadas por los docentes del Colegio Público de Educación Especial Alborada.

2.1. Dimensión cognitiva de las tecnologías de apoyo.

En este apartado se estudia la utilidad y utilización de las TIC en educación especial, deteniéndonos en la complejidad singular que presenta la accesibilidad cognitiva, las claves encontradas en estudios sobre el soporte cognitivo con TIC, para finalizar con la necesidad de formación del profesorado que señalan varios trabajos encontrados en este tema.

2.1.1. Las TIC en educación y educación especial.

En general, la bibliografía encontrada en el uso de las TIC para educación y educación especial ponen de manifiesto la utilidad de las TIC como un instrumento de mejora de accesibilidad cognitiva, de autonomía personal e interacción natural. Así las TIC ofrecen a los usuarios diferentes beneficios en la educación [5], así como en la estimulación de los sentidos y al desarrollo de habilidades que le ayuden a la integración, mejorando sus habilidades sociales

para lograr una mejor relación con sus iguales [6][7]. Esto representa un valor añadido a la educación y valida el valor potencial que justifica su inmersión en el aula (inclusión educativa).

La integración de las nuevas tecnologías descansa a menudo en aspectos técnicos. Muchas veces la formación se parece más a la lectura de un manual técnico y en pocas ocasiones busca directamente reflejarse en la construcción de una tarea didáctica [6]. Así se resalta la importancia de mantener una atención al objetivo didáctico y poner la tecnología a su servicio, lo que valida el método colaborativo con los profesores de educación especial seguido en esta tesis.

Las TIC, ofrecen una serie de herramientas para la investigación caracterizada por la utilización simultánea y combinada de diversos formatos de ficheros y lenguajes pudiendo mezclarlos con diversos elementos como el sonido, imágenes estáticas y en movimiento, diversos tipos de lenguaje, sistemas de símbolos y de diversa representación [8].

El valor potencial que representan las TIC para el aprendizaje está estrechamente relacionado con las posibilidades que ofrecen para representar, procesar, transmitir y compartir datos. Estas herramientas ofrecen a los estudiantes y docentes el acceso a información de forma casi ilimitada [9].

Cabe resaltar que la identificación de prácticas educativas donde se usen las TIC como herramientas cognitivas y se desarrollen prácticas educativas innovadoras aprovechando su potencial transformador son escasas e incipientes [9].

La integración de estas herramientas, crean nuevas condiciones para representar y compartir la información. Estas condiciones confieren a las TIC las potencialidades específicas para funcionar como herramientas cognitivas [8]. Un factor determinante de las TIC es su función mediadora de las actividades que llevan a cabo docentes y estudiantes gracias a estas herramientas.

En educación especial hay dos tendencias que se reflejan también en el uso de las TIC: la escuela de educación especial, que permite la concentración de especialistas y niños con alta demanda, y la escuela inclusiva que ejercita la integración en la sociedad y busca la destigmatización de la discapacidad. Hay trabajos que sitúan en el segundo modelo la

intervención a promover, y desde su perspectiva, el objetivo principal de las TIC es buscar identificar las tecnologías adaptativas o de apoyo para aplicarlas a la educación inclusiva en el sistema educativo para personas con discapacidad que posibiliten su autonomía, desarrollo cognitivo, personal y social [10]. Esta tendencia coincide con la perspectiva de esta tesis en que se puede extraer constructos útiles en la dimensión social, desarrollada a priori para colegios de educación especial, y considerándola válida también para entornos inclusivos. Otros objetivos que incluye esta referencia de segunda importancia para este trabajo de tesis, son organizar y elaborar las ideas, conceptos y teorías de la discapacidad, modelos y tipos en los que se fundamenta la intervención en discapacidad, la tecnología de apoyo o las tecnologías adaptativas, y la contribución a la formación integral de responsables en el desarrollo de procesos de capacitación que trabajen con personas con discapacidad motora, sensorial, cognitiva intelectual, además de recomendar material con *software* gratuito de código abierto y otros de *software* libre.

A partir del desarrollo de un Sistema Informático Especializado (SIE), constituido por un *software* y un conjunto de materiales didácticos, el trabajo en [11] concluye que el desarrollo de un SIE permite al docente relacionado con el área de la educación especial disponer de una herramienta auxiliar más, adecuada a sus necesidades educativas y las del niño. Sin embargo, en ningún caso las TIC deben ser utilizadas como herramientas que reemplacen los procesos y metodologías de enseñanza, estimulación y atención temprana tradicionales.

Este trabajo se centra en el desarrollo integral de niños con discapacidad visual (incluidos ciegos), ofreciendo al docente una herramienta auxiliar a sus actividades diarias. Señala que las tendencias del uso de las TIC en el área de la educación especial son medios y no fines. Son útiles herramientas auxiliares de apoyo y son materiales de construcción que facilitan el aprendizaje, el desarrollo de habilidades y distintas formas de aprender.

También realiza una descripción del sistema informático analizando un conjunto de observaciones preliminares originadas por dicho uso con un grupo de niños, que muestran que estas tecnologías proveen al niño con discapacidad de diferentes vivencias educativas que le permiten “acercar” a su mundo experiencias multisensoriales, y posibilitan al pedagogo

el disponer de elementos alternativos al apresto escolar y la promoción del desarrollo, de una manera que resulten atractivas y motivadoras.

La integración de las TIC en los ámbitos educativos favorece la sensibilización, aceptación y comprensión del alumnado con discapacidad, además de la formación docente en *software* aplicado a la enseñanza, así como la promoción de actitudes hacia patrones de accesibilidad universal y de diseño para todos [12].

En general, las TIC en el ámbito educativo, contribuyen al principio fundamental de igualdad de oportunidades, haciendo posible el acceso a la información, formación y progreso personal del alumnado con discapacidad, es decir, a avanzar hacia los objetivos de igualdad real efectiva en todo, para todos [12].

Referente a la edad del alumnado, en España la educación especial abarca desde los 4 hasta los 21 años. A nivel formal, para recibir el diagnóstico de DI, la discapacidad debe originarse antes de los 18 años (Asociación Americana de Discapacidad Intelectual y Discapacidades del Desarrollo o AAIDD, por sus siglas en inglés: *American Association on Intellectual and Developmental Disabilities* [13]). Así, los alumnos con los que trabajamos cumplirían este requisito de diagnóstico.

2.1.2. Accesibilidad cognitiva y usabilidad

En la bibliografía se refleja la mayor dificultad del abordaje de la accesibilidad cognitiva frente a otras dimensiones de la accesibilidad, así como su relación directa con la usabilidad.

Existen numerosas investigaciones en el ámbito médico y sanitario sobre la adecuación de las TIC a las necesidades de colectivos con alguna discapacidad física y/o sensorial. A su vez, existe una gran carencia de estudios científicos que valoren y analicen la accesibilidad real en la utilización de las nuevas tecnologías en personas con algún tipo de DI de carácter cognitivo, si excluimos las realizadas en personas con algún grado de enfermedad mental.

La accesibilidad cognitiva, según las distintas nomenclaturas utilizadas, se integra en la usabilidad de un sistema. En [14] se estudia la usabilidad y accesibilidad en la generación de material didáctico y formativo audiovisual interactivo, factores fundamentales en

herramientas telemáticas, dirigidas a permitir que cualquier tipo de usuario pueda acceder a ellas, con independencia si padece una discapacidad o no. En [14] se revela que las personas con discapacidad que tienen un acceso fácil a los ordenadores e internet, lo usan poco o nada. Un porcentaje bajo de usuarios, sabe manejar las herramientas. Se concluye que esto se debe a que las aplicaciones y páginas web no están pensadas para cubrir las necesidades reales de usuarios con enfermedades mentales graves y crónicas, o les falta adaptación.

El informe [15] parte de un acercamiento a los conceptos clave (p.ej. concepto de procesamiento de la información, comprensión, lectura fácil, señalización, entre otros) relacionados con la accesibilidad cognitiva. Plantea una revisión a su definición; caracteriza los perfiles que son beneficiarios directos de las medidas relacionadas con la accesibilidad cognitiva y presenta el marco normativo de referencia en España. Además, y de acuerdo con las fuentes disponibles, describe la situación de accesibilidad cognitiva a través de la presentación de los manuales, guías, proyectos, o experiencias en las dos vertientes más productivas en el ámbito de la accesibilidad cognitiva: los recursos para la comunicación y los recursos de orientación en espacios construidos. El informe termina con unas breves notas sobre la accesibilidad cognitiva en las TIC, resaltando en especial que la accesibilidad cognitiva beneficia a todas las personas. Aun cuando existen diferencias en las necesidades específicas de cada tipo de discapacidad y para las distintas situaciones vitales que llevan a necesitar soluciones de accesibilidad cognitiva, son muchos los factores que unen a estos colectivos y el objetivo es poder cubrir las necesidades relacionadas con las limitaciones cognitivas del mayor número de personas. También cabe resaltar el creciente interés por la accesibilidad y, por otra parte, la falta de prácticas comúnmente aceptadas que guíen estas iniciativas. Las referencias legislativas y normativas sobre accesibilidad son muchas veces vagas y carecen de una base metodológica sólida. Las acciones desarrolladas en accesibilidad cognitiva para la orientación y el diseño de espacios públicos son, en general, iniciativas puntuales, elaboradas de manera independientes por cada organización, sin una estrategia en común ni una metodología claramente definida o compartida. La falta de consenso en un conocimiento claro sobre las necesidades y las soluciones, hace que las acciones sean difusas cuando se incorpora la accesibilidad cognitiva en la accesibilidad general.

En [16] se advierte de la especial complejidad de la accesibilidad cognitiva. En el planteamiento de [16] se intenta dotar a la accesibilidad cognitiva de un enfoque territorial para facilitar el movimiento y la orientación de personas que sufren alguna forma de discapacidad cognitiva utilizando las TIC y la realidad virtual.

En [17] se hace un repaso de la principal normativa y legislación, tanto en EE.UU, Europa, España, relativa a la accesibilidad en las TIC, y una relación entre los conceptos de accesibilidad y usabilidad, concluyendo básicamente que es fundamental conocer los tipos de discapacidad que afectan al uso de las TIC, la problemática concreta de cada una de ellas y las soluciones existentes. La discapacidad sensorial es la más conocida, pero también la discapacidad motora, cognitiva o los problemas del habla son otro tipo de discapacidad que dificultan o impiden el acceso a las TIC. Lo importante es conocer las capacidades de estos colectivos, qué es lo que sí pueden hacer. Todo acompañado de legislación adecuada, ya que es uno de los factores que más impulsan el desarrollo de tecnología accesible.

Además, se analizan las ayudas técnicas desarrolladas para superar las dificultades de uso de aplicaciones informáticas y tecnológicas, así como las pautas, guías y técnicas dictadas por diversos organismos, para el diseño de tecnología accesible, como las normas WCAG 2.1 de la WAI [18], organismo dependiente del w3c en lo referente a Europa, y estándar de facto, norma ISO /ts16071 sobre Ergonomía de la comunicación hombre-sistema [19], CTN 139/SC 8 - SISTEMAS Y DISPOSITIVOS PARA LA TERCERA EDAD Y LA DISCAPACIDAD, UNE-EN ISO 9241-125: Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 125: Guía relativa a la presentación visual de la información (ISO 9241-125:2017), UNE 139803:2012 requisitos de accesibilidad para contenidos en la Web, UNE-EN ISO 9241-129:2011 Ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 129: Directrices sobre la individualización de *software*. (ISO 9241-129:2010), UNE-EN ISO 9241-20:2009 Ergonomía de la interacción persona-sistema. Parte 20: Pautas de accesibilidad para equipos y servicios de tecnologías de información/comunicación (TIC) (ISO 9241-20:2008), UNE 139802:2009 requisitos de accesibilidad del *software*, UNE-EN ISO 9241-151:2008 ergonomía de la interacción hombre-sistema. Parte 151: Directrices para las interfaces de usuario Web (ISO 9241-151:2008), UNE 139804:2007 requisitos para el uso de la Lengua de Signos Española en redes informáticas, UNE 139801:2003 aplicaciones

informáticas para personas con discapacidad. Requisitos de accesibilidad al ordenador.
Hardware [20].

En el documento [21] un conjunto de participantes han aportado sus experiencias y perspectivas sobre la accesibilidad cognitiva, la relación entre accesibilidad cognitiva y tecnología de apoyo y las barreras para la participación vinculadas a la accesibilidad cognitiva. Este trabajo permite afirmar, en base a las contribuciones de los participantes, que es necesario reflexionar sobre qué se entiende por el término “accesibilidad cognitiva”, coincidiendo en que los avances en este sentido benefician a toda la población. En lo referente a la importancia de la usabilidad, se exponen las principales aportaciones de los participantes, relativas a elementos de las interfaces tecnológicas, como el diseño o apariencia, el manejo y uso, y el contenido. En base a las aportaciones de los participantes se observa como retos fundamentales la referencia a realidades “invisibles” y “desconocidas”, entornos complejos que requieren soluciones diversas, escasez de investigación y herramientas, y falta de conciencia sobre la importancia de incorporar medidas de accesibilidad cognitiva. La sensibilización sobre la necesidad de tener en cuenta la accesibilidad cognitiva destaca como elemento imprescindible para el avance en este ámbito.

En la presente tesis, el planteamiento, accesibilidad y usabilidad cognitiva van de la mano, dado que es la deficiencia cognitiva la que se enfoca de forma principal para ofrecer soluciones.

2.1.3. Claves del soporte cognitivo con TIC.

La primera clave del soporte cognitivo con TIC es la atención al objetivo global de mejorar la autonomía personal. Otros trabajos enfocan las claves particularizadas bien a procesos, bien a tipologías de discapacidad:

- Procesos.
 - La importancia del aprendizaje y el apoyo a su proceso.
 - El dar soporte a las inteligencias múltiples, lo que sugiere abrir canales de interacción multisensoriales con el alumno.
 - El enfoque en el paradigma de déficit o en el paradigma de crecimiento.
 - La interacción natural y la interacción tangible.

- El planteamiento constructivo del proceso de aprendizaje.
- Tipologías de discapacidad
 - Autismo y la mejora de su interacción a través de las TIC.
 - Discapacidad intelectual, donde se encuentran claves tanto en la accesibilidad de la interfaz, en animar al alumno mediante retos cognitivos y en el resultado de mejora en memoria prospectiva y el no resultado de mejora en la atención sostenida y memoria retrospectiva, tal vez mejorables con las sugerencias recogidas en los propios trabajos.

La primera clave universal que encontramos es que la tecnología ha de pensarse para hacer la vida de las personas más plena y autónoma. El trabajo en [22] lo detalla en actuaciones y atención a diversos aspectos que se esperan se vean mejorados mediante el soporte cognitivo: asistencia y apoyo en la vida diaria, educación y formación, integración laboral y actividades de producción, cultura, ocio y tiempo libre, asistencia a la salud y bienestar. En [23] se señala que la educación con TIC es especialmente favorable para los alumnos y personas con necesidades especiales, ya que favorece la mejora de sus habilidades cognitivas, de desarrollo de capacidades y habilidades, así como su integración y normalización.

El soporte cognitivo con TIC es básico en la capacitación de seguimiento de los procesos de aprendizaje. En el estudio [24] se explora el papel de la tecnología digital en la provisión de oportunidades educativas para estudiantes que han sido diagnosticados con una DI y/o trastorno del espectro autista. Se describe un entorno de aprendizaje en el que se ha introducido una gama de tecnologías para permitir el acceso de los estudiantes al plan de estudios nacional y adquirir habilidades que mejoran su capacidad de navegar por el mundo fuera del aula. A través de un estudio cualitativo, se describen experiencias con tecnologías emergentes utilizadas para ayudar al aprendizaje. Los resultados sugieren que las tecnologías emergentes pueden proporcionar orientación a grupos de estudiantes, alentarlos a expresar sus ideas, motivar la actividad física y mejorar las habilidades generales de interacción social.

Otra clave importante viene de la consideración de las capacidades del individuo a apoyar: el abordaje de varias dimensiones de capacidades y procesos como son las inteligencias múltiples, y el paradigma del individuo con discapacidad como compensación de la carencia

en algunos procesos o como potenciación de las capacidades existentes (paradigmas de carencia o de crecimiento). Los planteamientos sobre inteligencias múltiples en la persona y la importancia de las diferencias individuales en el rendimiento, llevan a reflexionar sobre la importancia de abrir canales de interacción multisensoriales entre el alumno y las TIC dentro de una intervención psicopedagógica centrada no en las deficiencias del alumnado (paradigma de déficit) sino en determinar cuáles son sus necesidades educativas especiales y arbitrar estrategias que las satisfagan (paradigma de crecimiento). A medida que van desarrollando sus inteligencias a niveles más altos, se puede trazar sobre ellas puentes cognitivos que les ayuden a mejorar las que presentan graves dificultades [25] .

Los procesos cognitivos incluyen una reordenación interna de conceptos y una interacción con procesos en el exterior. En esta segunda dimensión se encuentra las claves de la interacción tangible y la interacción natural, continuidad de la idea anterior de utilizar los distintos canales de interacción de que dispone el alumno.

En [26] se presenta un trabajo donde se describen los resultados alcanzados referidos a paradigmas de interacción tangible entre persona ordenador y sus posibilidades específicas para el ámbito educativo, y en particular, para educación especial. Uno de los temas de interés es la interacción tangible en educación. La manipulación física de objetos ha sido la base del desarrollo cognitivo y psicomotriz en la educación preescolar y también, resulta efectiva en adultos, y en educación especial.

En [27] se describe los beneficios e inconvenientes que presentan diferentes formas de interacción natural cuando se diseñan juegos por ordenador como herramientas de enseñanza-aprendizaje destinados a niños con algún tipo de discapacidad cognitiva. Se lleva a cabo un estudio exhaustivo del estado del arte de los métodos de evaluación que se utilizan con niños valorando los diferentes trabajos efectuados con anterioridad, prestando atención a sus características, sus particularidades y los resultados significativos que consiguen. Este análisis ha permitido valorar cada método de evaluación en concreto, determinado sus ventajas y desventajas y, en particular, su idoneidad para ser utilizado con niños muy pequeños o con niños con algún tipo de discapacidad.

Por último, referente a las claves basadas en los procesos, es destacable la importancia del proceso de aprendizaje como constructor o entrenador de sus capacidades, en paralelo del resultado de consecución de los objetivos de aprendizaje elegidos. En este trabajo de tesis el entrenamiento en el manejo del control de entorno (resultado buscado de aprendizaje) no fue alcanzado con algunos alumnos. Sin embargo, el proceso de trabajo con la relación entre elementos virtuales en la pantalla y reales en el aula, y las funciones que podía realizar el alumno, son un conjunto de resultados constructivos de ese aprendizaje útiles en la capacitación global del alumno para sus siguientes pasos educativos. En [28] se parte de la consideración del planteamiento constructivo del aprendizaje y de la enseñanza, y se valora no sólo la actividad constructiva de la persona que aprende, sino que resalta también el proceso constructivo de la enseñanza.

En la bibliografía hemos encontrado dos grandes tipologías de discapacidad que han recibido atención específica en cuanto a aportarles soporte cognitivo, los alumnos con rasgos del espectro autista y los alumnos con DI.

La evolución de las TIC hace que cada vez aparezcan más recursos adaptados a las necesidades educativas especiales de las personas con trastorno del espectro autista (TEA), consiguiendo mejorar prácticamente cualquier área del desarrollo y de sus competencias básicas [29]. Este trabajo recopila una serie de programas que favorecen el aprendizaje de las personas con TEA mediante las TIC, realizando una clasificación de ellos en función de su finalidad.

Relativo a la DI, [30] presenta una investigación relacionada con el uso TIC por parte de personas con DI, como medio para aumentar su autonomía en las actividades básicas de la vida diaria (ABVD). Utiliza las claves de la accesibilidad universal (invisibilidad, ubicuidad y adaptabilidad) para ofrecer ayudas para la participación y el aprendizaje, en un entorno de convergencia tecnológica. Para ello, diseñaron un *software* con una interfaz accesible para hacer que el uso del programa de entrenamiento resultara lo más amable y atractivo posible. El entrenamiento con este programa supuso un aumento en la autonomía en algunas categorías de las ABVD, por lo que el *software* diseñado demostró ser eficaz.

Otra clave importante es la utilización de la estimulación cognitiva como método de activar y mantener las capacidades mentales, y evaluar su impacto en cada proceso cognitivo

especificado. El concepto de entrenamiento cognitivo, en sentido amplio, consiste en un conjunto de métodos y estrategias que tratan de optimizar el rendimiento de quien lo recibe [31]. Tratan de una serie de ejercicios repetitivos de rehabilitación cognitiva que tienen como propósito animar a la acción. Los autores se plantean qué puede aportar el entrenamiento cognitivo en la mejora en la ejecución de la memoria prospectiva en una muestra de personas con DI. El estudio refleja una mejora en la ejecución en memoria prospectiva: las personas con DI pueden beneficiarse de programas de entrenamiento cognitivo específicos para su vida diaria, en especial, en el recuerdo de intenciones. Sin embargo, no se consiguió mejorar la ejecución del alumno en funciones cognitivas relacionadas con la atención sostenida y memoria retrospectiva, dejando la puerta abierta a que un entrenamiento más amplio o una revisión de las tareas y requisitos de las mismas pueda arrojar resultados más positivos

Una clave operativa y necesaria en este campo es la financiación. Con el fin de garantizar la igualdad de oportunidades en el empleo de las TIC en todos los sectores de la población, algunos países han puesto en marcha una serie de iniciativas, como los programas Marco de la Unión Europea y e-Europe, o el Plan de fomento de la investigación científica y técnica (PROFIT) en España; todos ellos proyectos en los que se incluye la atención a individuos que presentan DI [32], y que han sido básicos en el desarrollo de las acciones previas a esta tesis doctoral.

2.1.4. Necesidad de formación del profesorado.

El entorno donde se van a utilizar las TIC en educación es un entorno en evolución. Es necesario que el profesional de la educación, con bases sólidas en conocimientos de los procesos cognitivos y sociales humanos, también disponga de una formación en el uso y configuración de las tecnologías, dado que se convierten en instrumentos esenciales en el desarrollo de la vida cotidiana y el acceso a la información, y en especial en educación especial, donde aportan una capacidad de entrenamiento e interacción especialmente flexibles y adaptables.

Aunque las TIC resultan de un gran apoyo para las personas con discapacidad, dicha relevancia deja en desventaja a los que no tienen acceso a este recurso, ya sea por aspectos económicos, socioculturales, situación de discapacidad o por desconocimiento en su uso, lo que está

reflejándose en la llamada infoexclusión, al producir un nuevo analfabetismo digital que les dificulta el acceso a la información, la comunicación y el conocimiento, situación que agrava las condiciones concretas de exclusión social [33].

El acceso a los niveles más altos de autonomía e independencia es un derecho que tiene toda persona, tal como lo entiende nuestra cultura y se refuerza mediante leyes de diferentes maneras. En España, su expresión es una obligación para toda la sociedad en general y para la comunidad educativa en particular.

Las prácticas educativas que utilizan las TIC para su desarrollo requieren cambios desde diversos aspectos, como lo son la necesidad de mejorar las capacidades y habilidades que deberían poseer los docentes en el manejo de las TIC [33][34]. También surge la necesidad de una planificación previa del uso de estas herramientas para que sean consecuentes con las necesidades de los estudiantes, con la planificación y objetivos propuestos para el desarrollo de una secuencia didáctica [34]. En el estudio [35] se destaca la baja capacitación que los alumnos del Grado de Magisterio presentan respecto a la aplicación de las TIC para las personas con discapacidad. Dado el dinamismo en la evolución de las TIC, el docente debe estar en continuo periodo de formación y de actualización periódica. Desde este marco, toda tecnología accesible y adaptada incluyendo las TIC promueve que los alumnos con discapacidad y con necesidades educativas especiales desarrollen sus capacidades favoreciendo su inclusión en la vida social [23].

2.2. Entrenamiento en interacción social en educación especial.

El apoyo a la interacción social en EE es un tema genérico y objetivo principal de la educación, así como también un área en la que las tecnologías de apoyo pueden aportar. En primer lugar, se extraen estudios que señalan la importancia y contextualizan el apoyo en interacción social en este ámbito educativo. Se pasará luego a detallar claves que la bibliografía ha ido asentando para la eficacia del apoyo en interacción social, que justificarán la elección de esta tesis en cuanto a enfocar en la comunicación, en la gestión emocional y en la reconducción de la conducta como puntos esenciales en la autonomía social de los alumnos, sin merma de la relación con la OT que se tratará más adelante. Finalmente se describirá las conclusiones de

diferentes experiencias llevadas a cabo por distintos trabajos documentados en el apoyo a la interacción social.

2.2.1. Interacción social en la educación especial

Las dos tendencias en educación especial, que son los colegios de EE y la educación inclusiva, cuentan con mejorar las capacidades sociales del alumnado y se apoyan en los centros de recursos para su operatividad.

Varios trabajos destacan la importancia de la interacción social.

A nivel general, la dimensión social es considerada una clave importante a mantener en la perspectiva directriz del desarrollo de soluciones tecnológicas, integrándose en otros valores como la adaptación a entornos complejos y la participación activa.

Para las personas con alguna limitación, en contextos educativos, la tecnología debe desarrollarse en términos de respuesta a las necesidades educativas especiales que plantean los alumnos, a través de los recursos y servicios, adaptando los elementos no accesibles o de menor uso, y tratando de conseguir el desarrollo de una vida autónoma, en lo académico, personal y social [22].

En [36] se afirma que la tecnología tiene sentido para mejorar el aprendizaje siempre y cuando se parte de una perspectiva constructiva a través de experiencias basadas en la interacción social, la participación activa y los entornos complejos. Particularmente la dimensión social es identificada como un objetivo básico a conseguir en aras de la autonomía personal del alumno.

El estudio [37] analiza las consideraciones educativas de los jóvenes estudiantes con DI. Se enfoca en las habilidades para la vida diaria, habilidades sociales y desarrollo social y comportamiento. Resalta que independientemente de la gravedad de la DI de un niño, la educación temprana es importante.

En el estudio [38] se analizan las consideraciones educativas de los jóvenes estudiantes con DI. Se enfoca en el trabajo académico, en las habilidades para la vida, habilidades sociales y desarrollo social y en el comportamiento. Concluye que el contenido instructivo y las

estrategias instructivas se deben interrelacionar en todas estas áreas, considerando a los niños pequeños.

En población con deficiencia mental o desórdenes cognitivos se ha encontrado evidencia de mayor dificultad para las relaciones sociales y un detalle de cómo se gestionan en general, especialmente útil a la hora de planear una intervención como la que acometemos en ese trabajo de tesis. En el artículo [39] se hace una relación de 137 artículos publicados entre 2007 a 2016 a partir de diversas bases de datos (EBSCO host, CSIC, PubMed, Psyke, PubPsych, ERIC, Scopus, WOS) que indican que las personas con DI tienen especiales dificultades para hacer frente a las relaciones interpersonales, utilizan más la actitud defensiva que la activa, usan más las estrategias activas centradas en el problema que en la emoción, salvo en situaciones muy angustiosas en las cuales utilizan más el afrontamiento defensivo. Concluye que se deben realizar más estudios que permitan llegar a conclusiones sólidas respecto al manejo del estrés en esta población.

Finalmente, el objetivo de la intervención con esta población es conseguir la máxima integración social para el alumno, sea en entornos especialmente adaptados o protegidos o en entornos más normalizados como aborda la integración educativa, el logro más elevado a que se aspira. El estudio [40] tiene el propósito de identificar y analizar cómo el desarrollo de las habilidades sociales favorece el proceso de integración educativa de un alumno con DI. Se ha trabajado a nivel grupal, sub grupo e individual. Este estudio resalta la importancia de identificar las situaciones que puedan obstaculizar o limitar el desarrollo de los alumnos en cualquier ámbito. Es necesario indagar y conocer todas las posibles soluciones para resolver los problemas de su entorno, vinculándolos a los planes y programas, realizando ajustes necesarios e incorporando estos conocimientos a su práctica cotidiana para el trabajo con los alumnos que así lo requieran.

2.2.2. Claves del apoyo a la interacción social

En los siguientes apartados se desglosan las claves que señalan distintos trabajos relativos al tema de apoyo en entrenamiento en interacción social que ocupa a esta tesis.

2.2.2.1. Comunicación

Los centros de educación especial han sido la única alternativa de escolarización para los niños con DI hasta hace relativamente poco tiempo facilitando su aprendizaje [41]. En este artículo se aborda el trabajo que algunos de estos centros tienen como centros de recursos, los cuales buscan nuevas vías para facilitar el aprendizaje de niños con discapacidad en contextos ordinarios, pensando en sus funciones, las relaciones entre los profesionales y reflexionando sobre el trabajo que están desarrollando con el propósito de construir una escuela inclusiva.

En el caso de esta tesis, la referencia de comunicación es el colegio con el que se colabora, que es centro de recursos en comunicación.

La comunicación es clave para la interacción social [42]. Este trabajo resalta distintos aspectos a ser cubiertos por el apoyo ofrecido, así como las habilidades de interacción social que se pueden desarrollar en los escolares con DI, enfatizando que las habilidades de interacción social se aprenden por aprendizaje por la experiencia directa, aprendizaje por observación y aprendizaje verbal o instruccional.

La comunicación ha evolucionado al mundo virtual llevando a este campo la interacción social, en donde el soporte de adaptación tecnológica es natural. En [43] se aborda la comunicación virtual dentro de las redes sociales y relaciones de amistad en jóvenes con DI. Se ha diseñado, aplicado y evaluado un programa de formación para dichas relaciones entre alumnos de educación social y algunos usuarios con DI. Esta experiencia ha permitido a los jóvenes con DI incrementar sus conocimientos sobre habilidades sociales, aumentando la probabilidad de tener mayor éxito en sus relaciones de amistad presentes y futuras.

El entrenamiento en comunicación facilitará la capacidad de procesamiento o reorganización de la información recibida a nivel social. En [44] se muestra como problema principal de los alumnos con discapacidad cognitiva que la información que reciben del mundo exterior no es procesada correctamente. Concluye que a través de la estimulación y del trabajo constante se mejora la forma en la que se comunican y que esta comunicación se corresponde al contexto en el que se esté desarrollando. Las evidencias de los profesores de educación especial que colaboran en esta tesis, basadas en su experiencia, conforman una directriz similar a la del

trabajo mencionado, de forma que el entrenamiento en el orden y significancia de la información recibida facilite una interacción social más normalizada.

También la bibliografía muestra experiencias exitosas con DI y alumnos con TEA basadas en la captación de la atención sobre códigos normalizados en la comunicación [45]. Este trabajo estudia la forma de comunicación para favorecer la integración social, desarrollar los pasos fundamentales para permitir alcanzar las habilidades de interacción social en los estudiantes con DI y TEA. Este estudio resalta que la planificación de estrategias de ‘ayudas físicas y verbales’ en el aprendizaje, debe estar presente específicamente en cada proceso pedagógico aplicado para el logro de habilidades de interacción social en los estudiantes con DI y TEA. Elaborar imágenes grandes y reales de saludo, gratitud, pedir por favor y despedirse para ser usadas en contextos reales que despierten la atención de los estudiantes con DI y TEA para el desarrollo de habilidades de interacción social. La utilización de material visual, como imágenes grandes, permite captar la atención de los estudiantes con DI y TEA. La aplicación de la estrategia de experiencia directa en contextos reales y diferentes permite que los estudiantes desarrollen habilidades de interacción social, siguiendo los pasos establecidos de explorar y vivenciar. Así mismo, la aplicación de la estrategia de ayuda física y verbal con los pasos de contacto físico, ejecución guiada y escucha y ejecución de indicaciones directas en contextos diferentes ha permitido que los estudiantes con DI y TEA logren desarrollar habilidades de interacción social.

2.2.2.2. Agentes involucrados

La bibliografía señala que una intervención eficaz tendrá en cuenta agentes del colegio y la familia, que conformen lo cotidiano del alumno, para realizar una intervención consistente en el mundo social del alumno [46]. En este trabajo se resalta la importancia de tener en cuenta los actores involucrados en la comunicación. Señala las necesidades de las familias y de la escuela que tienen niños y niñas con DI, para establecer relaciones sociales, teniendo en cuenta la percepción de padres, profesores, niños con DI y compañeros de clase. Se concluye que es necesario que las familias incorporen, en sus prácticas de crianza, hábitos que favorezcan la socialización, como pedir por favor, dar las gracias, dialogar y compartir con otras personas del entorno. En la escuela es necesario que los profesores trabajen de manera

muy cercana y complementaria con las familias y capacitar a los niños en negociación y mediación para la resolución pacífica de conflictos.

Esta dimensión está presente en los fundamentos de todas las actividades del colegio de educación especial con el que se ha realizado esta tesis doctoral.

2.2.2.3. *Gestión emocional*

Una de las principales claves en la interacción social de personas con DI es la capacidad de gestionar las propias emociones, y aprender a gestionar su comportamiento en la visión distorsionada del mundo que sucede previo a su comprensión.

Esta gestión y aprendizaje ayuda a establecer relaciones interpersonales correctas dentro del aula, y su carencia produce conductas inadecuadas [47]. Este trabajo tiene como objetivo dotar de herramientas a los docentes para desarrollar habilidades sociales y de manejo emocional con los estudiantes con DI. El estudio permitió identificar que varias de las conductas inadecuadas que presentan los estudiantes con DI se deben a un mal manejo de sus emociones, lo que afecta sus relaciones interpersonales. Los hallazgos demuestran que el desarrollo cognitivo y del lenguaje juega un papel importante en la expresión emocional de los estudiantes. También se evidencia que los docentes no cuentan con estrategias o herramientas específicas para el manejo emocional y conductual de los alumnos, que es necesario fomentar el trabajo en equipo, la cooperación y la inclusión dentro del aula entre los estudiantes. Se concluye que las conductas inadecuadas que presentan los estudiantes con DI se deben a un mal manejo de sus emociones, afectando a sus relaciones interpersonales. Además, los adultos son modelos para dicho manejo emocional.

Por tanto, uno de los objetivos de esta tesis es dotar al profesorado de instrumentos de ayuda a la contención conductual, que básicamente es contención emocional apoyada en distracciones o concentraciones mentales, lo que indirectamente capacita al alumno a repetir esas estrategias mentales para su necesidad de contención emocional, como paso previo a su comprensión y gestión, para aquellos alumnos que consigan alcanzar ese nivel cognitivo.

Se han estudiado también las bases teóricas de inteligencia emocional aplicadas a educación especial [48]. Este estudio recoge las bases teóricas de la educación emocional, los

componentes básicos de esta, y de las habilidades sociales para después poder establecer un programa de intervención educativa, en este caso con alumnos con necesidades educativas especiales graves y permanentes. Se analizan las características de los alumnos, los cuales presentan déficits en la conducta social y en las habilidades sociales básicas y se concluye que es necesario realizar desde muy pequeños unas pautas de socialización, comunicación, interacción, comportamiento, etc., a través de distintas actividades, para que puedan desarrollar lo máximo posible su independencia, su autonomía, su socialización, etc. Esto debe comenzar en la familia, y desde la escuela hay que continuar y potenciar el proceso para la formación en habilidades sociales, de autoconcepto, en educación emocional, etc. a través de intervenciones planificadas y sistemáticas. Además, trabajar la educación emocional y la enseñanza de las habilidades sociales constituyen una forma de prevención de otras situaciones de riesgo: ausencia de conflictos, agresividad, impulsividad, situaciones de abuso, problemas conductuales, etc. También favorece la convivencia en los centros y permite establecer y mantener relaciones interpersonales positivas y saludables.

Un recurso que se ha evidenciado útil en la reeducación emocional son las aulas de estimulación multisensoriales. En [49] se exponen estudios realizados en personas con autismo que muestran que la utilización de aulas multisensoriales es más efectiva para mejorar conductas sociales que para mejorar trastornos del comportamiento. En el ensayo llevado a cabo en [49] con personas con discapacidad cognitiva, se llega a la conclusión que los pacientes y los terapeutas que desarrollan actividades en el aula multisensorial se sienten a gusto y habitualmente se divierten más que en las actividades desarrolladas fuera del aula; indican que dentro del aula encuentran un lugar seguro, agradable y que promueve su “creatividad terapéutica”. Los terapeutas reportan que los pacientes han aumentado la cantidad y la calidad de sus interacciones sociales. La innovación tecnológica del aula multisensorial permite la realización de otras actividades que antes no eran posibles o que se realizaban de manera esporádica con los pacientes debido a la ausencia de tecnología. Los pacientes manifiestan sentirse más atraídos con la tecnología y recursos multimedia que con los recursos usados tradicionalmente como láminas e imágenes. Además, varios pacientes con autismo experimentaron cambios concretados en mayores tiempos de atención, aumento en el número de vocalizaciones y variaciones positivas en los actos expresivos e informativos de la comunicación no verbal.

En [50] se resalta el resultado positivo de las aulas multisensoriales en EE dado que en ausencia de presiones y dejándose llevar por las sensaciones las personas afectadas por alguna discapacidad o discapacidades múltiples se encuentran predispuestas a relacionarse con quien los acompaña y a realizar actividades, siendo que en circunstancias normales no serían capaces. También muestra que, a esta población para entender la realidad, les afecta su percepción de tiempo, de los objetivos y del espacio, y les impide ver el mundo y/o interpretarlo de forma normalizada. En dichas aulas se pueden crear situaciones que resitúen las percepciones y códigos sociales. Estimulando un sentido a veces hace que se estimulen otros. En este tipo de aulas no se trabaja de forma cognitiva aprendiendo contenidos sino de forma experimental, de manera que el alumno aprende a percibir sensaciones y dar respuesta a ellas.

También se marcan las pautas para crear espacios que ayuden a las personas con discapacidad multisensorial a superar las diferencias físicas y psicológicas de forma que les ayuden a integrarse en la sociedad, empleando elementos que estimulen sus sentidos. Se resalta que estos crean una imagen del espacio que les rodea, de los objetos y sus características que les proporciona una mayor seguridad.

Otros estudios relativos a aulas de estimulación multisensorial se recogen en [51], mostrando resultados positivos corroborados por la literatura científica en personas con distinto grado de DI: el entrenamiento en estas aulas conlleva un grado más elevado de relajación, un mayor bienestar emocional del sujeto consigo mismo y con las demás personas, y una mayor presencia en el mundo.

2.2.2.4. *Gestión de la conducta*

Uno de los retos a conseguir para la capacitación social normalizada de personas con DI es la gestión de conductas disruptivas. En ocasiones suceden al saturar los mecanismos habituales de control y gestión emocional, en ocasiones al no comprender las situaciones de forma normalizada por faltar una perspectiva de intenciones o códigos, en ocasiones por no disponer de mecanismos que le permitan expresar sus emociones y pulsiones de forma culturalmente aceptable, y en ocasiones por una combinación de ambas. Las TIC ofrecen varias ventajas, como la capacidad de inmersión en situaciones simuladas diversas donde aprender códigos y

opciones de conducta, el soporte perceptual y atencional al paso del tiempo mientras se produce la contención conductual y se espera a la dilución de olas emocionales, y la interacción mixta virtual / real gracias a la utilización de diversos canales de comunicación o colaboración en tareas grupales.

La conducta adaptativa puede mejorarse desarrollando habilidades como muestra [52]. Elaboraron un *software* para este fin con un grupo de adolescentes con DI y desarrollaron una experiencia de inclusión social para la mejora de la conducta adaptativa. Parte del reconocimiento de que las personas con DI manifiestan limitaciones importantes en el desarrollo de la conducta adaptativa, a la vez que recuerda los derechos sociales de las personas con DI. La investigación resalta que las estrategias para el desarrollo de la conducta adaptativa en las personas con DI deben partir del reconocimiento de sus necesidades y potencialidades. Se demuestra que el *software* utilizado ha sido una herramienta tecnológica de carácter lúdico, interactivo, didáctico y a la vez educativo, eficaz en el desarrollo de la conducta adaptativa de esta población. Además, ha contribuido a elevar la autoestima de estos adolescentes.

2.2.3. Experiencias de apoyo a la interacción social

Se recogen en este apartado tres experiencias significativas de apoyo a la interacción social.

El objetivo de [53] es analizar la situación de los jóvenes con DI en cuanto al nivel de desarrollo de las habilidades sociales, el empleo y el ocio. Para conocer todo esto se realiza un estudio revisando sus relaciones, la normativa sobre la DI, el mercado de trabajo y la normativa internacional, europea, nacional y comunitaria. Se establece un marco teórico y normativo, de lo qué es la DI, y las dificultades que tienen estas personas a la hora de acceder al mercado laboral.

Se llega a la conclusión que existe un menor desarrollo de las habilidades sociales en personas con DI en comparación con las personas sin DI. Los resultados obtenidos en base a experiencia y los cuestionarios a diferentes personas que tienen relación con este colectivo, muestran que las personas con discapacidad realizan varias actividades de ocio, siendo principalmente de tipo deportivo o aquellas que les permiten relacionarse con amigos y compañeros.

El trabajo [54] busca mejorar las habilidades sociales de alumnos con discapacidad psíquica requeridas para mejorar su independencia y autonomía personal, así como su adaptación al medio e interacción con otras personas. En la primera parte del estudio se da a conocer la importancia de las habilidades sociales en estos alumnos. En la segunda se lleva a cabo un programa de intervención dirigido a unos alumnos con discapacidad psíquica de un centro de educación especial concreto. Los resultados son que los alumnos están aprendiendo a escuchar, a respetar las distancias interpersonales, a respetarse, a interactuar en el juego, a pedir las cosas con educación. Lo hacen no solo en el contexto escolar, sino también fuera de él. Por eso, los autores creen que es de vital importancia la implicación de las familias para que generalicen estas conductas: las expectativas de los padres influyen en los aprendizajes de los alumnos (la profecía autocumplida o efecto pigmalión).

Los problemas de interacción y adaptación al medio pueden provenir de déficits o disfunciones personales o bien del medio ambiente circundante, que no ofrece las condiciones adecuadas para la integración e interacción social [55]. En este estudio se presentan algunas de las técnicas utilizadas para el desarrollo de habilidades sociales y de interacción, con base científica propia, ya que se apoyan en teorías del aprendizaje procedentes de diversos paradigmas. Se muestra una comparativa entre ellas, ventajas, inconvenientes y resultados.

2.3. Comunicación alternativa y aumentativa (CAA).

La bibliografía recoge multitud de experiencias, claves y desarrollos en el campo de la CAA. Existe una idea muy extendida entre los profesionales dedicados a población con discapacidad de que la comunicación es uno de los fundamentos que elevan al ser humano por encima de su sustrato animal, y es clave para el desarrollo de esta dimensión humana. Se puede afirmar que es un área con larga tradición dentro de las tecnologías de apoyo, con congresos específicos desde hace muchos años tanto a nivel nacional como internacional, frecuentados tanto por logopedas y expertos en comunicación como por profesores, técnicos, cuidadores y familiares, rico en experiencias y en medios alternativos de facilitar la comunicación.

En esta tesis la comunicación es esencial en sí misma, dado que por un lado es un medio frecuente para vehicular los procesos cognitivos y por otro lado es básica en una interacción social normalizada.

Otro punto importante en esta tesis relativo a la comunicación alternativa es que se ha elegido como interfaz no sólo entre personas, sino también entre persona y medio físico:

- sea este el entorno y los elementos que podemos manejar en él;
- sea el espacio temporal del que disponemos cotidianamente, es decir, la agenda;
- sea la comunicación de estrategias o planes, como la que representa una secuencia de contención conductual o de premio/castigo según el comportamiento del alumno;
- sea una comunicación más abstracta que enmarca situaciones o entornos que anticipan estados mentales, emocionales u otros.

Por tanto, al ser una CAA la interfaz casi universal de la plataforma desarrollada en esta tesis, merece una consideración específica en el estado del arte, así como la solución concreta del popular TICO (Tableros Interactivos para la COmunicación) basado en los pictogramas de ARASAAC, del Centro Aragonés para la Comunicación Aumentativa y Alternativa [56], sobre la que se ha desarrollado la plataforma.

2.3.1. Introducción a la CAA

Siguiendo la CIF, las personas con necesidades complejas de comunicación son aquellas que presentan una severa limitación en el funcionamiento de la comunicación, afectando a su estado de salud, a las estructuras y a las funciones corporales, a las actividades y a la participación, a los factores ambientales y a los factores personales [57].

Para ayudar y potenciar la comunicación en grupos con alteraciones del habla se emplea la CAA, la misma que utiliza métodos de comunicación que son empleados por personas con ausencia del habla, discapacidad o trastornos neurológicos leves o profundos, que buscan exteriorizar ideas, pensamientos y emociones.

Los sistemas de comunicación aumentativa y alternativa (SAAC) empleados para aplicar los métodos de comunicación han ido evolucionando con el transcurso del tiempo. En la [Figura 3](#) se puede observar la evolución de estos sistemas [58][59].



Figura 3. Evolución histórica de los SAAC [59]

Hoy en día se ha seguido trabajando a pesar de muchas limitaciones económicas para la adquisición de los dispositivos comunicadores, debido a su precio.

Los tipos de sistemas de comunicación, que se pueden encontrar para superar estas limitaciones, vienen representados en la [Figura 4](#).

Los sistemas CAA hacen posible la relación comunicativa con otras personas con discapacidad de un entorno y son herramientas útiles para superar barreras de comunicaciones [59][60][61].



Figura 4. Tipos de sistemas de comunicación [59]

Dentro de esta clasificación se pueden encontrar sistemas con ayuda y sin ayuda. En la [Tabla 1](#) se pueden ver algunos ejemplos de ello [58][59].

	Sistemas con ayuda
Sistemas sin ayuda	SPC
Gestos comunes	PECS
Alfabeto dactilológico	Bliss
Sistema Bimodal	Picsyms
Palabras complementadas	Rebus
Lenguajes de signos (LSE)	Pic
	Minspeak

Tabla 1. Ejemplos de SAAC con y sin ayuda [59]

Los sistemas sin ayuda utilizan sólo las manos como herramientas. El alfabeto dactilológico representa el alfabeto con las manos. En el sistema bimodal se emplea el habla junto a signos; es decir, la modalidad oral-auditiva junto a la modalidad visual-gestual. Es un sistema gestual con comunicación vocal. Las palabras complementarias ayudan la lectura labio-facial. Utiliza varias posiciones de cara y de la mano. El sistema LSE es el empleado por las personas sordas.

Los sistemas con ayuda utilizan algún tipo de soporte distinto a las manos. A continuación se pasa a describir los más importantes [62].

Los tipos de símbolos más utilizados en SAAC son los de ARASAAC [63]. ARASAAC es una colección de pictogramas que ayudan a que las imágenes sean más claras y entendibles.

Aunque se utilizan pictogramas, debe añadirse escritura debajo porque al interlocutor le ayuda mucho a entender los sistemas de comunicaciones.

Algunos productos de apoyo a la comunicación son los mostrados en la [Tabla 2 \[64\]](#).

PRODUCTOS DE APOYO PARA LA COMUNICACIÓN	
Básicos	Tecnológicos
Tableros de Comunicación	Comunicadores Electrónicos
Libros de Comunicación	Ordenadores
	Tablets y Móviles

Tabla 2. Productos de apoyo para la comunicación

Para el manejo de estos dispositivos, se disponen de elementos de apoyo para el acceso [Tabla 3](#) [64].

PRODUCTOS DE APOYO PARA EL ACCESO	
Ratones y punteros	Teclados
De bola	
Pulsadores	
De cabeza	Ergonómicos
De mentón	Flexibles
De mirada	Especiales
Inspiración o soplo	

Tabla 3. Productos de apoyo para el acceso [59].

En los dispositivos utilizados se deberá realizar modificaciones en el *hardware* (medio físico) y/o en el *software* mediante aplicaciones implantadas y la configuración, tanto de los dispositivos como de las aplicaciones. También se deberá ajustar la plataforma para el manejo adaptándola al usuario. Dentro del *software* utilizado en el dispositivo, debe tenerse en cuenta el tipo de aplicaciones, que pueden ser gratuitas o de pago. El tipo de aplicación a utilizar estará condicionado por el sistema operativo de la máquina. La mayoría de los sistemas operativos de las tabletas y libros de comunicación son Linux o Android. Muy pocas llevan incorporado Windows. En [59] se encuentran algunos ejemplos de aplicaciones, que se recogen en el [ANEXO CAPITULO 2](#), como “hablador”, “pictodroid”, “e-mintza”, Intic, etc.

Los comunicadores electrónicos están especialmente diseñados para la comunicación y permiten diferentes formas de acceso y producción del lenguaje gracias a la electrónica y al *software*, aunque al disponer de un *hardware* específico disponen de menor flexibilidad para incorporar o modificar su programación y vías de acceso. Su objetivo es permitir el acceso a la escritura y a la comunicación. Aparecen cuando se desarrolla la voz sintetizada en los sistemas de procesamiento de señal a través de ordenadores. Hoy en día, estos dispositivos son los más utilizados en América. En Europa es más habitual decantarse por *hardware* genérico como tabletas u ordenadores con *software* que los convierte en comunicadores, algo inferiores en cuanto a adaptabilidad de acceso, superiores en cuanto a adaptabilidad de *software* y reconfigurabilidad.

En el [ANEXO CAPITULO 2](#) se detallan los distintos elementos que se pueden construir con un SAAC [\[65\]](#): agendas, rutinas, historias, cuentos, y recursos y tecnologías SAAC como Arasaac constructor, Talk up, #soyvisual, specialQR (SPQR), Dictapicto, Blue.

2.3.2. Cómo trabajar con los SAAC

Existen diversos métodos en la bibliografía para trabajar con los SAAC de forma estructurada, teniendo en cuenta a los distintos actores a involucrar y atendiendo a las características del usuario, condiciones de comunicación, capacidades cognitivas, potencial físico, interés del usuario, contexto familiar y contexto social, con diagramas de actuación como el mostrado en la [Figura 5](#) [\[59\]](#):

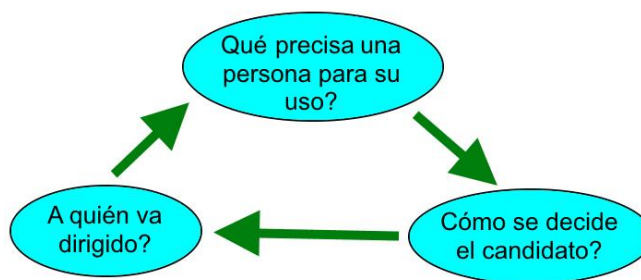


Figura 5. Criterio de trabajo con SAAC

Finalmente cabe señalar la estructura de personal que interviene alrededor de los SAAC. Esta viene representada en la [Figura 6](#). Cada una de las partes integrantes que trabajan con los SAAC realiza funciones específicas dentro del sistema.



Figura 6. Partes que intervienen en un proceso SAAC.

2.3.3. Estado del arte en SAAC

Este trabajo de tesis se apoya fuertemente en un sistema CAA para dar soporte a funciones cognitivas y sociales de alumnos de educación especial, y así mejorar la autonomía personal y la participación social de estas personas.

La bibliografía recoge evidencias de la obtención de resultados positivos en la utilización de la CAA a distintos niveles, (comunicativos, lingüísticos, psicológicos y afectivos) [66][67][68][69][70], tanto en edad infantil como en edad adulta [71].

Los sistemas de CAA (con o sin ayuda) mejoran la interacción social individual y grupal [72], el aprovechamiento escolar e incrementan la autoestima de sus usuarios [73], así como la competencia comunicativa.

La población objetivo de nuestro trabajo presenta una gran diversidad funcional, es decir, se ve afectada por múltiples patologías, y para muchas de ellas encontramos estudios del beneficio de los SAAC: en casos de ictus [74], discapacidad sensorial [75][76][77], TEA [78][79][80] y DI [81][82]. En este último caso, debido al predominio y la persistencia de las carencias comunicativas, las personas con DI son candidatos ideales para el uso de las estrategias de CAA [83].

Un trabajo que coincide en objetivos instrumentados sobre los CAA es [84], en el cual se ha profundizado en la accesibilidad cognitiva y de la comunicación como respuesta a la búsqueda de la inclusión social, la autonomía y la autodeterminación de este colectivo. La accesibilidad cognitiva es una manera de favorecer la inclusión social, garantizando entornos comprensibles para las personas con diversidad funcional y con distintos grados de dificultad en la comunicación.

Los retos que tienen por delante los SAAC están asociados a su evolución en el mundo TIC, de la misma forma que sucede para la comunicación normalizada. La nueva tecnología y nuevos dispositivos tienen un gran impacto en los sistemas CAA y están cambiando las necesidades comunicativas de sus usuarios, ya que crean nuevas necesidades. A estos dispositivos se les exige que, además de poder comunicar, sirvan también para conectarse a internet; acceder a información, correo electrónico, tener conectividad con grupos, redes sociales, juegos, música

y entretenimiento. Con todo ello, aparecen nuevos inconvenientes, mayor grado de complejidad, mayor número de opciones, y nuevos modos de acceso. Muchísimas aplicaciones van dirigidas a un tipo de usuario concreto y facilitan por tanto las capacidades de ese colectivo, dejando de lado a otros tipos de usuarios, no pensando o no diseñando para otras poblaciones concretas. Añadido al acceso cognitivo, el mundo TIC tiene sus propios movimientos básicos de acceso, como pinchar, deslizar, doble clic, pinzar... son tareas imposibles cuando se cuenta con habilidades motrices limitadas o nulas [85][86].

Este nuevo universo de acciones y pasos en la obtención de funciones o información traído por las TIC aconseja una estructura simplificada en el acceso, y con el mismo esquema coherente, por lo que se ha asimilado todos los esquemas de comunicación al que ya utilizaban para la comunicación interpersonal. Simplificado el acceso, se vuelve a centrarse en la esencia de la comunicación, que como resalta [87], se refiere al alcance del intercambio comunicativo y resalta la importancia de llegar a alcanzar un significado compartido, sea cual sea el método utilizado, y contemplando las nuevas tecnologías empleadas para la CAA.

2.3.4. Tableros Interactivos de COmunicación (TICO)

TICO es una aplicación informática de libre distribución instalable en móviles, tabletas y ordenadores y disponible en Linux, Windows y Android destinada a generar y utilizar tableros de comunicación de manera interactiva.

La aplicación está integrada por dos aplicaciones independientes y diferenciadas pero a la vez complementarias: editor e intérprete [88].

- El *editor* donde se crean los tableros que contendrán todos los elementos visuales, auditivos o de control de entorno.
- El *intérprete* que brinda la posibilidad de usar los tableros de comunicación creados con el editor. También incluye una función de barrido realizándolo secuencialmente y recorriendo cada elemento del tablero, facilitando así el acceso a los usuarios con discapacidad motriz. Además, los elementos del tablero se pueden agrupar para construir frases.

El desarrollo de la aplicación TICO se enmarca dentro del proyecto de colaboración existente entre el Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Zaragoza y el CPEE Alborada. Este proyecto tiene como principal objetivo desarrollar herramientas *software* y *hardware* de apoyo a personas con limitaciones físicas o psíquicas. El proyecto de colaboración busca desarrollar y probar soluciones de tecnología TIC en entornos de vida asistida para la formación, educación y apoyo a la autonomía personal. Las aplicaciones y ayudas técnicas que se desarrollan conjuntamente nacen bajo la premisa del *software* libre y código abierto, estando a disposición de cualquier usuario particular o institucional.

Este trabajo de tesis, apoyado en TICO, constituye otra rama de este proyecto, una plataforma de servicios integrados, que brinda soporte para servicios heterogéneos en un sistema de TIC abierto de bajo costo que se basa tanto como sea posible en productos comerciales. Desde la perspectiva de la comunidad educativa, el control ambiental es una herramienta que viene a apoyar el derecho a acceder a la más alta autonomía posible.

Además, como TICO es un editor de panel de comunicación ampliamente utilizado, esta estrategia ayuda a los profesores que ya usan TICO a preparar fácilmente los paneles de la interfaz de usuario de control de entorno o trabajo en OT de una manera factible y sencilla, como ya lo hacen con fines de comunicación.

TICO quedó integrado en el proyecto ARASAAC, que partió de él y lo englobó, cuyo objetivo es la creación de un sistema pictográfico de comunicación, así como el desarrollo de un conjunto de herramientas de libre acceso y distribución que favorezcan la comunicación y la accesibilidad cognitiva para aquellas personas que lo precisen. Para el colegio de educación especial es una herramienta indispensable en el trabajo diario puesto que se cuenta con alumnado con diversidad funcional y dificultades comunicativas, alumnado con desconocimiento del idioma y casuísticas de diversa índole para el cual se considera muy valioso el empleo de este sistema pictográfico. ARASAAC se encuentra en el Portal Aragonés de CAA en el cual además se puede encontrar una serie de recursos útiles para nuestra práctica diaria, adaptables a nuestro alumnado y a sus características, como por ejemplo herramientas online, *software*, catálogos gráficos...; materiales para la comunicación como tableros, bingos, calendarios...; así como una amplia gama de pictogramas con su leyenda y

pronunciación traducidos a diferentes idiomas. Asimismo, el portal ofrece la posibilidad de manejo de los mismos y da ejemplos gráficos y visuales de uso favoreciendo así su manejo. El proyecto pone a nuestra disposición un banco colaborativo de recursos, abierto a nuevas propuestas y accesible para todos los usuarios.

A nivel de diseño y adaptación, se toman varias premisas comunes a los SAAC: los materiales deben carecer de elementos superfluos o banales favoreciendo que la interpretación sea realizada lo más brevemente posible, incluso en ocasiones sacrificando la estética en pro de la funcionalidad del material. El tiempo de descifrado del apoyo visual debe ser el menor posible, puesto que se busca la operatividad y que el alumno llegue al concepto lo más rápido y eficazmente posible eligiendo el soporte que más se adapte a la persona y a sus características particulares. Otro precepto de la elaboración y diseño de cualquier material es la necesidad de la individualización, cada persona es diferente de las demás y dentro de la idiosincrasia de un colegio de educación especial el diseño debe adaptarse a las singularidades de nuestro alumnado.

2.4. Control de entorno adaptado.

El control de entorno ha sido uno de los ámbitos de trabajo más extensos en la financiación de la Unión Europea cara a la tecnología de apoyo, y ha convivido con sistemas orientados al público en general y a ancianos en particular, lo que muestra su gran importancia social y económica.

Su inclusión entre los servicios de esta tesis se originó a demanda del colegio de educación especial, y basado en trabajos previos del autor de la tesis y sus directores.

El trabajo encontrado en la bibliografía es muy extenso: gracias a la financiación pública y privada se originaron muchos desarrollos con el objetivo de conseguir interoperabilidad máxima en los entornos adaptados, en especial atendiendo a las necesidades globales de la población anciana. La descripción aquí recogida incluye trabajos significativos en la consecución de plataformas interoperables y en asistencia cognitiva y social.

2.4.1. *Ambient Assisted Living*, la aplicación de la inteligencia artificial al soporte de necesidades especiales

Este ámbito de trabajo se enmarca en los contextos de Inteligencia Ambiental (Aml), más conceptual, tecnológico y genérico, y el de Vida Asistida por el Entorno (AAL: del inglés *Ambient Assisted Living*), que se centra más en la aplicación de resultados del primero a las necesidades y circunstancias de la población con necesidades especiales. Se relaciona e integra con el entrenamiento en OT para niños en escuelas de educación especial. La acción descrita en este documento tiene su marco en la cooperación consolidada del equipo investigador de la Universidad de Zaragoza con los docentes de educación especial, centrada en los paradigmas de comunicación y acciones apoyadas por la tecnología con el objetivo de apoyar la autonomía personal [89][90], aplicando por tanto las tecnologías de Aml a las necesidades y circunstancias descritas y priorizadas por el equipo docente de educación especial.

La visión de Aml descrita por Weiser [91] inició el paradigma Aml que es inherente al paradigma AAL. Específicamente en AAL, se ha identificado la necesidad de integración de tecnologías heterogéneas de forma transparente y facilidad de uso por parte de un usuario no tecnológico [92].

El campo de actividad AAL se caracteriza por integrar multitud de disciplinas de conocimiento como humanidades, sociales, tecnológicas, productivas y de mercado, económicas e institucionales, legales, artístico-lúdicas, etc. que complementan el conocimiento y las metodologías necesarias para su desarrollo. Es un campo en el que la tecnología no busca un rendimiento económico, y se acerca más a la vida diaria de los seres humanos, lo que implica enfocar en la comprensión de sus capacidades, preferencias y necesidades, así como de los recursos disponibles, y la necesidad de evaluación del impacto del uso de tecnología en la vida diaria y el rendimiento de una persona.

Este trabajo de investigación de tesis doctoral aprovecha la experiencia de proyectos anteriores de los directores en este campo de AAL, destacando entre ellos Ashored (1992), SCALP (1994), AmiVital (2006), MonAMi (2010) y Siamyd (2011) [64].

2.4.2. Interfaces, un modelo de comunicación y de pensamiento

Los pictogramas ofrecen una forma de comunicación por relación de conceptos que aparece en distintos diseños de la interfaz para AAL [93]. Algunos desarrollos comercialmente disponibles usan pictogramas para la representación de tareas de la vida diaria, aunque los distintos estudios enfocan diferentes aspectos de la interfaz: ActivePal [94], trata de la cantidad y contextualización de la información que se mostrará; ADLife [95], presenta un nuevo modelo dirigido a respaldar una forma holística de pensar sobre los sistemas AAL, considerados como una integración de varios servicios útiles en lugar de un único servicio comercialmente exitoso.

Es clásico en el campo de Aml y AAL la extracción de información relevante del usuario, entorno (contexto) e interacciones, así como la atención a la necesidad de interfaces de usuario adaptables y adaptativas [96], así como el uso o construcción de modelos para extraer y compartir información por parte de diversas aplicaciones o servicios.

Un notable intento de estandarización en este campo es el URC, una solución de la interfaz de tecnologías que mejora la personalización de la interfaz de usuario [97], siguiendo una idea similar a la de los estándares validados, aunque mucho más cerca de una visión tecnológica que de usuario.

2.4.3. Plataformas de servicios: el soporte tecnológico a la interoperabilidad y la interfaz personalizada

AAL está promoviendo plataformas interoperables que integran varios servicios, cada uno de los cuales se beneficia de la información contextual y del usuario, y ofrece a los usuarios un marco de soporte coherente en todos ellos. La mayoría de los trabajos incluyen una combinación de una visión tecnológica con una visión de interacción humana, como se puede ver en los próximos documentos relacionados, que por lo general muestran sesgo hacia una visión tecnológica, posiblemente porque muchos de los promotores de acciones en AAL son equipos de tecnología. Se abordará en este repaso del estado del arte tanto los métodos de modelar y acometer estos diseños, como las plataformas experimentales desarrolladas.

Al ser un campo altamente multidisciplinar es natural que reciba aportaciones metodológicas de sus diferentes componentes, estando cada una centrada preferentemente en la visión de

su campo de origen. En cuanto a organización de sistemas, se cuenta con la aportación de la ingeniería de *software*, con la fortaleza inherente del desarrollo estructurado del *software*. Uno de ellos es el lenguaje de modelado unificado (UML). En general el reto de las experiencias basadas en esta metodología es incorporar las necesidades especiales del usuario.

En [98] los autores describen la arquitectura tecnológica y sobre ella logran satisfacer las necesidades del usuario, sin mostrar ninguna modulación específica de la tecnología en función del interés del usuario o teniendo en cuenta otras disciplinas.

Otro ejemplo es [99], en el que UML se utiliza para desarrollar el concepto de famiWare, que resulta interesante en este campo al ofrecer una buena descripción de la información contextual y su manejo. Se enfocan en los desafíos tecnológicos y se muestran las necesidades del usuario como algo ya decidido o puesto en valor. Este documento muestra la fortaleza del uso de UML para este tipo de enfoques en los que se centra la atención en las estructuras tecnológicas y sus funcionalidades.

Un trabajo similar es [100], que establece claramente los objetivos funcionales que se cumplirán en el enfoque de los autores, dando un buen razonamiento para la relevancia de dichos temas y convirtiéndolos en el punto de partida de su desarrollo. Como el anterior, evidencia la carencia de mostrar o mencionar metodología o proceso alguno para integrar ideas y perspectivas de diferentes disciplinas. Sin embargo, el trabajo sí incluyó a varias disciplinas según se describe en la evaluación, por lo que parece que la estructura del método empleado se ciñó al desarrollo tecnológico, dejando la metodología del escenario, información a los usuarios y la evaluación estructurada aparte de la de desarrollo y no se muestra la descripción de la interacción entre las disciplinas involucradas, más allá del proceso de evaluación en el que participan los usuarios

Del mismo modo, en [101] se tienen en cuenta las necesidades del usuario, centrándose en los aspectos y las soluciones tecnológicas, aunque sin mostrar metodología en las necesidades ni en la evaluación del usuario.

La bibliografía recoge ejemplos también de trabajos que incluyen alguna metodología referenciada para los requisitos del usuario:

Un trabajo en el campo de la salud con metodología de estudio de casos se describe en [102], resumiendo en dos estudios de casos todos sus objetivos (monitorización a largo plazo y hospital inteligente). Los esquemas modulares que describen los componentes del servicio se suman a las interacciones de los componentes que proporcionan una aproximación de los flujos de información, aunque parecen estar orientados a personas tecnológicas, y no tanto a perfiles no tecnológicos.

En función de las necesidades del usuario y con el objetivo de mejorar el manejo de las alertas, [103] sí tiene una representación de la funcionalidad como una descripción tipo algoritmo, y también se muestra información contextual. Tiene dos estudios de caso con los requisitos que se validan y su explicación de argumentación se muestra y se aplica. El grado de integración de las actividades es muy bueno.

Otra metodología de *software* utilizada para las plataformas AAL es la arquitectura orientada a servicios (SOA: *Software Oriented Architecture*), como en [104], donde los autores proporcionan una visión completa de las experiencias adquiridas en la plataforma *middleware* para empoderar a personas con discapacidad cognitiva y ancianos (proyecto MPOWER-IST 034707) con respeto al uso del desarrollo dirigido por modelos (MDD: *Model Driven Development*), que muestra cómo las técnicas para SOA se pueden aplicar con éxito al dominio AAL. El método utilizado es investigar y registrar las necesidades del usuario, definir un conjunto de servicios de *software* reutilizables basados en estas necesidades y luego implementar sistemas piloto utilizando estos servicios.

Una revisión muy interesante centrada en el paradigma de arquitectura orientada a servicios (SOA) es el trabajo [105] que cubre el uso de metodologías y concluye que la evidencia para la adopción de métodos estándares no está madura, aportando ejemplos de modelos. El trabajo expone que los enfoques propuestos todavía tienen serias limitaciones en términos de rigor, credibilidad y validez de sus hallazgos, y la mayoría de los enfoques aún carecen de soporte de herramientas que aborden la heterogeneidad y la naturaleza principalmente textual de los requisitos.

Un estudio singular que debe destacarse a este respecto es [106], que propone el uso de la taxonomía de la CIF de la OMS, concluyendo que AAL se basa demasiado en la tecnología,

incluso cuando se afirma que las obras están centradas en el usuario. Este documento propone una taxonomía basada en CIF para evaluar los factores contextuales que influyen en la eficiencia y la aceptación de los servicios AAL, incorporando la tecnología en su faceta de interacción humana.

Se han desarrollado varias plataformas AAL con el objetivo de integrar tecnologías y servicios heterogéneos. Dos de ellos tienen un gran desarrollo en diferentes proyectos, UNIVERSAL [107][108][109], que promueve una plataforma abierta para la prestación de servicios AAL y la participación de los usuarios, y OSGI4AMI (por ejemplo, el proyecto MonAmi [110][111][112]) [113].

El presente trabajo de tesis puede beneficiarse a nivel tecnológico de la estandarización de la interoperabilidad tecnológica de cualquiera de estas plataformas, y también puede beneficiarlas mediante la integración de una ruta de comunicación común como se ha hecho con TICO. Este trabajo no va más allá del estado del arte en cuanto a la interoperabilidad, entendida como la capacidad técnica para comunicarse con diferentes piezas de tecnología: va más allá al considerar la comunicación con la comunidad de educación especial. Por supuesto, se hace desde una comprensión consciente de la importancia de la interoperabilidad y una resolución tecnológica operativa.

Hay múltiples desarrollos excelentes en la literatura, con los que nuestra propuesta puede integrarse en este sentido en el futuro. La acción descrita aborda la interoperabilidad en la interfaz tecnológica de una manera mucho más sencilla, y sin embargo relativo a la interfaz hombre-máquina la integración con las herramientas de comunicación le da una aplicabilidad y usabilidad que los profesores de educación especial encuentran superior.

Ejemplos de uso de tales plataformas y similares se pueden encontrar en varios proyectos AAL. SOPRANO integra varios servicios como recordatorios para tomar pastillas y servicios de promoción de la actividad social [114][115][116]. PERSONA [117][118][119], Amigo [120], Oasis [121] entre otros también son ejemplos del uso de tales plataformas.

Otro ejemplo es el marco de validación de accesibilidad y usabilidad para el proceso de diseño de interacción AAL (VAALID) [122][123] que se centra en entorno de desarrollo integrado para el diseño asistido por computadora y la validación de subsistemas de interacción del usuario que

mejoran y optimizan las características de accesibilidad de servicios AAL, con el objetivo de mejorar la inclusión social y la vida independiente de las personas mayores. Se realiza con una plataforma de simulación inmersiva en 3D para facilitar el diseño del sistema de interacción del usuario.

Como conclusión final del estudio sobre el estado del arte, se puede decir siguiendo a Mavrommati [124], que la comunidad de investigación en AAL ha centrado su atención en lo que es tecnológicamente factible (y meritorio) [125][126][127], sesgando el trabajo hacia avances tecnológicos. Queda en consecuencia una carencia relativa a las interfaces personalizadas para cumplir y adaptarse a las capacidades y preferencias del usuario con necesidades especiales.

2.5. Orientación temporal.

La OT tiene en esta tesis un doble aspecto: por un lado, es una función cognitiva básica en la autonomía personal, y como tal afecta a todos los servicios incluidos en la plataforma desarrollada. Por otro lado, es objeto de un servicio específico de ayuda a la planificación y seguimiento de las actividades diarias, con el doble objetivo de seguimiento de agenda y entrenamiento en capacidades de OT.

La OT para educación especial, o en AAL, es un área relativamente poco tratada en la bibliografía, por lo que se partirá en este estudio del arte de obras genéricas como la CIF de la OMS, y una tesis de una profesora de la universidad de Upsala, Suecia, que desarrolla un método de entrenamiento y valoración de la OT acorde con la clasificación de la OMS, desarrollando más cada uno de sus breves apuntes.

La literatura recoge la influencia del entrenamiento en OT en tres dimensiones:

- La dimensión operativa de poderse manejar con un horario, agenda y calendario para organizar su vida de forma eficaz, y evitar la ansiedad derivada de los cambios fuera de las rutinas.
- Hacia una dimensión más básica, la mejora de las capacidades básicas que sustentan la cognición de la OT, de forma similar a cómo el adiestramiento con el control de entorno

entrena capacidades básicas puestas en juego como la representación virtual de objetos reales.

- Hacia dimensiones más evolucionadas del ser humano, una mayor conciencia cognitiva: un manejo adecuado del entrenamiento en OT influye en funciones como la perspectiva ante la vida, objetivos a largo plazo, conciencia del riesgo de algunas conductas, situación de mayor conciencia hacia el interior o exterior del individuo, la capacidad de anticipación o de aprendizaje.

Se comenzará por los conceptos, clasificaciones y evaluación de la OT, para pasar a mostrar evidencias de la influencia esperada en las dimensiones básica y superior y centrarse por último en la operativa y experiencias concretas descritas en la literatura.

2.5.1. Identificadores de funciones de OT

En relación a las funciones básicas que constituyen la OT, la OMS estableció en 2001 una clasificación u ordenación de las funciones humanas en grupos de características comunes, atendiendo a las funciones fisiológicas, las funciones operativas en la vida de las personas, y las de participación en la sociedad: la CIF. Este es un documento clave para trabajar con funciones cognitivas humanas [3], que tiene la ventaja de haber integrado en su elaboración a expertos participantes de todos los lugares del mundo, de diferentes culturas, regiones y estratos sociales.

La CIF Incluye la capacidad o función de orientación en el tiempo en los apartados de funciones corporales y de funciones de participación. Como funciones del cuerpo, en la categoría de función mental, se incluye en el punto b1140 "conocimiento del día, fecha, mes y año"; como parte de las funciones cognitivas superiores, se incluye en el ítem b1642 "gestión del tiempo ordenando eventos en una secuencia de tiempo" y b1802 "experiencia subjetiva de la duración y el paso del tiempo". Como funciones de participación se considera en el ítem 2306 "adaptación a las demandas de tiempo".

Es destacable el trabajo en OT de la Dra. Janeslätt en su tesis doctoral [128][129] y trabajo posterior. Parte de los conceptos apuntados en la CIF y establece una graduación de funciones de OT en una secuencia de evolución cognitiva: a partir de la percepción del tiempo, avanza a

la OT - la capacidad de ubicarse en el tiempo -, continúa avanzando a la función o capacidad de manejo del tiempo en cuanto a cálculo de duración de eventos, y aún más a la capacidad global de procesamiento del tiempo con cálculos de logística y gestión de la agenda. Este trabajo desarrolló una herramienta de evaluación de la orientación del tiempo basada en tales conceptos, KaTid, la cual se ha encontrado adecuada para una intervención como la que nos ocupa. En relación con el equipo de la Dra. Janeslätt, y probada en nuestra población objetivo, se comprobó que está diseñada para alumnos con un nivel cognitivo más alto, por lo que requiere de una generación de un conjunto más sencillo de ítems para valorar capacidades más bajas.

2.5.2. OT y capacidades básicas

La orientación en el tiempo puede verse como una habilidad en sí misma y también una expresión de otras capacidades humanas que integradas dan soporte a la OT. Dichas capacidades humanas básicas dan soporte al desarrollo de habilidades de orientación en el tiempo, por lo que se espera que la capacitación en consciencia y gestión temporal mejore dichas capacidades subyacentes. De hecho, nuestra experiencia en pruebas de orientación en el tiempo con niños de educación especial muestra que su habilidad básica está muy por debajo de lo esperado, lo que a su vez significa que tienen una gran capacidad de adaptación, imitación o/y de cubrir expectativas del profesorado.

En este sentido, la bibliografía recoge que el deterioro de OT está directamente relacionado con el deterioro cognitivo, como lo describe la importancia de las pruebas de OT para discriminar la demencia [130]. La OT está relacionada con la gestión diaria de tareas, por lo que puede utilizarse como una medida importante de la eficacia diaria, como se muestra en [131]. Los autores hacen un desglose interesante de las orientaciones de tiempo individuales relacionadas con diferentes aspectos de la vida: el tiempo económico, el tiempo no organizado, la orientación hacia el pasado, la orientación hacia el futuro, el dominio del tiempo, la utilidad del tiempo y la ansiedad del tiempo. El documento también concluye que la cultura desempeña un papel importante en la orientación del tiempo y el aumento de la consciencia del tiempo futuro hace que las personas se adapten mejor a los cambios y desafíos de la vida.

2.5.3. OT y capacidades superiores

Esta conciencia del tiempo futuro enlaza con la influencia del entrenamiento en OT sobre capacidades superiores, como la perspectiva personal del tiempo. La capacidad y las tendencias de cada persona respecto a la OT construyen perspectivas personales específicas del tiempo, que están relacionadas con tener y perseguir objetivos vitales [132]. Los autores muestran cómo varios estilos de perspectiva de OT están relacionados con estilos de objetivos vitales. Ensalzan como óptimo, y por tanto como objetivo a aspirar, al estilo adaptativo por tener el impacto más positivo en el bienestar personal. En este trabajo, muestran distintos estilos de OT que se definen cuando se correlaciona la conciencia individual de los objetivos principales de la vida con la edad y el género.

Otro concepto relativo a la perspectiva del tiempo susceptible de mejora al entrenar la OT es la tendencia a atender y enfocar en el pasado, presente y futuro, lo que influye en el comportamiento, las decisiones y la eficacia para alcanzar los objetivos en la vida. La adquisición de habilidades de OT hacia el futuro, en sujetos normalizados, favorece la visualización de una gama de actitudes y comportamientos más sostenibles, como se detalla en [133]. La OT en el futuro también tiene una relación positiva con el enfoque de objetivos y las estrategias de regulación externa [134], como se demuestra al analizar los resultados de diferentes pruebas para cada participante para medir los tres enfoques considerados.

La perspectiva del tiempo está relacionada con los patrones de comportamiento y se ha demostrado que la capacitación permite modificar dichos patrones: un estudio reciente de la universidad Autónoma de Barcelona [135] explica cómo esta estrategia de cambio de perspectiva se utilizó con éxito en población adolescente para reducir el consumo de alcohol. El mecanismo básico es entrenar la perspectiva temporal, que se relaciona con la percepción del riesgo y el comportamiento (consumo). El estudio concluye que la capacitación en la perspectiva del tiempo futuro aumenta la percepción del riesgo y modifica el comportamiento positivamente.

Una consideración interesante acerca de la importancia de la perspectiva del tiempo se encuentra en [136] que relaciona la orientación de la mente hacia adentro o hacia afuera del individuo (conciencia interna y conciencia externa), con la OT, de modo que la perspectiva del

tiempo presente aumenta la conciencia interna, y las perspectivas centradas en el pasado y el futuro aumentan la conciencia hacia el exterior. En educación especial es común el objetivo de ayudar a los alumnos a conectarse a actividades externas para mejorar su autonomía diaria. Extrapolando sus resultados, es interesante probar a mejorar la capacitación en la OT y las perspectivas temporales entrenando en paralelo la conexión con el mundo exterior de los niños. En las experiencias con la agenda, este entrenamiento se realiza de forma natural al recordarles las tareas y eventos que tienen programados en la agenda, como también se hace en el servicio de OT desarrollado en este trabajo de tesis. Extrapolando los resultados, la adquisición de la perspectiva del tiempo probablemente mejorará la anticipación, disminuirá la ansiedad relacionada con los cambios y suavizará las conductas.

Combinando el aspecto de objetivos vitales a medio-largo plazo con la capacidad organizativa necesaria, se encuentra la relación de la OT con el aprendizaje, en especial en trabajos que enfocan la OT como una capacidad básica para varios tipos de aprendizaje que precisan de autonomía o autorregulación. Se necesitan capacidades de OT para el aprendizaje universitario no presencial, cursos en línea y estudios universitarios de campus virtuales [137]. Para los estudiantes con aprendizaje presencial [138] muestra que las buenas habilidades de OT están relacionadas con una mejor autorregulación y un mayor logro educativo.

2.5.4. OT operativa

La idea origen a partir de la cual surge la intervención de orientación en el tiempo que se ha acometido proviene del informe de A. Svensk sobre el uso de un cuarto de hora como una unidad de tiempo y sobre el apagado secuencial de elementos luminosos en una fila como una representación comprensible del paso del tiempo [139][140][141].

Svensk informó sobre el uso de este enfoque para la asistencia telefónica a adultos con discapacidades cognitivas para darles soporte telefónico para su gestión del tiempo, como se muestra en [140]. El reloj de un cuarto de hora [142] se derivó de su experiencia, siendo una referencia en dispositivos de asistencia y se está utilizando ampliamente en el campo AAL.

Un objetivo operativo a cubrir, que también recoge la bibliografía, es el de mejorar la anticipación, tanto por la ansiedad que generan los cambios en algunos alumnos como por la

mejora adaptativa que supone. Los “anticipadores de actividades” [143] son planificadores visuales con pictogramas diseñados para dar soporte a la necesidad que tienen los niños con discapacidades cognitivas de conocer con anticipación actividades fuera de su rutina.

A nivel práctico, se han desarrollado dispositivos y especialmente *software* para personas normalizadas, especialmente en temas de agenda o productividad y de forma análoga, específicos para personas con necesidades especiales. Relativo a estos últimos, LoPresti [144], concluye que el apoyo para la rehabilitación cognitiva debe incluir tanto la orientación del tiempo (momento) como las tareas asociadas. Estas tecnologías de apoyo en OT son eficaces para mejorar la capacidad de procesamiento del tiempo y el manejo del tiempo en niños con discapacidades intelectuales y del desarrollo [145].

2.5.5. Desarrollos y experiencias en OT

Otros pocos estudios informan buenos resultados utilizando ayudas de tiempo: en [146] los autores demostraron que la independencia y la autonomía deberían considerarse como dos conceptos separados e informan sobre la importancia de tener una comunicación frecuente con el usuario para comprender la utilidad de las ayudas.

La mayoría de los desarrollos encontrados se conciben como una ayuda técnica independiente, más que como una herramienta de inteligencia ambiental integrada en AAL, para brindar apoyo en la orientación del tiempo a personas con problemas de memoria o déficit de atención. Hay un cierto consenso en la utilización de un “dot”, un punto como unidad temporal básica, frecuentemente de un cuarto de hora [147] utilizada para representar eventos mediante imágenes, así como el tiempo restante para el siguiente evento, mostrado como punto. También se utilizan los puntos para informar sobre la duración estimada de una tarea. Es común la consideración de que la adopción del punto como estándar ha hecho un gran beneficio a la comunidad de ayudas técnicas.

Algunos desarrollos se centran en mostrar los intervalos de tiempo, como TimeTimer [148], que muestra el tiempo transcurrido de manera casi analógica. Otros se centran en recordar las tareas del día, como WatchMinder [149] y TimeCue [150].

WatchMinder le permite al usuario crear señales discretas a lo largo del día para realizar tareas específicas o modificar o reforzar comportamientos específicos. TimeCue emite un pitido o vibra silenciosamente para indicar discretamente el momento de los eventos con un pictograma para describir la acción referida.

Un desarrollo importante, pionero en su tiempo, es ISAAC [151][152], concebido como una órtesis cognitiva con información y procedimientos personalizados. ISAAC, patentado, es un sistema cognitivo totalmente individualizado que permite la organización y entrega de avisos individualizados junto con información personalizada.

Hubo un auge en disponibilidad de *software* para la gestión de horarios que facilitó algunos pocos desarrollos para las personas con necesidades especiales: Picture Planner [153][154] es un *software* basado en iconos que ayuda a los usuarios con discapacidades cognitivas y cuidadores a construir y administrar programas de actividades. Está pensado para uso individual. En [155][156] se puede encontrar más *software* desarrollado para recordar y varios estilos de listas de tareas pendientes que incluyen fragmentos paso a paso que crean tareas. Vale la pena destacar el calendario de Choiceworks [156], ya que utiliza una estrategia similar a la que se utilizar en esta tesis para elaborar la agenda con pictogramas.

En el campo educativo, se encuentra la “línea de tiempo ocupacional del estudiante” [157], que proporciona un resumen visual y de texto del desempeño diario del alumno en tareas de la escuela. Está diseñado para uso escolar. Sus hojas de trabajo se imprimen con texto y colores para uso individual. Sirve para compartir información sobre tareas y eventos para un niño específico entre los profesionales que están a su cargo, con la intención de formar una base para discernir eventos personales, contextuales y temporales que pueden contribuir a comportamientos disfuncionales de estudiantes con síndrome de Asperger, autismo, o trastorno del procesamiento sensorial.

En nuestros estudios anteriores [158][159], se utilizaron imágenes de descripción de tareas para las diversas actividades (en la escuela, en el centro de día y en el hogar) junto con la fila de elementos luminosos. El uso conjunto de lo anterior hizo que la percepción del tiempo mostrara una mejora sustancial.

2.6. Breve descripción del capítulo.

En este capítulo se ha expuesto algunos de los estudios y trabajos más relevantes realizados hasta la fecha en las tecnologías de apoyo, en la educación especial, en la comunicación alternativa y aumentativa, en el control de entorno adaptado y en la OT. En el caso de la CAA, también se ha realizado una breve introducción al concepto y técnicas empleadas para trabajar con los comunicadores, hablando del caso particular de TICO como lenguaje de CAA.

Se comprueba que muchos trabajos anteriores en el campo AAL han desarrollado y probado varias plataformas y una variedad de estándares que contemplan los desafíos tecnológicos como *middleware* y la integración de sistemas heterogéneos, nuevos sensores, nuevas funciones y los desafíos de accesibilidad para personas con discapacidades mecánicas o cognitivas severas, como se muestra en la revisión de estado del arte.

También se vio que existen diversos estudios que demuestran que, el empleo de estos medios, no impide que el niño siga desarrollándose, siendo muy aconsejable aplicarse desde edades muy tempranas o desde la detección de enfermedades que hayan alterado o deteriorado la comunicación.

Comparando la diversidad funcional mecánica o sensorial con la diversidad cognitiva, se observa que la primera es mucho más fácil de comprender, desarrollar y apoyar. Esto se ve respaldado cuando se realiza el estudio del arte; en diversidad cognitiva, OT existe muy poca bibliografía, sin embargo, en control de entorno existe muchísima.

Se llega a la conclusión de que existe mucha bibliografía sobre los beneficios en la aplicación de las TIC y sobre su carácter didáctico, pero también existe gran carencia de estudios científicos que valoren y analicen la accesibilidad.

Existen muchos estudios realizados de interacción social con discapacidad cognitiva para facilitar el aprendizaje de niños con discapacidad en contextos ordinarios, para mejorar su capacidad de comunicación, para ver sus necesidades y las necesidades familiares, dificultades frente a las relaciones interpersonales, problemas de interacción y adaptación, desarrollo de habilidades sociales y de conducta.

Ninguno de los estudios y trabajos precedentes satisface las necesidades de los maestros del CPEE Alborda: trabajar el control de entorno, programar actividades individuales y grupales de una sola vez, llamar la atención con tiempo suficiente para evitar la ansiedad, usar una unidad temporal fácil de asimilar o mostrar la información del próximo evento de manera amigable.

CAPÍTULO 3. APOYO COGNITIVO-SOCIAL DESDE UNA PLATAFORMA DE SERVICIOS.

3.1. Contexto, parametrización e importancia del apoyo cognitivo-social

3.1.1 Identificación de elementos relevantes en el apoyo cognitivo.

3.1.2 Hipótesis a través de las dimensiones y de los servicios.

3.1.3 Apoyo cognitivo-social específico en servicios.

3.1.4 Elementos relevantes de la implementación.

3.2. Requisitos tecnológicos para el apoyo cognitivo

3.2.1 Apoyo de la representación virtual.

3.2.2 Apoyo del acceso cognitivo con CAA.

3.2.3 Apoyo de la orientación temporal.

3.2.4 Apoyo de la autoconsciencia.

3.2.5 Apoyo de la interacción social

3.3. Breve descripción del capítulo

3. APOYO COGNITIVO-SOCIAL DESDE UNA PLATAFORMA DE SERVICIOS

Este trabajo plantea una visión integradora, un enfoque en apoyo cognitivo, y por extensión también en dimensión social y emocional, disponible para distintos servicios orientados a la educación de personas con discapacidad cognitiva. En la introducción se ha descrito la población objetivo y escenarios; este capítulo se centra en los objetivos primarios de población con discapacidad cognitiva (fisiológica y/o funcional) y el escenario del colegio de educación especial o centro de educación, reeducación, atención temprana, etc. Puntualmente se describirá su aplicación a otras poblaciones y otros escenarios que también se han descrito en la introducción.

En especial, el trabajo en control de entorno basado en TICO con distintos niveles cognitivos de alumnos, ha puesto de manifiesto elementos esenciales de apoyo cognitivo. Por ejemplo, algunos alumnos aprovecharon dicho entrenamiento para mejorar su asociación de elementos virtuales en la pantalla con los elementos a los que representaban en el entorno real, gracias a la realimentación directa de acción-reacción que proporciona el sistema de control de entorno, mientras otros aprovecharon su ya establecida asociación para adquirir destreza funcional en el manejo de dicho sistema.

3.1. Contexto, parametrización e importancia del apoyo cognitivo-social

El trabajo previo en el diseño, puesta a punto y entrenamiento de los alumnos con los dos servicios individuales primeros, el control de entorno y la OT, ha puesto de manifiesto distintos elementos de apoyo cognitivo bien por la evidencia de su necesidad, bien por la observación del aprovechamiento del alumno de entrenamientos cognitivos previos, ya sea por las consecuencias derivadas del mencionado entrenamiento, o por la extrapolación realizada por el personal docente e investigador a la vista de los resultados y de la dinámica actual de la educación especial.

En especial, el trabajo en control de entorno basado en TICO con distintos niveles cognitivos de alumnos, ha puesto de manifiesto elementos esenciales de apoyo cognitivo. Por ejemplo, algunos alumnos aprovecharon dicho entrenamiento para mejorar su asociación de

elementos virtuales en la pantalla con los elementos a los que representaban en el entorno real, gracias a la realimentación directa de acción-reacción que proporciona el sistema de control de entorno, mientras otros aprovecharon su ya establecida asociación para adquirir destreza funcional en el manejo de dicho sistema.

3.1.1. Identificación de elementos relevantes en el apoyo cognitivo

Con las experiencias previas se han observado distintos elementos relevantes en el apoyo cognitivo que se le da al alumno de educación especial, y entre ellos hemos seleccionado los que encontramos más relevantes: la asociación de elementos virtuales con los elementos reales a los que representan, la mejora del acceso cognitivo a los sistemas informáticos, el entrenamiento cognitivo en OT, el realizado en la autopercepción y autoconciencia personal (por ejemplo del estado de ánimo), y el apoyo en la interacción social del alumno.

3.1.1.1. *Entrenamiento cognitivo "representaciones virtuales"*

Aborda la asociación de los elementos, selecciones y funciones realizadas en el mundo virtual (la pantalla) con sus correspondientes elementos, selecciones y funciones realizadas en el mundo real. Se detalla en los siguientes ítems:

- Significancia de elementos virtuales.
- Coherencia de representaciones.
- Entrenamiento en causa-efecto.

3.1.1.2. *Acceso cognitivo por analogía con sistemas previos: de CAA por secuenciación de pictogramas y de agenda*

Se ha encontrado que la utilización de un esquema de representación de la información en la interfaz máquina usuario es análogo al que ya utilizan de secuenciación de pictogramas o ideogramas en sus sistemas de comunicación aumentativa y alternativa mejorando su accesibilidad a los servicios virtuales, tanto en control de entorno, como en OT como en contención de conducta.

La analogía con su agenda diaria fue una premisa en el desarrollo del servicio de OT, y de igual forma facilita la accesibilidad cognitiva a estos alumnos.

El detalle en ítems se lista a continuación:

- Asociación elementos virtuales y reales mediante ideogramas conocidos o análogos a los conocidos (pictogramas de ARASAAC y nuevos pictogramas relativos al tiempo).
- Analogía estructura gramatical de la CAA con la estructura de navegación de los servicios:
 - Anidamientos: en el control de entorno, menú y opciones dentro de las pantallas. En el lenguaje, categorías de ideas que van concretando el campo semántico a elegir (comidas, primeros platos, ...).
 - Estructuras de selección de ramas: la navegación en las estructuras de pantallas y opciones, eligiendo ramas, es análoga a la navegación entre categorías semánticas.
 - Secuenciación y construcción de frases: de la misma forma que saben secuenciar ideas para construir frases, secuencian acciones, por ejemplo, en la agenda y OT, eventos, funciones y tareas
 - Selección y activación: se utiliza el mismo criterio de selección y activación que ya usan en su CAA.

3.1.1.3. *Entrenamiento cognitivo en OT*

El entrenamiento en OT no sólo incluye el servicio del mismo nombre. La secuenciación de acciones en control de entorno, en contención conductual y en la anticipación de contextos, su duración y su ubicación según su temporalidad incluyen la dimensión de OT que por tanto es permeable a los distintos servicios de la plataforma. Así mismo, cualquier secuenciación en servicios está trabajando la cognición en OT.

Así la mejora en OT facilita la utilización de cada servicio, y complementariamente, el entrenamiento y la utilización de cada servicio mejora y asienta el entrenamiento en OT.

Se aporta así un apoyo cognitivo a la función de OT y a su aplicación a la mejora de la independencia y autonomía del alumno.

El detalle de esta función se describe a continuación y se justifica en el capítulo correspondiente.

- Conciencia temporal: comprensión de duración (paso del tiempo) y auto-ubicación en el tiempo.
- Anticipación y gestión de la ansiedad asociada al cambio.
- Secuenciación y orden de tareas.
- Cálculos, programación, agenda.

3.1.1.4. *Apoyo cognitivo en auto-percepción, auto-conciencia, gestión emocional*

Una de las dimensiones más abstractas y necesarias para la autonomía personal y la reconducción de patrones alterados, es la conciencia personal del propio estado interno, las propias capacidades de auto-regulación y de interacción con el entorno inmediato.

Su repercusión en el bienestar emocional y en la capacidad de relación social normalizada es muy importante, en especial en población con discapacidad cognitiva, dada la repercusión tanto en la consecución del bienestar propio como en la normalización de la relación con los demás y el entorno.

El desglose propuesto de este parámetro es el siguiente:

- Conciencia de la capacidad de interacción y control del entorno inmediato.
- Conciencia de la capacidad de comunicación, solicitud de apoyo.
- Conciencia del estado emocional y/o de la capacidad de auto-regulación.
- Conciencia de la aparición de las alteraciones particulares y habituales, con repercusión en conducta y relación social.

3.1.1.5. *Apoyo en interacción social*

Tras un entrenamiento individual de las propias capacidades, se plantea el apoyo en la interacción social, dada su vital importancia en la autonomía personal y la participación en la sociedad. Por una parte, el trabajo individual tiene una gran repercusión y prepara para el entrenamiento en interacción social en aras de una relación social más normalizada, agradable y constructiva. Por otra parte, es en la interacción social donde se muestran algunas conductas disruptivas que es conveniente abordar y regular, y el trabajo en interacción social capacita al alumno a adquirir distintos roles necesarios para un manejo mínimo en sociedad, reeducando

patrones de sumisión y liderazgo, competición y colaboración, exclusión, inclusión y participación, conductas agresivas y disruptivas, etc.

La interacción social se posibilita tras un trabajo emocional y cognitivo individual y a la vez asienta los logros de este último. Para dotar al docente de instrumentos de entrenamiento en interacción social cada servicio está diseñado para su utilización individual y grupal, y en esta última dotando al profesor de elementos de regulación de la participación, liderazgo, y colaboración de cada alumno.

El desglose propuesto:

- Mis acciones afectan a otros.
- Acciones de otros me afectan.
- Labor común: colaborar, estorbar, competir, ignorar.
- Participación: exclusión, inclusión, afinidades.
- Liderar y dejarse liderar.
- Conductas disruptivas y su reconducción.

3.1.2. Hipótesis a través de las dimensiones y de los servicios.

La tesis, siendo que va destinada a un entorno de educación especial, va a tratar de aportar al hueco existente en los sistemas cognitivos de apoyo (muy poco desarrollados) en contraste con los apoyos físicos y sensoriales (que están más trabajados, tanto en literatura como en desarrollos realizados). La plataforma a desarrollar busca aportar al acceso, al soporte cognitivo y al soporte social a partir de cuatro áreas de actividad (servicios).

Este trabajo anticipa unas hipótesis relativas al apoyo cognitivo-social en los 5 ítems identificados en el [apartado 3.1.1](#) y a los 4 servicios seleccionados. Las hipótesis se generan en base a los resultados previos y experiencia adquirida colaborando con tecnología en educación especial, y por una lógica de sistemas.

La interacción entre servicios y apoyos cognitivos se describe en los dos sentidos: por una parte, la habilidad o el entrenamiento en una categoría cognitiva se espera que mejore la

usabilidad de los servicios que utilizan esa categoría, como puede ser al considerar que una capacidad de representación virtual facilitará el uso del control de entorno.

El sentido inverso suele también darse, el uso o entrenamiento en un servicio generalmente mejorará y asentará habilidades de aquellas categorías cognitivas que lleve implícito. De esta forma, por ejemplo, el servicio de control de entorno se ha utilizado para entrenar la capacidad de asociación entre un elemento real y su representación virtual para alumnos del correspondiente nivel cognitivo en esta área.

Estas hipótesis se muestran en la [Tabla 4](#) y están detalladas en los siguientes apartados, agrupadas por cada servicio. La columna de más a la izquierda muestra las áreas o servicios y la fila superior muestra las categorías seleccionadas para los soportes cognitivos e interacción social. Este contenido ha guiado diseños y modificaciones de las soluciones tecnológicas, interfaces de usuario y funciones de los distintos servicios, para maximizar las capacidades de los servicios ofrecidos en cada una de las áreas de apoyo cognitivo identificadas.

[3.1.2.1. Representación virtual y control de entorno.](#)

La habilidad de comprensión de una representación virtual facilitará el uso del control de entorno (CE) dado que este servicio utiliza extensivamente este recurso cognitivo, tanto en los pictogramas que representan elementos del CE sobre los que podemos actuar, como por las funciones y los estados de dichos elementos.

En sentido inverso, el uso del CE refuerza la asociación de los elementos, funciones y estados del mundo virtual al real, con especial incidencia en la relación causa-efecto, uno de los objetivos de la educación especial para alumnos de muy bajos niveles cognitivos.

En el entrenamiento se busca la destreza en el manejo del servicio de CE, que se espera repercuta en otros entornos virtuales a los que pueda acceder el alumno.

[3.1.2.2. Representación virtual y orientación temporal](#)

La capacidad de comprensión de la representación temporal también facilitará el uso del servicio de OT, dado que la agenda utiliza pictogramas (representaciones) para acciones o tareas, siendo por tanto constructos cognitivos en su utilización.

En sentido inverso de nuevo, el entrenamiento en OT mejorará la comprensión virtual y el manejo del alumno en entornos virtuales, en especial en lo referente a ubicación temporal, duración y secuenciación por ser los constructos cognitivos de especial uso en OT con relevancia en la representación virtual.

HIPÓTESIS DE APOYOS COGNITIVOS POR SERVICIOS	Acceso cognitivo: representación virtual	Acceso cognitivo: interfaz según CAA	Acceso cognitivo: orientación temporal	Acceso cognitivo: autoconciencia	Interacción social
Control de entorno (CE)	El entrenamiento en comprensión virtual facilitará el uso del CE, y viceversa, en especial la causa-efecto.	El acceso cognitivo al CE se verá beneficiado por la experiencia previa en TICO.	La mejora en orientación temporal beneficiará el manejo de secuencias y horario en el CE.	La mejora en autoconciencia de su bienestar mejorará el uso del CE. La mejora en autonomía por el CE hace más positiva su autoconciencia.	El trabajo grupal en CE es una herramienta válida para el entrenamiento en la interacción social
Orientación Temporal (OT)	El entrenamiento en OT mejora la comprensión virtual y viceversa, en especial secuenciación y duración.	El acceso cognitivo al servicio de orientación temporal se verá beneficiado por la experiencia previa en TICO.	Evidente	La mejora en autoconciencia y OT supondrá mejor eficacia y bienestar con su agenda, cambios, y en algunos casos su planificación.	El trabajo grupal en OT es una herramienta válida para el entrenamiento en la interacción social
Contención Conductual (CC)	El acceso cognitivo al servicio de CC mejora con los entrenamientos en rep. virtual, causa efecto (CE) y secuenciación y duración (OT).	El acceso cognitivo al servicio de CC se verá beneficiado por la experiencia previa en TICO.	La mejora en orientación temporal beneficiará la CC en especial por la secuenciación y la percepción temporal.	La conciencia personal favorecerá sobremanera la capacidad de CC. Viceversa, la CC puede facilitar el entrenamiento en autoconciencia.	La CC mejora la interacción social
Anticipación de contextos (AC)	El acceso cognitivo al servicio de AC y en concreto a los "guiones teatrales" mejora con la rep.virtual, secuenciación y duración.	El acceso cognitivo al servicio de AC se verá beneficiado por la experiencia previa en TICO.	La mejora en orientación temporal beneficiará la AC tanto en el ritmo y ánimo grupal como en la secuenciación y en estrategias sociales y emocionales.	La conciencia personal favorecerá sobremanera la capacidad de reconducción de situaciones en la AC. La AC facilitará la mejora de la autoconciencia.	El juego de rol como herramienta para el entrenamiento en interacción social

Tabla 4. Resumen de hipótesis por dimensiones cognitivas y servicios.

3.1.2.3. *Representación virtual y contención conductual*

El acceso cognitivo al servicio de contención conductual (CC) comprende los elementos de:

- representación virtual de acciones o escenas
- secuencia de las acciones, que establece una relación de dependencia o causalidad entre ellas, y en especial con las que representan la condición y la recompensa.
- representación del tiempo restante entre escenas.

De forma que es esperable que la habilidad cognitiva de representación virtual influya directamente en su usabilidad, y viceversa.

Al estar estos elementos cognitivos involucrados en los servicios de CE y OT, la usabilidad de la contención conductual mejorará con los entrenamientos en representación virtual, causa efecto (CE) y secuenciación y duración (OT).

Entrenando el CE y la OT ayudará a comprender lo que se le pide al alumno en cuanto a su contención y la recompensa que puede conseguir. Se facilita por tanto mejorar el comportamiento, ya que el niño atenderá a su necesidad y, en la consecución de metas, se le mostrará cuanto tiempo falta para conseguir las.

3.1.2.4. *Representación virtual y anticipación de contextos*

Se contempla que el servicio de anticipación de contextos utilice un “guion teatral” en cuya comprensión estará involucrado el elemento cognitivo de representación virtual y secuenciación de escenas. Incluido en el guion se contempla que puedan añadirse pictogramas que incluyan duración de la escena, o el estado de ánimo o la emoción a representar.

3.1.2.5. *Interfaz según TICO y control de entorno.*

Teniendo en cuenta que los niños están acostumbrados a trabajar con un CAA (TICO), tendrán más fácil la comprensión y el uso del control de entorno. La utilización de analogías en las estructuras de información se espera que facilite la navegación en los interfaces de control de entorno.

3.1.2.6. *Interfaz según TICO y OT*

Lo mismo que en apartado anterior, en el dominio del tiempo, les será más sencillo en el entorno conocido por ellos con TICO, comprender el concepto de secuencia, duración y tiempo. Este servicio utiliza también otra estructura cognitiva conocida por el alumno, la agenda de clase. Se espera por tanto una mayor facilidad de uso al utilizar ambos elementos cognitivos conocidos.

3.1.2.7. *Interfaz según TICO y contención conductual*

Se trata de mostrar al niño qué secuencia de acciones se le propone para obtener una recompensa. Al utilizar TICO (y elementos de la agenda de clase), se espera una mejor comprensión de la propuesta.

3.1.2.8. *Interfaz según TICO y anticipación de contextos.*

El servicio de anticipación de contextos utiliza un “guion teatral” en formato TICO, así que se espera que el manejo previo de este sistema de CAA facilite el uso de este servicio. Al utilizar el entorno de pictogramas conocido por los niños, se les ayudará en la comprensión de los conceptos mediante la escenificación de diferentes situaciones.

3.1.2.9. *Orientación temporal y control de entorno.*

La adquisición de habilidades en OT facilitará la comprensión de secuencias en control de entorno, y su manejo en función del momento del día.

Se contempla también la integración de la OT y el control de entorno (p.ej.: incluir en la agenda “bajar las persianas a las 20 h”), lo que ayudará a mejorar el entrenamiento de la OT y el control de entorno, ya que se podrán entrenar diferentes secuencias de activación en elementos integrados en el control de entorno, y su dependencia con el horario.

3.1.2.10. *OT y OT*

En este caso el servicio se centra directamente en el objetivo perseguido, y la habilidad cognitiva es directamente la precisada por el servicio: Se tratará de concienciar del transcurso

del tiempo mediante la planificación de tareas de forma secuencial, gestión de agenda, anticipación a acontecimientos, etc.

3.1.2.11. *OT y contención conductual.*

Experiencias realizadas con los alumnos muestran que la visualización del paso del tiempo ayuda a su capacidad de contención de conductas disruptivas, y también a la consecución de metas. La habilidad cognitiva de comprensión de la representación del paso del tiempo ayudará por tanto a la regulación del comportamiento, y esperablemente al aprendizaje de esta regulación de forma más autónoma.

3.1.2.12. *OT y anticipación de contextos.*

Por una parte, la OT apoyará las habilidades a entrenar en la anticipación de contextos facilitando comprensión de la secuencia de acciones puesta en marcha.

Por otra, se tratará de mostrar y regular el ritmo del grupo junto con su estado de ánimo, por lo que la habilidad de orientación temporal se espera ayude a su funcionamiento, y a su vez el uso de este servicio apoye la comprensión de ritmo y orientación temporal del alumno.

3.1.2.13. *Autoconsciencia y control de entorno.*

Una vez que el alumno sepa qué acciones puede realizar en el entorno en que se encuentra, se espera que su consciencia del entorno aumente en esa misma medida. Asimismo, de acuerdo a las previsiones de los profesores, se espera que la mejora en la capacidad de satisfacción de sus necesidades de forma autónoma mejore su autoestima y haga más positiva su autoconsciencia.

La mejora en la habilidad de autoconsciencia de su bienestar junto con su capacidad de influir en el entorno, se espera a su vez que mejore el uso que haga del control de entorno para motivarle a utilizarlo, y ajustarlo a su preferencia y bienestar.

3.1.2.14. *Autoconsciencia y OT.*

Se buscará que el niño se dé cuenta de su propia autonomía mediante el entrenamiento de la OT. Para los alumnos menos capaces, se espera que puedan hacerse conscientes del paso del

tiempo y su visión como un recurso. Para los más capaces, se confía que puedan llegar a ser conscientes de su capacidad de acción y su medida en los tiempos disponibles, la capacidad que la OMS señala como más elevada en cuanto a OT.

La mejora en autoconsciencia puede ser muy relevante en este servicio, dado que introducir a un niño en el tiempo y agenda puede suponer el trasladarle un estrés que la mayor parte de adultos sufre. La mejora en autoconsciencia supone darse cuenta del propio bienestar y el ritmo necesario para mantenerlo, por lo que se espera que el uso del servicio de OT mejore con la mejora de autoconsciencia

3.1.2.15. *Autoconsciencia y contención conductual.*

El entrenamiento repetido en contención conductual para conductas repetitivas y disruptivas se espera que ayude al alumno a desarrollar una consciencia de su estado personal y su capacidad de autorregulación, que pueda luego utilizar para adaptarse a situaciones sociales y/o consecución de metas. Así, en la medida que se consiga desarrollar la autoconsciencia de su estado personal, ésta será valiosa para que el propio alumno ponga en marcha las estrategias de contención que haya aprendido.

Y en el sentido inverso, la habilidad de autoconsciencia del estado personal se espera que sea un valioso instrumento en la autorregulación emocional y de conductas, en la medida que pueda darse en estos alumnos.

3.1.2.16. *Autoconsciencia y anticipación de contextos.*

En este caso es esperable mejora en ambos sentidos también. La mejora de la autoconsciencia facilitará el desenvolvimiento en situaciones en la frontera de la zona de confort del alumno. La exposición y cuidado del alumno a estas situaciones también mejorará su autoconocimiento y su capacidad de reconducción o de utilización de diferentes estrategias de adaptación.

Se ayudará a que el niño desarrolle la consciencia de su estado de su ánimo mediante la expresión de distintos estados y con distintas intensidades, y lo experimente en la anticipación de contextos.

3.1.2.17. *Interacción social y control de entorno.*

Se quiere poner de manifiesto que el trabajo en grupo es una herramienta muy útil en el entrenamiento de la interacción social manejando dispositivos del entorno. El hecho de que las acciones propias afectan a la comunidad (por ejemplo, al encender o apagar una luz), y que las acciones de otros le afectan al individuo facilita el desarrollo de dinámicas de grupo que ejerciten las capacidades sociales y colaborativas, moderadas por el profesor.

Se espera que el trabajo grupal en CE sea una herramienta válida para el entrenamiento en interacción social.

3.1.2.18. *Interacción social y OT.*

Al igual que en el apartado anterior, el trabajo grupal es una herramienta valiosa en el entrenamiento de la interacción social realizando tareas compartidas. Al ser la agenda de la clase un elemento común que afecta a cada individuo, este servicio se presta también a realizar dinámicas grupales docentes que muestran que la agenda y ritmo del grupo se ven afectadas por las acciones propias y de otros.

Se espera que el trabajo grupal en OT sea una herramienta válida para el entrenamiento en interacción social.

3.1.2.19. *Interacción social y contención conductual.*

La contención conductual influye al menos en dos áreas sociales importantes: por un lado, el suavizar las conductas disruptivas es necesario para la autonomía social de los alumnos. Por otro, entrenando la contención del comportamiento se entrena la autogestión emocional, y por tanto se mejora la integración e interacción social.

3.1.2.20. *Interacción social y anticipación de contextos.*

Mediante juegos de asignación de funciones (juegos de rol), se puede entrenar a cada alumno en roles diferentes a sus habituales, aumentando los registros sociales posibles y facilitando por tanto la flexibilidad en sus relaciones sociales. A su vez se pueden plantear situaciones en

el límite de la zona de confort del alumno, o anticipando situaciones de potencial dificultad, lo que mejorará la adaptabilidad ante diversas situaciones de interacción social.

3.1.3. Apoyo cognitivo-social específico en servicios.

Todos los servicios integran en mayor o menor medida el apoyo cognitivo y social que se persigue. En este apartado se describen los principios o mecanismos en que se basan los apoyos cognitivos o sociales que se consideran más significativos. En la [Tabla 5](#) se ofrece una primera aproximación.

El objetivo de tabla es concretar qué funciones habrán de implementarse en el sistema tecnológico para aportar el apoyo cognitivo y apoyo social perseguido en cada uno de los servicios.

3.1.3.1. *Representación virtual en el control de entorno.*

Es lo que permite a un niño utilizar una pantalla para operar en ella lo que quiere lograr en el mundo real asociando los elementos y funciones de ambos mundos. Por tanto, la implementación observará la coherencia de representación de los elementos y funciones entre estos dos mundos y su relación mediante pictogramas de ARASAAC con la opción de utilizar otras representaciones adaptadas, p.ej.: fotos de los elementos representados.

FUNCIONES COGNITIVAS A ATENDER EN EL DESARROLLO DE LOS SERVICIOS				
	Acceso cognitivo: representación virtual	Acceso cognitivo: interfaz según CAA	Acceso cognitivo: orientación temporal	Acceso cognitivo: autoconsciencia
Control de entorno (CE)	La coherencia en la asociación de elementos y acciones en la pantalla y mundo real.	La utilización de una estructura de accesos y navegación análoga a la estructura del CAA elegido.	La ubicación en el tiempo de controles diarios y escenas automatizadas.	Consciencia del entorno inmediato y la capacidad de interacción con él.
Orientación Temporal (OT)	Coherencia en la representación de acciones y espacios, coherencia en la representación de elementos temporales.	Descripción de las tareas y espacios con el CAA	Utilización de la estructura de la agenda, funciones de secuenciación, duración, y ubicación temporal.	Apoyo a la consciencia de la propia capacidad de desempeño temporal. Atención a la consciencia del bienestar personal para evitar estrés..
Contención Conductual (CC)	Reúne ambos anteriores. Necesario vigilar que el cambio de duración representada por un elemento no genere confusión.	Utiliza tanto la semántica y secuenciación del CAA en la visualización de la propuesta cuanto la representación temporal del OT.	La visualización del paso del tiempo en analogía con el servicio de OT es el soporte de la contención conductual.	Función de reconducción de conductas en interacción social.
Anticipación de contextos (AC)	Anticipación de escenarios y situaciones gracias a la inmersión virtual.	El guión del servicio sigue las secuencias como el CAA	El ritmo y los tiempos se trabajan en la anticipación de contextos	Facilita nuevas conductas, ampliación de la zona de confort y experimentar nuevos roles.
				Entrenar y reconducir lúdicamente situaciones de interacción social.

Tabla 5. Funciones cognitivas y sociales de cada servicio.

3.1.3.2. *Representación virtual en la OT.*

Los elementos virtuales que apoyan la comprensión de las tareas y los tiempos que el niño tiene en su agenda han de mantener en su representación la misma coherencia detallada en el apartado anterior.

Relativo a la representación del tiempo, en este caso lo representado del mundo real son conceptos abstractos en sí mismos, por lo que la asociación con la representación virtual puede ser cognitivamente más difícil.

Por ello, si cabe con mayor importancia que en el apartado anterior, esta representación ha de mantener la coherencia en la definición de un tiempo como una secuencia de intervalos, cada uno de una duración explícita, en principio un cuarto de hora (valor por defecto). Dado que el servicio permite la representación de diferentes duraciones temporales con un mismo elemento virtual, habrá de vigilar que no induzca a confusión en el alumno. De ser así, habría que fijar la duración del punto a 15 minutos o la unidad que se entienda más apropiada

3.1.3.3. *Representación virtual en la contención conductual o del comportamiento.*

La representación virtual aporta la secuencia a conseguir para obtener la recompensa, así como el tiempo restante de contención necesario para su obtención. Se atenderá a la misma coherencia propuesta en los dos apartados anteriores.

En este caso la importancia de vigilar que la variación de tiempo asignado a cada elemento virtual no genere confusión en el alumno, dado que el tiempo a mostrar será mucho menor y su representación hará que cada elemento luminoso represente un intervalo significativamente menor, p.ej.: de un minuto. Como alternativa, se plantea utilizar elementos diferenciados para esta representación. Si se viera que el uso de un punto para 15 min y otro igual para 1 min genera confusión, habría que diferenciar los DOTs para este servicio estableciendo una categoría de puntos “rápidos” (triangulares, con pictogramas, números...).

3.1.3.4. *Representación virtual en la anticipación de contextos.*

De forma similar a los tres servicios anteriores, al utilizar representación virtual de acciones, tiempos, ritmos y estado de ánimo, se atenderá a la coherencia ya mencionada

3.1.3.5. *Acceso cognitivo con CAA en el control de entorno.*

En este apartado tienen cabida multitud de sistemas de CAA con pictogramas y una navegación en estructura de árbol. Esto es debido a que a los usuarios se les puede entrenar a asociar distintos dibujos en el mundo virtual a distintos objetos en el mundo real.

Estos sistemas de CAA, al igual que TICO, tienen unas estructuras cognitivas que se asemejan muy bien a las estructuras de control de entorno. Existe un escalado gramatical, una estructura de metadatos (de abstracción) gramatical análoga a la estructura empleada en el control de entorno. Se dice esto porque cuando se va hablar y se escoge de una categoría (p.ej.: lo que quiero es comer, quiero comer el primer plato, y lo que quiero es verdura), hay una estructura anidada por paneles en TICO que sería la misma estructura anidada por paneles en control de entorno para concretar una estancia, un elemento en la estancia o una categoría de acciones en ese elemento.

Lo mismo que en TICO se selecciona y activa, también se opera de igual forma para las acciones que se hacen sobre los paneles de control de entorno. Como la estructura cognitiva es análoga, es una estructura cognitiva que ya conocen y les facilitará el cómo actuar con el control de entorno.

Por ello, cuando un usuario accede a una función de control de entorno está utilizando la misma estructura cognitiva en la que ya ha sido entrenado. Como los usuarios habían recibido previamente entrenamiento cognitivo con TICO, trasladarlo al control de entorno se espera que sea directo y relativamente fácil.

3.1.3.6. *Acceso cognitivo con CAA en la OT.*

El tipo de estructura cognitiva (acceso gramatical) empleado en el [apartado 3.1.3.53.1.3.5](#), es el mismo que para este apartado, teniendo una estructura cognitiva similar a TICO. Por ello se aprovecha TICO para esta estructura cognitiva, con el mismo beneficio esperable de acceso más directo y sencillo. Además, existe otra analogía entre TICO y la agenda utilizada en clase relativa a la descripción y secuenciación de eventos, lugares y tareas, por lo que mantener ambas analogías será un objetivo en el desarrollo de este servicio.

3.1.3.7. *Acceso cognitivo con CAA en la contención del comportamiento.*

La pauta que se utiliza en el entrenamiento de la contención conductual implica la comprensión de la secuencia, la duración de esta y la visualización del progreso del tiempo restante. Se repiten por tanto las observaciones detalladas en ambos apartados anteriores para el desarrollo de este servicio.

Los alumnos también han trabajado previamente la dinámica de consecución de una recompensa. Marcando al usuario la tarea que debe realizar, el tiempo que debe transcurrir y la recompensa asociada, se vuelve a obtener una estructura similar a TICO.

Por ejemplo, si se indica al usuario que no grite durante 15 s y lo consigue, se le pone un video. Entonces en pantalla aparece no gritar, aparece 15 s y se hace que de forma gráfica se represente el transcurrir de ese tiempo. En este ejemplo, la secuencia cognitiva sigue siendo del mismo tipo que TICO y se apoya en el acceso cognitivo que aporta TICO para esta aplicación.

3.1.3.8. *Acceso cognitivo con CAA en la anticipación de contextos.*

La idea es trabajar la ludificación de entornos y actividades para los colegios. Dicho de otra forma, lo que se quiere trabajar con el alumno, se le expone como un juego.

También se basa en el trabajo con entornos inmersivos, interactivos, etc.

El desarrollo de este servicio prestará atención a la coherencia de los guiones, que seguirán el formato del sistema de CAA

3.1.3.9. *OT en el control de entorno.*

Se trabaja con la comprensión virtual de la secuenciación, de la duración, y de la ubicación en el tiempo.

El desarrollo sugerirá secuencias de acciones de CE ubicadas en un momento temporal en la agenda: por ejemplo, al oscurecer el día, bajar persiana, encender luces, regular la temperatura; o antes de salir de casa, comprobar que las ventanas están cerradas, las luces apagadas, las persianas bajadas, etc.

Así, los escenarios de casa estarán relacionados con la agenda: anticipaciones, ubicación en el tiempo, comprobaciones y recordatorios.

3.1.3.10. *OT en la propia OT.*

Se trabaja con la compresión virtual de la secuenciación, la duración y la ubicación en el tiempo, porque el orden en el que van las tareas implica la secuenciación como tal y la duración porque se añaden dos o más puntos según lo que va a durar la tarea.

3.1.3.11. *OT en la contención del comportamiento*

En la contención del comportamiento es importante la orientación temporal en que se apoya el alumno al ver que disminuye progresivamente el tiempo restante de contención. Como se ha adelantado en el apartado de representación virtual, la coherencia cognitiva entre estos dos servicios ha de ser observada por el desarrollo y posteriormente en su utilización.

3.1.3.12. *OT en la anticipación de contextos*

A nivel de OT, en el teatro se puede trabajar mucho, al igual que a nivel de interacción social. Se hace tangible parte de lo que sería un juego virtual. El niño con dificultad cognitiva puede trabajar mejor. La atención y respeto a los intervalos temporales para cada secuencia puede ser relevante en el manejo de contextos.

El desarrollo de este servicio utilizará las estructuras cognitivas y de representación de la OT, de nuevo vigilando si la unidad temporal utilizada es igual o no a la utilizada en el servicio de OT.

Dentro de la anticipación de contextos existe una parte que es cambio del ritmo de la clase. A los niños se les puede estimular o relajar. Aquí se van a representar los ritmos con los que la clase va a trabajar. Se plantea la modulación de ritmo o grado de activación y tiempo.

3.1.3.13. *Autoconsciencia en el control de entorno*

De forma implícita, este servicio va a promover la mejora de la autoconsciencia sin necesidad de modificar o atender en particular ítems o aspectos en su desarrollo. El entrenamiento en el servicio aportará al alumno la consciencia de sus capacidades en su manejo.

La autoconsciencia como parte cognitiva es muy importante ya que los profesores frecuentemente repiten que: *"una de las cosas que mejora es la autoestima del chico porque pueden hacer cosas que antes no hacían"*. Ganan una autoconsciencia de su capacidad y les hace estar más seguros y satisfechos.

3.1.3.14. Autoconsciencia en la OT

Cuanto más autónomo e independiente es en su propia agenda, más consciente es de sus propias capacidades. Si además trabaja su propia capacidad de gestión de tareas, se pueden evitar situaciones de estrés y se desarrolla la autoconsciencia de cuanto provecho puede sacarse a un intervalo temporal, como por ejemplo una tarde en el colegio.

Para alumnos con mayor capacidad cognitiva, podemos abordar la dimensión (concepto) que la OMS señala como la autopercepción y auto localización en el momento del día [160]. Por otro lado, los psicólogos hablan de momentos del día de mayor y menor rendimiento, aquí se pueden relacionar momentos del día más adecuados para unas tareas que para otras.

3.1.3.15. Autoconsciencia en la contención del comportamiento.

A la hora de desarrollar el servicio de contención de conducta, es relevante tener en mente el apoyo de que el alumno sea capaz de tomar consciencia de su propio estado. Esta labor será reforzada por el profesor que guíe la actividad. De darse el paso a representar el estado anímico o emoción que tiene el alumno, este sería un servicio óptimo donde poder incorporar esa representación para facilitar el desarrollo de la autoconsciencia.

En el ámbito del alcance del desarrollo de esta tesis, esta función recae completamente en el profesor.

Los niños de EE son muy espontáneos con las emociones, y en ocasiones no son capaces de regularlas. Si de alguna forma se les pudiera ayudar a regular las emociones, tendrían una interacción social mucho más satisfactoria.

Este servicio produce una situación óptima para enseñarle al niño a observar qué nivel de agitación tiene. Esto es especialmente importante en niños con síndromes de hiperactividad,

para tener conciencia de las fases previas en que entra en dinámicas de hiperactividad y poder reconducirlas.

3.1.3.16. Autoconsciencia en la anticipación de contextos

El planteamiento es similar al realizado para el servicio de contención de conducta, en especial cuando se abordan situaciones en la frontera de la zona de confort del alumno.

3.1.3.17. Interacción social en el control de entorno

El trabajo del control de entorno en grupo permite que se le asigne un panel más complejo a la persona que tiene más capacidad, asignando tareas a cada símbolo. Además, un participante puede comprobar que otra ha realizado la tarea programada.

Para esto el desarrollo ha de atender a desplegar varios interfaces de usuario con distintos elementos cada uno asociados a los mismos elementos de control de entorno, y una actualización del estado de cada elemento. La moderación y dinámicas de grupo se deja en manos del profesor. Se puede trabajar dando rol distinto a cada persona; por ejemplo, al que es líder se le puede marcar como colaborador, al tímido se le pone de líder, etc.

3.1.3.18. Interacción social en la OT

El desarrollo del servicio de OT se modificará para contemplar su utilización grupal: se conforma una agenda en grupo en estilo TICO y después se pueden plantear revisiones una vez ejecutada.

Que se pueda realizar interacción en grupo permite la interacción social y el entrenamiento de los principios de que lo grupal afecta al individuo y viceversa. Así, este servicio aporta un instrumento para la moderación y guía del profesor en la dinámica de grupos.

3.1.3.19. Interacción social en la contención del comportamiento

La interacción social está implícita en las dinámicas y resultados esperables de este servicio, por lo que el desarrollo no requiere atención especial a este punto a nivel individual.

El uso de este servicio a nivel grupal también lleva implícita la dimensión de interacción social. Por ejemplo, si toda la clase se porta bien en tanto tiempo, habrá fiesta, y así unos cuidan de otros para llegar al propósito. De esta forma se trabaja la interacción social a través del servicio contención conductual. Se trata de ejemplificar cómo con este servicio se trabaja esta dimensión o esta plataforma trabaja lo cognitivo y lo social gracias a tener estos servicios.

3.1.3.20. *Interacción social en la anticipación de contextos*

De nuevo encontramos que el propio diseño primario de este servicio contempla la interacción social, dado que se plantea como juegos de rol o representaciones “teatrales” grupales.

Se va a dotar de un servicio tecnológico que aporta un ambiente inmersivo, donde se pueda hacer video, fotos, música, y reproducir una acción en la se van a encontrar en la realidad.

Como toda la plataforma está basada en la idea que se puede usar para anticipación de contextos mediante la escenificación, se ha escogido el estándar DMX de comunicaciones en escenificación para desarrollar una tecnología que apoye un servicio de teatro, una aplicación para que los chicos hagan teatro, unida a la capacidad inmersiva de proyecciones en pantallas (cortinas) circundantes.

3.1.4. Elementos relevantes de la implementación.

El trabajo presente busca innovar en varias áreas, tanto como ayuda individual para el control de entorno y para el tiempo como ayuda social, siendo una herramienta para la clase de educación especial.

Como ayuda individual, nace de la necesidad destacada por los docentes. Como ayuda grupal, de la extrapolación de capacidades e instrumentos de utilidad para el profesorado.

Los elementos más relevantes para implementar en lo relativo a los distintos servicios son:

- En la representación virtual.

El dispositivo dispondrá de una pantalla para mostrar imágenes y deberá ser capaz de tener acceso desde distintos dispositivos externos. Los maestros insistieron también en

que la integración de más elementos físicos de visualización sería muy importante para muchos niños, ya que estos no tienen la misma capacidad de abstracción para comprender diferentes formas y áreas de color en una superficie plana (pantalla).

- En el acceso cognitivo mediante CAA

Se prioriza la utilización del sistema de CAA ya entrenado en el colegio, buscando las analogías entre las estructuras y elementos a representar y la dinámica de TICO.

En control de entorno la analogía es directa, como se ha detallado en el apartado anterior. Como consecuencia de emplear TICO para el control de entorno, se deberá modificar el fichero de configuración del editor, para crear comandos de interacción con los dispositivos a controlar.

En OT, podrá editarse cualquier secuencia de tareas y asociarle sonidos pregrabados (por ejemplo, la voz de la madre) que podrán ser reproducidos de forma local y se configurarán de la misma manera que el maestro utiliza TICO y administra la agenda de la clase, para que sea cognitivamente coherente con el resto de desarrollos para esos niños.

Para mejorar el acceso cognitivo también se realizará el desarrollo de incluir TICO, pudiendo importar tareas de esta aplicación y ser añadidas a la tabla de OT.

También se incluirán diferentes interfaces que se puedan configurar y programar fácilmente dando total flexibilidad y también manteniendo un formato similar a TICO [161][162] para poder trabajar actividades individuales y grupales relacionadas con el tiempo y la agenda.

- Relativo al área de OT

La OT tendrá un desarrollo horizontal al resto de servicios además de su propio desarrollo como servicio. Con ello se podría comprobar el manejo del alumno en OT y permitirá mejorar la secuenciación y la gestión de la duración en las tareas.

La intervención se desarrollará en áreas diferentes, como orientación en el tiempo, secuenciación, duración de cada evento, soporte de memoria, notificación anticipada de

los avances y cambios en los eventos, y capacitación en planificación del tiempo o planificación de la agenda.

Como consecuencia del uso de agenda en la OT, surge la necesidad de trabajar con bases de datos, tanto para configurar y guardar las tareas, como para realizar un seguimiento de los servicios utilizados en la plataforma, ver mejoras, etc. Con lo que se podrá realizar un análisis del trabajo y del avance de la investigación desde el exterior de la plataforma.

- Relativo al en el área de autoconsciencia

El alcance de esta tesis deja esta área en manos del profesor, aportando el instrumento sobre el que trabajar y con el que llevar la atención del alumno hacia su estado interno o su autoconsciencia.

A nivel de diseño se ha contemplado la utilización de representaciones virtuales que permitan a los niños ser conscientes de su estado actual y poder regularlo en base a la tarea que se esté realizando y la meta que se pretenda alcanzar, quedando este desarrollo para trabajos futuros cuando se definan los ítems a mostrar y cómo hacerlo, a partir del uso que le den los docentes.

- Relativo al en el área de interacción social

Se desarrollará un entorno de multiusuario teniendo en cuenta el uso individual y/o grupal. El DOT será diseñado para la capacitación individual dentro de un grupo, siendo también útil para el grupo y teniendo en cuenta el escenario social donde se produce la capacitación.

Dado que el servicio de OT se ha desarrollado utilizando una base de datos como registro de las configuraciones, con esta aplicación se podrá compartir información común. Permitiendo que el acceso a la base de datos sea multiusuario, pueda modificarse y se actualice el estado actualizado en los interfaces de los demás participantes, solventando así su uso grupal para la interacción social.

La siguiente sección resume los aspectos tecnológicos clave del dispositivo validado en este trabajo.

3.2. Requisitos tecnológicos para el apoyo cognitivo

Este apartado repasa cada objetivo identificado en el apartado anterior desarrollando las funciones que pide de cada servicio y de la plataforma para su consecución y verificación de cada servicio.

La idea de este cuadro es plasmar las funciones requeridas en cada servicio para optimizar cada dimensión del soporte cognitivo o social, así como qué acciones tecnológicas se deben llevar a cabo para desarrollar y hacer operativa una plataforma que realice lo expuesto anteriormente. Sentará las bases de los requisitos tecnológicos de la plataforma a desarrollar y justificará la elección de las soluciones tecnológicas implementadas.

3.2.1. Apoyo de la representación virtual

Se enfoca en el desarrollo de la asociación de elementos y acciones virtuales (iconos en la pantalla) y reales. El sistema de representación por tanto ha de utilizar al máximo la representación virtual ya conocida con los iconos de ARASAAC y su expresión y relación en TICO. Esta consigna afecta a los 4 servicios elegidos, con alguna particularidad:

- En el control de entorno:
 - Habrá que introducir nuevos comandos en el entorno de TICO, añadiendo los correspondientes campos a los objetos de este editor para que su activación envíe mensajes para manejar dispositivos de entorno y que sean compatibles con los estándares de comunicaciones.
- En la OT:
 - Se necesita crear una agenda semanal donde se anoten tareas, comienzo, secuencia y duración, observaciones, imágenes y sonidos asociados, etc.
 - Se debe representar el tiempo, tanto su duración como su secuencia. Esta representación podrá ser con elementos físicos discretos o por elementos virtuales en una pantalla, para permitir diferentes formas de visualización adaptadas a las necesidades de cada entorno y alumno.
 - La representación virtual del paso del tiempo necesitará de nuevos pictogramas que añadan semántica en este campo al conjunto de ARASAAC.

- El servicio deberá ser capaz de importar ficheros TICO empleados para programar tareas, para que el alumno o alumnos puedan elaborar una agenda desde el programa de CAA que ya utilizan y migrala al servicio de OT.
- En la contención conductual:
 - Se necesita representar la secuencia contención/recompensa que se le propone/pide al alumno en el mismo lenguaje virtual de la plataforma, y añadir la información de tiempo de cada fase de la secuencia con la misma representación virtual del tiempo. Para ello habrá que contar con una pantalla que permita la visualización de estas secuencias e información de forma local, elemento que no tenía el desarrollo anterior a esta tesis.
- En el servicio de anticipación de contextos:
 - El desarrollo buscará la representación del guion a escenificar en el lenguaje TICO con la información temporal y emocional, mostrando de esta forma coherencia en su representación virtual y la asociación de los pictogramas con la semántica utilizada. En este caso la pantalla puede ser la de cualquier plataforma para dar flexibilidad a su utilización.

También se requiere del desarrollo del registro de actividades y tiempos que permita la evaluación de la mejora en la asociación entre el mundo virtual y el real y su interacción con la plataforma, para cada uno de los servicios mencionados.

3.2.2. Apoyo del acceso cognitivo con CAA

Para dar soporte al acceso cognitivo a los servicios se plantea diseñar una interfaz hombre-máquina siguiendo el mismo esquema del lenguaje TICO, para aprovechar sus estructuras “gramaticales” y de navegación, una vez se han establecido los paralelismos entre las estructuras de control de entorno y del lenguaje de CAA (ver [Tabla 5](#)).

- Control de entorno:
 - Se requiere que las pantallas de información y control de entorno que se le ofrecen al usuario sean análogas a los paneles de TICO.
 - Se trabajará en un intérprete que convierta los paneles realizados en TICO a paneles de control de entorno.

- Se desarrollará un intérprete de ficheros TICO que se adapte a su estructura, siendo compatible con este.
- OT:
 - Por una parte, se requiere el desarrollo de una agenda aprovechando las estructuras de información de TICO. Los anidamientos pueden ser utilizados para distintos niveles de detalle en cada intervalo temporal. Las secuencias se trasladan de forma natural a secuencias temporales. Así, el trabajo de elaboración de la agenda podrá realizarse en TICO, con lo que la interpretación de sus ficheros resultado se vuelve a ver como una opción sencilla y viable.
 - Por otra parte, se necesita incluir nuevos pictogramas que representen semánticas temporales nuevas, como la duración en minutos de una actividad.
- Para la contención conductual:
 - Los requisitos tecnológicos que requiere este servicio son combinación de los dos anteriores.
- Para la anticipación de contextos:
 - Se precisa poder importar una interfaz realizada en TICO para la anticipación de contextos guion.
 - En el futuro, para dotar al servicio de entrenamiento en autoregulación y flexibilidad emocional el guion incluirá el estado emocional que se espera del actor, con lo que en el panel TICO deberán aparecer contenidos semánticos emocionales que ayuden al alumno a entrenarse en ellos.

De forma análoga al apoyo cognitivo del apartado anterior, también se requiere del desarrollo del registro de actividades y tiempos que permita la evaluación de la mejora en el acceso cognitivo para cada uno de los servicios mencionados.

3.2.3. Apoyo de la OT

- En el control de entorno:
 - La plataforma requiere la integración de OT en el control de entorno, de forma que se pueda elegir el estado de un elemento del control de entorno temporizado, o programarlo a que cambie en un tiempo determinado según la agenda.

- La OT también se trabajará desde el control de entorno mediante la creación de escenarios relacionados con la agenda, comprobaciones del estado ante situaciones específicas (por ejemplo, al anochecer) y recordatorios que puedan notificarse al alumno mediante cambios en elementos de control de entorno para atender accesibilidad sensorial específica.
- En OT:
 - Es evidente que el trabajo en OT es intrínseco al servicio de OT, con lo que el propio diseño del servicio servirá para dar soporte al entrenamiento buscado.
- En la contención del comportamiento:
 - Los requisitos para este servicio están incluidos en el análisis de los dos primeros.
- En la anticipación de contextos:
 - Los requisitos para este servicio están incluidos en el análisis de los dos primeros.

En este apoyo cognitivo en OT se requiere del desarrollo del registro de actividades y tiempos que permita la evaluación de la mejora en este apoyo. Al ser este apoyo cognitivo relativamente abstracto, será necesario correlacionar esta información con la observación del profesorado para evaluar la mejora en alguna de las áreas de OT para el alumno en entrenamiento, incluyendo asimismo la esperable disminución de estrés asociado a los cambios de actividad, e intentando recabar datos para discernir en qué medida las mejoras son debidas a automatización de procesos, como se ha evidenciado en las experiencias desarrolladas, o a la comprensión e integración de los procesos temporales, lo que supondría una mejora estabilizada en la autonomía personal del alumno.

3.2.4. Apoyo de la autoconsciencia

- Para todos los servicios, se requiere del desarrollo de un registro de acciones y tiempo, con el que objetivar la mejora en el uso del servicio, a la vez que una observación del manejo temporal y la realización de tests específicos que permitan valorar la mejoría en la comprensión y consciencia personal de la propia capacidad y sus limitaciones temporales.
- Para poder evaluarla, se plantea una realimentación adicional del estado de ánimo del alumno, aunque en fases posteriores a la realización de esta tesis, dejando estos

requerimientos para acciones futuras. Por ejemplo, se contempla la captación de señales biométricas que permitan conocer el estado emocional del alumno y mostrarle esta información mediante códigos de color e intensidad de luz en un elemento de utilización personal.

- En el caso de la anticipación de contextos, se plantea la representación de los ritmos grupales, que añadirían la dimensión grupal a esta ampliación de consciencia personal.

3.2.5. Apoyo de la interacción social

- Para poder entrenar a los alumnos en la dimensión social con el control de entorno y OT, se necesita que puedan operarse desde distintos interfaces, dado que cada alumno puede requerir una personalización diferente.
- Esto supone que el sistema de control de entorno ha de poderse comandar desde varios paneles tipo TICO, y a su vez que cada modificación que realice un alumno ha de verse reflejada en un tiempo razonablemente corto en los interfaces de todos los que están actuando. Por tanto, se requerirá una centralización del estado de cada elemento, por ejemplo; en una base de datos, y el refresco frecuente del estado de cada elemento en cada panel de usuario al menos tras cada cambio de estado de cualquier elemento.
- En la OT, se desarrollará una función multiusuario en la elaboración o revisión de la agenda de la clase.

3.3. Breve descripción del capítulo

El propósito de este capítulo ha sido describir cómo se adapta la metodología de investigación para cubrir los objetivos funcionales y tecnológicos del desarrollo.

En este capítulo se habla de las hipótesis estimadas para realizar una plataforma que tenga un soporte cognitivo, detallando dicho soporte en cuatro áreas para diferentes servicios, junto a un apoyo a la interacción social.

A nivel cognitivo y por extensión a nivel social, se trata de realizar una herramienta que aprovecha entrenamientos cognitivos previos de los alumnos a la vez que aprovechar la mejora cognitiva conseguida en cada servicio para beneficiar los procesos cognitivos involucrados en los otros servicios.

CAPÍTULO 4. MODELIZACIÓN DE LA PLATAFORMA E IMPLEMENTACIÓN

4.1 Sistema de modelizado

4.1.1 Diagrama de flujo de datos

4.1.1.1 Concepto.

4.1.1.2 Aplicación del DFD a la plataforma a desarrollar.

4.1.2 Diagrama Entidad-Relación (ERD).

4.1.2.1 Concepto.

4.1.2.2 Aplicación del ERD a la plataforma a desarrollar.

4.1.3 Modelizado de datos.

4.1.3.1 Campos y atributos de los datos.

4.1.3.2 Otros elementos de almacenamiento.

4.2 Selección de los recursos

4.2.1 Marco de trabajo.

4.2.2 Modelo-Vista-Controlador (MVC).

4.2.3 Sistema operativo.

4.2.4 Recursos software adicionales.

4.3 Cambio del soporte físico de la plataforma.

4.4 Resumen del capítulo.

4. MODELIZACIÓN DE LA PLATAFORMA E IMPLEMENTACIÓN

Este capítulo describe la modelización del funcionamiento de una plataforma, capaz de realizar los estudios propuestos y poder con ello trabajar con los niños para dotarles de una mayor autonomía.

En la descripción de la plataforma que se quiere desarrollar, se va a emplear los diagramas de flujo de datos [163][164] un método empleado en ingeniería de *software* como herramienta para definir los procesos que van a intervenir en él.

Para poder entender cómo interactúan entre sí los datos que la plataforma debe manejar, se utilizará otro método de ingeniería de *software*; los diagramas de entidad relación [165][166]. Esta herramienta ayuda a entender fácilmente, de forma visual, cómo trabajan y cómo están relacionados los elementos de las tablas de una base de datos.

Finalmente se describe el diseño y estructura de las bases de datos que contiene el sistema de control. Estas proporcionan una descripción técnica desde el punto de vista del diseño, con especial atención al flujo de datos recogidos por la plataforma y a su relación entre las distintas tablas y datos.

En el apartado 4.1 se presenta el sistema de modelizado, el cual consta de dos partes: modelizado de la plataforma (apartado 4.1.1) y el modelizado de datos (apartado 4.1.3). Una vez descrita la estructura interna del sistema, el apartado 4.2 describe las herramientas técnicas que han sido utilizadas para el desarrollo de la plataforma. Cada herramienta realiza a una parte concreta dentro del desarrollo.

4.1. Sistema de modelizado

En el modelizado de la plataforma se deben lograr dos objetivos principales:

- Describir de forma técnica lo que los usuarios demandan.
- Realizar una propuesta de diseño que pueda plasmarse en un prototipo real.

Para realizar el modelizado se han utilizado dos métodos de la ingeniería del *software*:

- Diagramas de Flujo de Datos (DFD).

- Diagramas de Entidad Relación (ERD).

Para realizar la descripción de los datos se ha seguido el siguiente proceso [167]:

- Modelizado de datos: Aquí se definen los datos procesados por la plataforma, su estructura (atributos y descripción) y las relaciones entre ellos. Se pretende registrar:
 - a. Control de usuarios.
 - b. Control de acciones realizadas en la plataforma.
 - c. Recoger las alarmas producidas en la plataforma.
 - d. Guardar configuraciones de servicios (comunicaciones, fallos de alimentación, DMX, nombres de tableros, etc).
 - e. Estado actual (usuarios conectados, tareas del DOT, alarmas, servicios activados, etc).
- Modelizado funcional y flujo de información: Los datos son tratados describiendo un recorrido a través de una lógica para realizar el cometido que se le demanda. El sistema de control recoge, una gran variedad de tipos de datos en tiempo real. Por ello es posible crear un modelo de flujo de datos siguiendo una lógica computerizada independientemente de su tamaño y complejidad basándose en herramientas estándar.

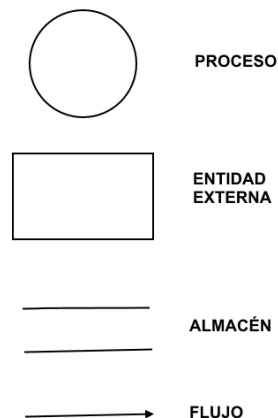
4.1.1. Diagrama de flujo de datos

4.1.1.1. *Concepto*

Es una herramienta muy eficiente a la hora de medir los procesos, tareas y actividades de un sistema. Se emplea para expresar la carga de procesos de forma gráfica, pudiendo ser complementada con otras herramientas.

El origen de los diagramas DFD, procede de las técnicas de análisis estructurado. Se utiliza para poner orden en las ideas en cuanto a la obtención de requisitos para el desarrollo del *software*. También es utilizado en cualquier campo de la gestión, en entidades, empresas o departamentos.

Fue desarrollado por Yourdon De Marco [168][169], y para la explicación del modelizado de la plataforma a desarrollar se seguirá su notación (*Figura 7*).

NOTACIÓN YOURDON*Figura 7: Notación Yourdon*

En realidad, más que una metodología es una técnica, es un método concreto para acotar las tareas y procesos de forma gráfica.

En este método se establece un modelo en el que se plasma qué debe hacer el desarrollo, el comportamiento de una determinada entidad, negocio o sistema. No muestra cómo debe hacerlo.

Los elementos más básicos que intervienen en esta notación son:

- Procesos

Son las actividades que se realizan dentro del desarrollo que se desea realizar. Se debe limitar el contexto, hacia donde va dirigido el desarrollo, estudio o análisis.

Inicialmente se tendrá un proceso fundamental que se relacionará con entidades externas.

- Entidades externas

Son aquellas a las que se mandan datos o se reciben datos de ellas. Esta entidad no hace nada para el proceso en sí, no está dentro del proceso, no interviene, pero delimita el contexto del proceso.

Son la fuente y/o destino de los datos

- Almacén.

Son los repositorios donde es necesario meter datos. Terminarán siendo bases de datos, ficheros o cualquier otro medio.

Pueden ser:

- De estructura simple: definiendo su estructura en el diccionario de datos.
 - De estructura compleja: se definen mediante un diagrama de entidad relación.
- Flujos.

Son los conductos que indican el desplazamiento entre los procesos o almacenes. Representan la acción donde los datos se mueven desde un proceso a un almacén o entre procesos.

El sistema de control se modela mediante un conjunto jerárquico de diagrama de flujo de datos en el que los niveles superiores definen las funciones de la plataforma de forma general y los niveles inferiores definen estas funciones de forma más detallada.

El nivel superior se llama diagrama de *contexto*, en el que se representan los límites del ámbito de aplicación. Aquí sólo aparece un proceso y las entidades externas con las que se relaciona.

En este primer nivel se analizan los elementos externos a la plataforma con los que tiene relación y se define el alcance del proceso.

A partir de este diagrama de contexto, se descenderá a otros niveles inferiores mediante lo que se denomina “*explosiones de un proceso*”. Es como si se metiera dentro de un proceso y se determina qué otros procesos se van a realizar y dentro de esos procesos, cuáles son los almacenes donde se guardan datos.

Es decir, se trata de dividir en otros procesos más pequeños el primer proceso principal. Se irá moviendo de nivel superior a niveles inferiores mediante explosiones.

Cada diagrama de nivel inferior deberá estar balanceado, es decir; que hereda los flujos del nivel superior de relación con las entidades externas por donde fluyen los datos. Los almacenes pueden repetirse en cualquiera de los niveles. No sucede así con las entidades externas, ya que sólo aparecen en el nivel superior (*Figura 8*).

La aplicación de esta herramienta sirve para realizar un análisis de eficiencia de procesos. Con ello se detallan cuáles son los procesos que intervienen en procesos complejos.

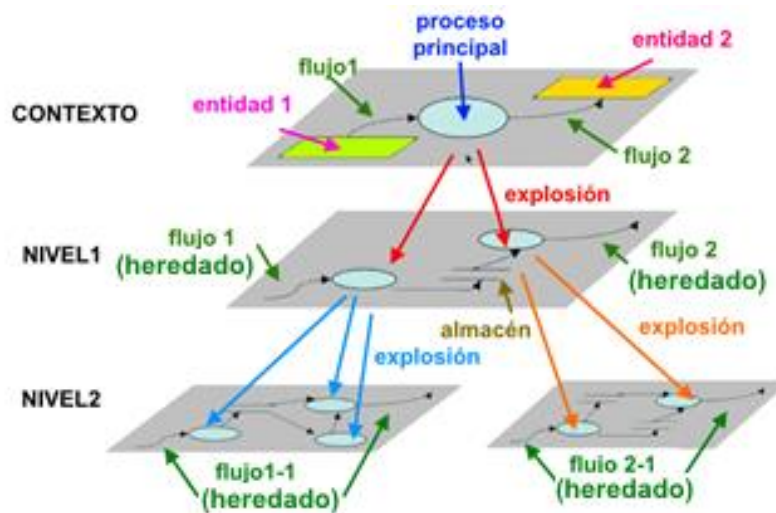


Figura 8: Ejemplo de diagrama DFD

4.1.1.2. Aplicación del DFD a la plataforma a desarrollar

En la plataforma que se desea desarrollar, el diagrama de contexto será el siguiente (Figura 9):

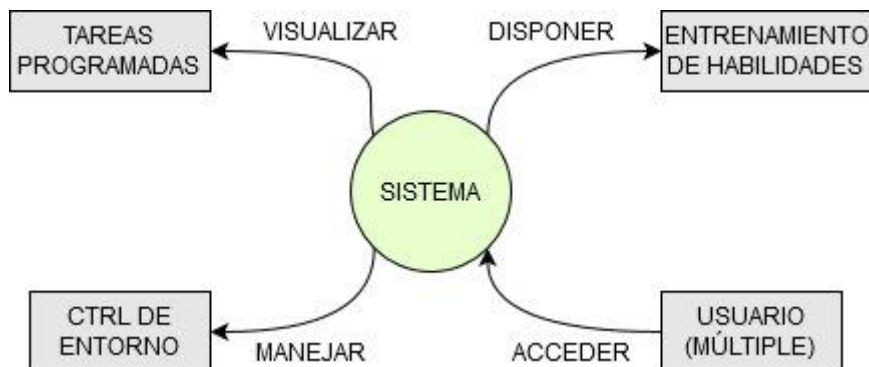


Figura 9: Diagrama de contexto del sistema de control de la plataforma a desarrollar

Se dispone de una plataforma donde múltiples tipos de usuarios pueden conectarse a la vez a través de red alámbrica o inalámbrica. Estos podrán disponer de las siguientes utilidades (Figura 10 y Figura 11):

- Control de entorno, creado a partir de TICO en el que se puede utilizar un proyecto personalizado de comunicación básico mediante pictogramas y sonidos, dando la posibilidad de repasar las tareas entrenadas en el colegio, así como las de controlar diferentes elementos domóticos estándares (solicitados por el colegio) para facilitar la independencia del sujeto.

- Dispositivo de OT (DOT), a través del cual se podrá ver el transcurso de las tareas programadas a lo largo del día, pudiéndose programar tareas de diferente duración para todos los días de la semana.
- También se dispondrá de acceso a un entrenamiento de habilidades a través de “juegos” los cuales estarán destinados a entrenar la coordinación, visión espacial y las habilidades cognitivas, desarrollar la capacidad motora fina por medio de los movimientos manipulativos pequeños, mejorar su autoestima y motivación, coordinación viso-motora, desarrollar la visión espacial, mejorar el razonamiento perceptivo y la resolución de problemas.

Por otro lado, varios administradores podrán conectarse a la vez pudiendo acceder, además de las funciones anteriormente indicadas, a la configuración de la plataforma y de los servicios de este; editar y programar tareas y listas de tareas, cargar sesiones colectivas y/o individuales con diferentes paneles TICO, consultar actividades realizadas, ver alarmas y el estado de la plataforma, activar y desactivar *webcam*, el control de usuarios, el DOT, importar tareas desde TICO, etc.

Explosionando el diagrama de contexto (*Figura 9*), se alcanza el nivel 1 el cual muestra un control de acceso el cual gestionará el tipo de usuario que se conecte (*Figura 10*). Dependiendo del tipo de usuario, se limitará el acceso a unos servicios u otros. Se permitirá la entrada a la configuración de la plataforma y de los servicios sólo a los administradores, los cuales serán reconocidos por el sistema de control de acceso mediante usuario y contraseña.

El resto de usuarios que no sean administradores, podrán disponer de los servicios de la plataforma tal y como se ha indicado anteriormente.

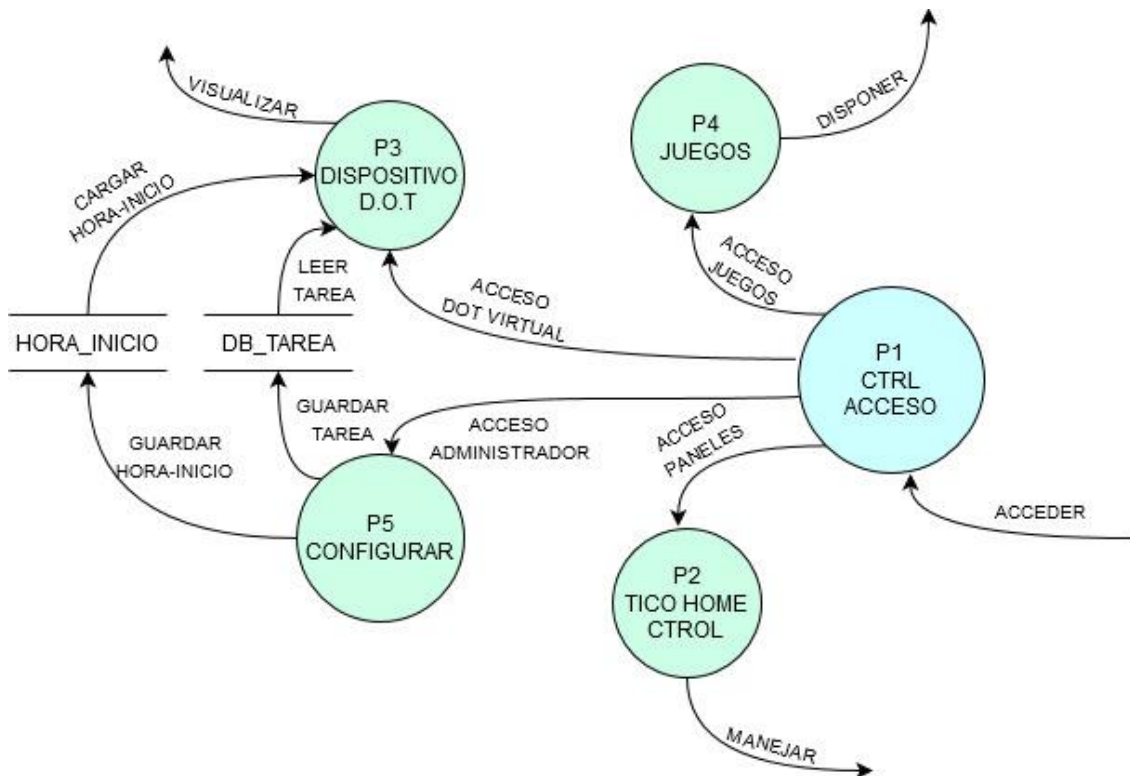


Figura 10: Nivel 1 del sistema de control a desarrollar

Si se entra en el proceso P1 del control de acceso del sistema (*Figura 11*), se observa la forma en que realizará el control de acceso y los servicios a los que se permitirá acceder. Sólo se identificará al administrador que previamente deberá estar dado de alta en el sistema del control de acceso dentro de una tabla por medio de un super administrador que tenga acceso a la base de datos que controle el alta de estos.

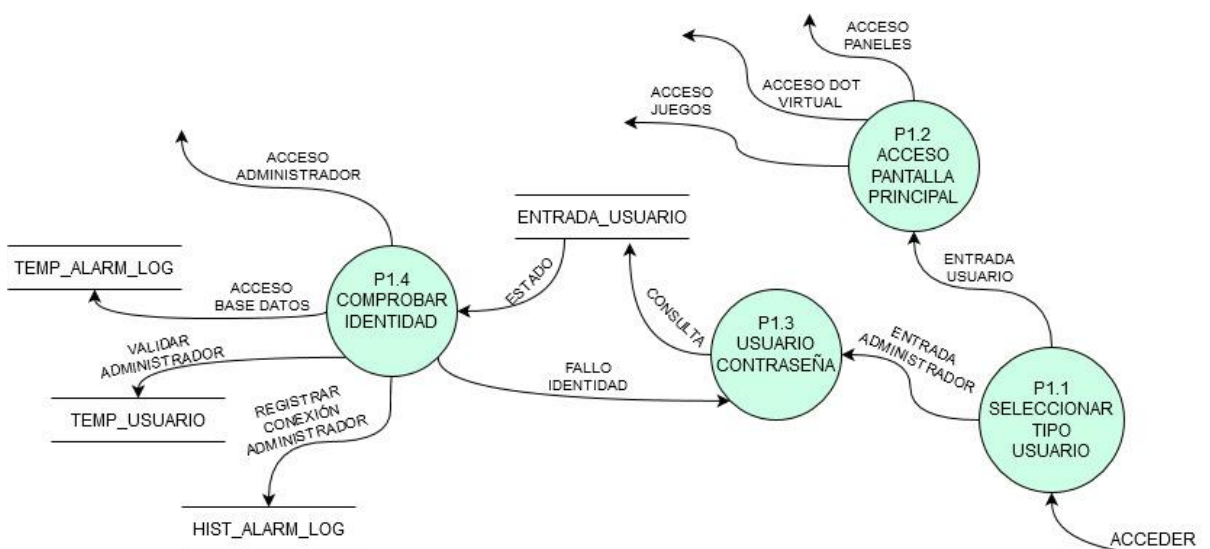


Figura 11: Nivel 2 proceso de control de acceso

Tras la validación del usuario como administrador, se actualizarán varias tablas donde se reflejará:

- Que existe un administrador conectado a la configuración de la plataforma (*TEMP_ALARM_LOG*).
- Se identificará el nombre del administrador conectado (*TEMP_USUARIO*).
- Se recogerá el momento en el que se entra a la plataforma (*HIST_ALAM_LOG*).

Con la explosión del diagrama de contexto del proceso P2 (*Figura 12*), se detalla qué hará la plataforma para cargar los tableros destinados a trabajar de forma colectiva o individual.

El usuario podrá escoger entre la carga de un panel destinado a trabajar de forma conjunta con otros usuarios o de forma individual, utilizando un navegador estándar instalado en cualquier ordenador, tableta, móvil, ... con independencia del sistema operativo que disponga la máquina (Windows, Linux, Android, Mac, ...), para visualizar el tipo de panel seleccionado.

Cuando se pulse la opción de acceso a paneles, se podrá elegir entre dos opciones:

- Cargar tablero colectivo: Para trabajar en grupo.
En este apartado, todos los usuarios acceden al mismo tablero desde sus dispositivos. Cada usuario trabajará a su ritmo, sin molestarse entre ellos.
- Cargar tablero individual: para personalizar el trabajo a una persona o conjunto de personas. En este apartado, los paneles estarán almacenados en una tabla de datos (*PANELES*).

Obviamente, será el administrador quien haya diseñado y guardado, con anterioridad, el tipo de panel colectivo y los paneles individuales.

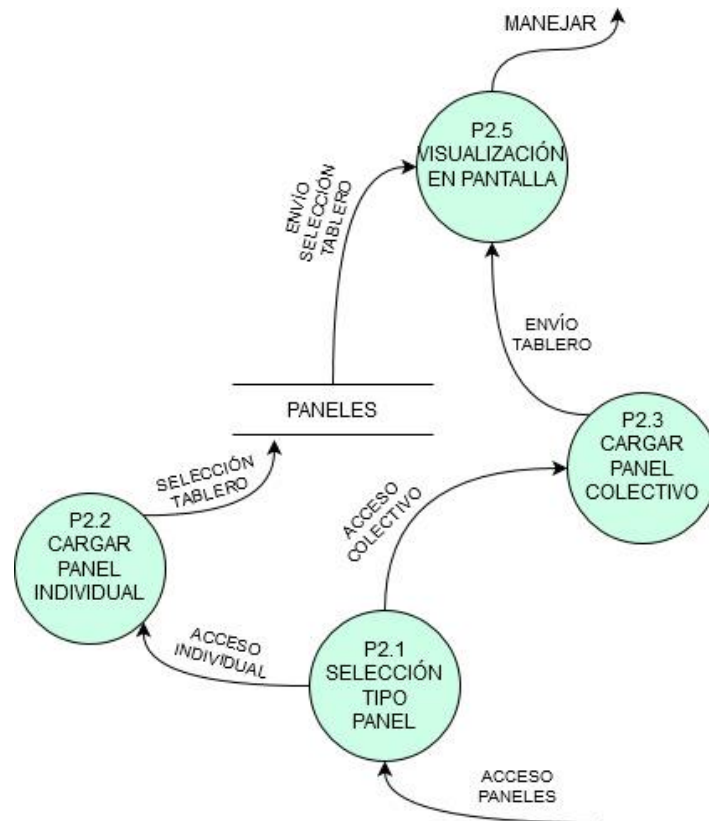


Figura 12 : Nivel 2 carga paneles individuales o colectivos

Con la explosión del diagrama de contexto del proceso P3 mostrada en la [Figura 13](#), se muestra lo que hará la plataforma para mostrar las tareas programadas para cada día de la semana.

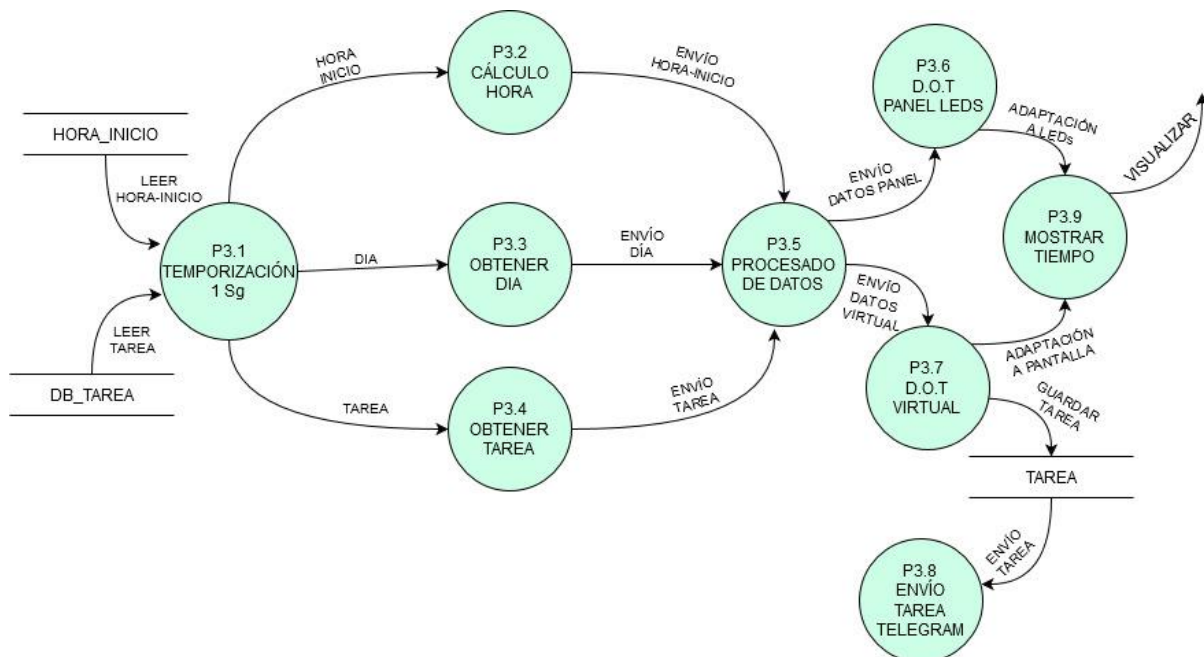


Figura 13: Nivel 2 de funcionamiento de DOT virtual

El usuario podrá visualizar de forma virtual, desde cualquier navegador en el móvil, ordenador, tableta, las tareas programadas para cada hora del día. Con ello se evitará tener que conectar algún dispositivo externo destinado a la visualización de dichas tareas.

Esto implicará un abaratamiento de costes al:

- usuario, que tendría que adquirir dicho dispositivo externo;
- desarrollador, que tendría que homologar y certificar dicho dispositivo.

El administrador será quien programará la hora de comienzo y las tareas diarias, las cuales se guardarán en dos tablas de datos (*HORA_INICIO* y *DB_TAREAS*). De estas tablas, el sistema de control obtendrá la tarea asociada para cada hora, mostrándola en la página web. Se comprobará fecha y hora actual la plataforma y se señalarán las tareas realizadas, actuales y pendientes, refrescándose cada segundo en la pantalla.

Las tareas actuales mostrarán los pictogramas asociados y con el comienzo de cada tarea se reproducirá el sonido asociado. También se enviará la tarea a una tabla de datos para ser enviada, por la aplicación *Telegram*, al teléfono/os configurado/os.

La explosión del diagrama de contexto del proceso P4 mostrada en la [Figura 14](#), muestra lo que hará la plataforma para que el usuario pueda entrenar distintas habilidades.

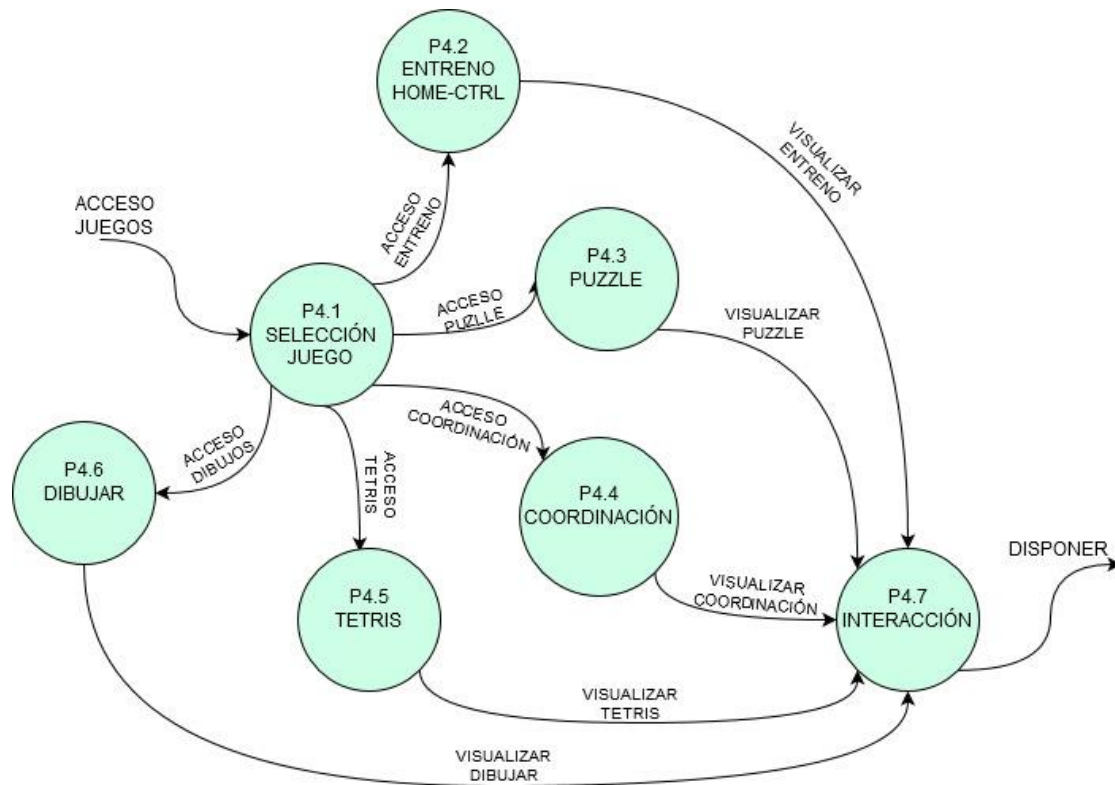


Figura 14: Nivel 2 del proceso entrenamiento de habilidades

La plataforma dispondrá de un apartado de entrenamiento de habilidades visuales y motoras para ser incluida como herramienta de ayuda y complemento al profesor, con el fin de entrenar el manejo del control de entorno por parte de los usuarios con problemas de coordinación visual y/o motora.

Dicha herramienta, estará compuesta por diversos juegos, siendo destinados a entrenar la coordinación, visión espacial y las habilidades cognitivas, desarrollar la capacidad motora fina por medio de los movimientos manipulativos pequeños, mejorar su autoestima y motivación, coordinación viso-motora, desarrollar la visión espacial, mejorar el razonamiento perceptivo y la resolución de problemas.

Finalmente, la explosión del diagrama de contexto del proceso P5 mostrada en la [Figura 15](#), muestra lo que hará el sistema de control para poder configurar la plataforma y cumplir con las funciones que se desean.

Si se entra en el proceso P5 correspondiente al funcionamiento de la plataforma, se permitirá configurar cada parte que integra el sistema de control de esta. Estos bloques estarán diferenciados por colores en la [Figura 15](#):

- Configuración de paneles y control de entorno, color verde.

En dicha opción se entrará en la edición de paneles, donde se podrá seleccionar entre la carga de panel colectivo y carga de paneles a nivel individual.

La carga de panel colectivo servirá para que todo un colectivo pueda trabajar con un tablero creado desde el editor de TICO.

La carga de paneles individuales se empleará para trabajar con tableros TICO de forma individualizada, asignando uno o varios tableros a una persona o varias personas.

Podrán trabajar simultáneamente varias personas, estableciendo cualquier tipo de combinación en la forma de trabajar con los tableros.

El control de entorno consistirá en el manejo de diferentes elementos domóticos comerciales empleando el entorno de TICO. Se adaptará la interfaz, del editor de TICO para poder manejar dichos dispositivos sin necesidad de modificarlos.

Cuando se entre en esta opción se almacenará: que se ha entrado en modo configuración de paneles, quien ha entrado, fecha y hora y estado en el que se encuentre la *webcam*. Esto se realizará actualizando las tablas *TEMP_ALARM_LOG* e *HIST_ALARM_LOG*. Los paneles individuales se almacenarán en la tabla *PANELES*.

- Activación y desactivación de la *webcam*, color amarillo.

Esta opción permitirá habilitar y deshabilitar la *webcam*. La *webcam* permitirá al tutor o persona al cargo, comprobar el estado de la persona que esté empleando la plataforma, trabajar con paneles que dispongan de un botón de ayuda o peligro. También se podrá comprobar de forma visual, el estado de las luces del panel.

La idea será abrir una página web cuando se habilite la cámara, pudiendo desconectarla desde la propia página o desde un botón ubicado en el menú principal de configuración.

Cuando se habilite o deshabilite esta opción se almacenará: que se ha entrado en modo configuración, quien ha entrado, fecha, hora y estado en el que se encuentre la *webcam*.

Esto se realizará actualizando las tablas *TEMP_ALARM_LOG* y *HIST_ALARM_LOG*.

- Configuración de sala de estimulación sensorial, color naranja.

La sala multisensorial estará compuesta por dispositivos DMX. La manera de interactuar con cada uno de los dispositivos será a través de la configuración de sus respectivos canales. Para ello, se creará una pantalla web, donde habrá:

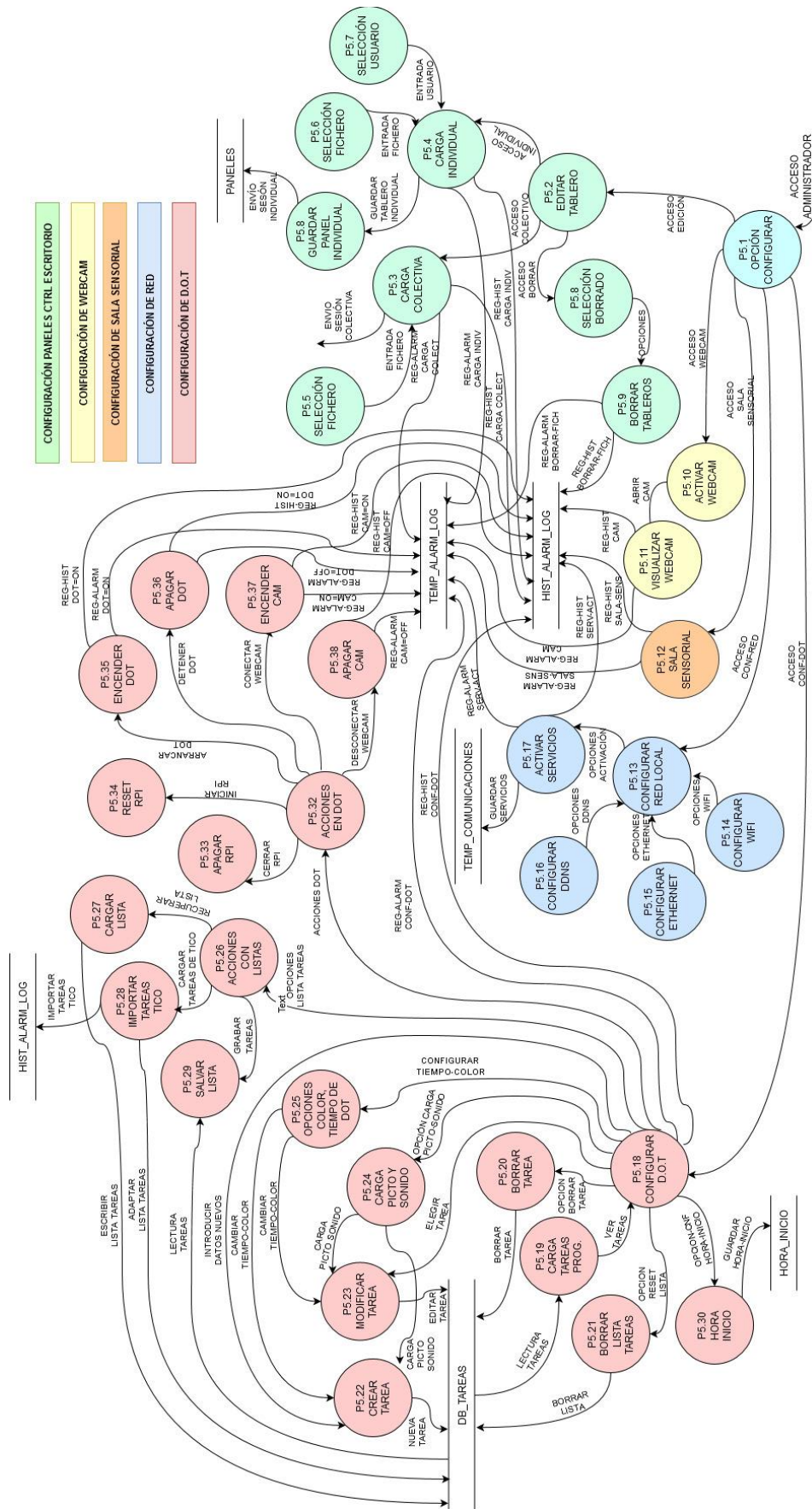


Figura 15: Nivel 2 de funcionamiento del sistema de control de la plataforma

- Casillas de entrada de dirección del dispositivo DMX.
- Casillas de activación o desactivación del dispositivo.
- Barras de desplazamiento que den valores a los canales de los dispositivos a medida que estas se desplacen.
- Posibilidad de poder grabar y reproducir (manual y automáticamente) escenas dentro de bancos.

En esta opción se almacenará que se está configurando la sala de estimulación, quien lo hace, fecha, hora y estado en el que se encuentre la sala. Esto se realizará actualizando las tablas *TEMP_ALARM_LOG* y *HIST_ALARM_LOG*.

- Configuración de red, color azul.

Desde una pantalla única, se podrá configurar la red *ethernet* y la *wifi*. Ambas dispondrán de opciones de configuración de dirección IP, máscara de red, puerta de enlace, DNS1 y DNS2. Además, se podrá configurar en la *wifi* el nombre de la red a conectar (ISSID), contraseña y protocolo de seguridad.

Habrán unos campos comunes para la configuración del DDNS: subdominio, usuario y contraseña. Se probará con algún proveedor gratuito de DDNS, p.ej. *FreeDNS*.

Se podrá activar y desactivar la red *ethernet* y *wifi*, DDNS para ambas y activar servicio de “Telegram”.

En esta opción se almacenará que se está configurando la red de comunicaciones, quien lo hace, fecha, hora y estado en el que se encuentre la sala. Esto se realizará actualizando las tablas *TEMP_ALARM_LOG* y *HIST_ALARM_LOG*. Además, quedará registrado en la tabla *TEMP_COMUNICACIONES* los servicios activados.

- Configuración DOT, color rosa.

En esta opción se mostrará una página web dividida en dos partes:

- a. Una primera ventana de lectura de tareas programadas, donde se verá:
 - La fecha y hora actual la plataforma.
 - Las tareas programadas para cada día de la semana.
- b. Una segunda ventana donde se podrá trabajar con:
 - Tareas:

- Creando nuevas tareas.
- Modificando cada tarea.
- Consultando configuración de tarea.
- Eliminando tarea.
- Cargando nuevos ficheros de pictogramas y de sonido.
- Asignando pictogramas y sonidos a tareas.
- DOT y Pantalla LCD:
 - Configurando el color de cada tipo de tarea.
 - Configurando el tiempo.
 - Activando y desactivando las luces y la pantalla LCD.
- Lista de tareas:
 - Inicializando la lista de tareas.
 - Cargando una nueva lista con tareas.
 - Salvando la lista de tareas.
 - Importando lista de tareas.
 - Modificando la hora de comienzo de tareas diarias.
- Acciones externas de la plataforma:
 - Arrancando o apagando el DOT, la *webcam* y el sistema de control.
 - Inicializando las luces y la pantalla LCD.

En esta opción se almacenará que se está configurando el DOT, quien lo hace, fecha, hora y opción que se está configurando. Esto se realizará actualizando las tablas *TEMP_ALARM_LOG* y *HIST_ALARM_LOG*. La lectura, creación y modificación de las tareas, se realizará en la tabla *DB_TAREAS*.

Cualquier acción llevada a cabo con la lista de tareas quedará reflejada en la tabla *HIST_ALARM_LOG*. Cuando se modifique la hora de comienzo de actividades diarias, se guardará en la tabla *HORA_INICIO*.

4.1.2. Diagrama Entidad-Relación (ERD)

4.1.2.1. Concepto

Esta herramienta está destinada a trabajar con bases de datos.

Una base de datos es una colección de información que está organizada para poder almacenar, gestionar, actualizar y acceder a los datos fácilmente.

Existe mucha información de movimientos en una base de datos y puede llegar a ser complicado a entender cómo los elementos interactúan entre sí. Por ello un diseñador que trabaje con base de datos, necesita de una herramienta de representación visual para entender fácilmente, cómo todos estos elementos están relacionados y cómo trabajan en conjunto.

Aquí es donde entran los diagramas ERD. El diagrama ERD es una especie de diagrama de flujo que describe la forma en la que se debe diseñar las bases de datos, además de mostrar la lógica de cómo se relacionan las entidades en las bases de datos.

Estos diagramas están compuestos por: Entidades. Se representan por rectángulos.

Es un objeto que representa algo del mundo real. Puede representar dos tipos de objetos:

- Objetos con existencia física. El objeto existe físicamente.
A las entidades que representan objetos físicos se llaman “*entidades concretas*”.
- Objetos con existencia conceptual. El objeto físicamente no existe, pero realmente existe. P.ej.: un *software*, una asignatura, un puesto de trabajo, etc.

A las entidades que representan objetos con existencia conceptual se les llama “*entidades abstractas*”.

- Atributos. Se representan por óvalos o círculos.

Es una propiedad o característica que describe a una entidad. Cada entidad puede tener varios atributos y que cada atributo puede tener varios registros.

Si se puede identificar cada registro por un tipo de atributo especial que identifique cada registro como único y especial, entonces se tendría un “*atributo clave*”. Un atributo clave es aquel que tiene un valor que identifica un registro específico entre todos los demás.

Es importante señalar que el atributo clave no se puede repetir, debiendo ser único.

- Relaciones. Se representan mediante un rombo.

Las relaciones describen los vínculos entre las entidades que definen cómo interactúan. Para ello se dibujarán líneas entre las entidades. Al hacerlo se está reflejando que existe algún tipo de vínculo o conexión.

La [Figura 16](#) muestra los tipos de relaciones existentes:

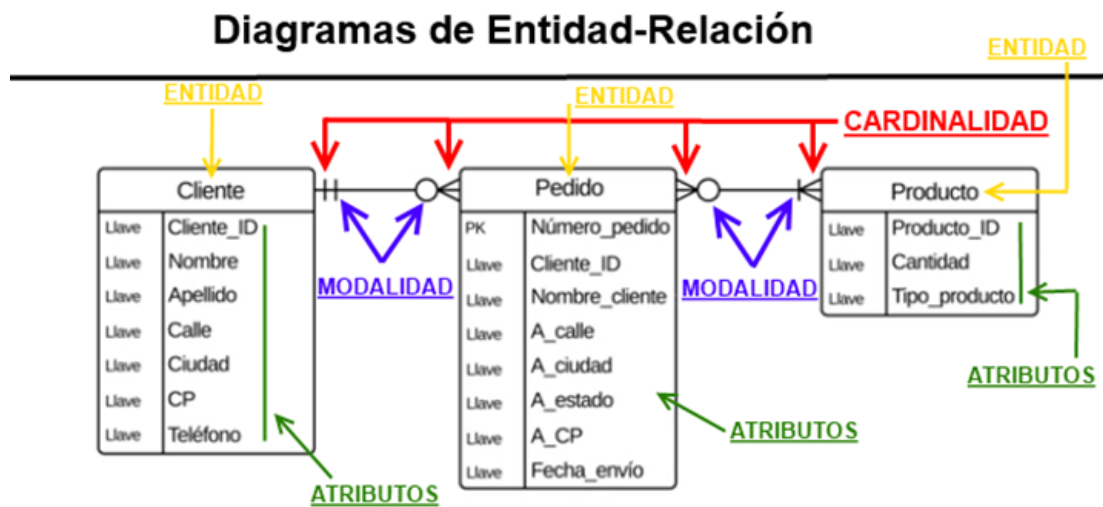


[Figura 16:](#) Tipos de relaciones entre entidades

Estas líneas realizan conexiones entre las entidades y están establecidas utilizando una variedad de símbolos especiales que indican *cardinalidad* y *modalidad*.

- *Cardinalidad*: define la relación en un contexto numérico. En particular en mínimos y máximos. La cardinalidad normalmente está expresada como “uno” o “muchos”.
- *Modalidad*: proporciona una indicación de si una entidad debe participar en la relación. La modalidad de una relación es 0 si no hay necesidad explícita para la relación suceda o si la relación es opcional. La modalidad es 1 si es obligatoria una relación.

En la siguiente figura se representa un ejemplo de diagrama ERD.



[Figura 17:](#) Ejemplo diagrama ERD

En la relación entre cliente y pedido se observa que el número mínimo de pedidos que puede hacer un cliente es cero, pero también puede realizar varios pedidos. Un pedido específico solo puede tener un cliente y solo uno.

En la relación entre pedido y producto se observa que para un pedido puede haber un producto, pero también puede haber varios. Sin embargo, un producto puede formar parte de ningún pedido, pero también puede ser parte de muchos pedidos.

4.1.2.2. *Aplicación del ERD a la plataforma a desarrollar*

Teniendo en cuenta la relación de los diagramas DFD del apartado 4.1.1.2, se establece el diagrama ERD de la [Figura 18](#). En este diagrama se reflejan las relaciones entre las diferentes entidades y los atributos que van a componer estas.

Descripción de las tablas

Los datos en el sistema de control estarán distribuidos mediante cuatro bases de datos, señaladas por líneas discontinuas en la [Figura 18](#). Cada base de datos contendrá diferentes tablas con los datos que se manejen para cada función que realice la plataforma.

La primera base de datos (*ENTRADA_DATOS*), contendrá tablas de habilitación de alarmas, habilitación de usuarios y habilitación de diversos servicios de comunicaciones (*ENTRADA_ALARMAS*, *ENTRADA_USUARIO* y *COMUNICACIONES* respectivamente). El motivo de existencia de estas tablas, es debido a que será más fácil habilitar y deshabilitar opciones desde aquí que estar revisando código de programación.

Si se deshabilita alguna opción dentro de estas tablas, no se reflejará ningún cambio de estado de esa opción en las tablas que se describen a continuación ni en la tabla de históricos.

Existirán también otras tablas que muestren el estado actual de la plataforma: servicios que estén siendo utilizados, usuarios conectados y servicios de comunicación activados (*TEMP_ALARM_LOG*, *TEMP_USUARIO* y *TEMP_COMUNICACIONES*).

Finalmente, una tabla de históricos (*HIST_ALARM_LOG*) guardará todos los cambios de estado, conexiones de usuarios, modificaciones en configuración de la plataforma, envío de sesiones colectivas e individuales, habilitaciones y deshabilitaciones de servicios de comunicaciones, DOT, *webcam*, hora de encendido, apagado y reinicio de la plataforma, etc.

La segunda base de datos (*DOT_DB*), contendrá los datos referentes a las operaciones llevadas a cabo con el DOT. Una tabla contendrá las tareas programadas para cada día de la semana y la configuración de la plataforma para cada una de las tareas (*DB_TAREAS*).

Una tabla (*HORA_COMIENZO*), guardará la hora de comienzo de tareas para todos los días de la semana. Finalmente, otra tabla (*TAREA*), guardará la tarea que se comience a realizar, para ser enviada por el servicio de *Telegram* al teléfono móvil que se haya configurado.

Una tercera base de datos (*PANELES*), tendrá la tabla de paneles (*NOMBRE_PANEL*) con los que se vaya a trabajar de forma individual. Dicha tabla tendrá el nombre del panel TICO asociado a cada usuario y el camino donde se guardará en el sistema de control de la plataforma.

La cuarta base de datos (*DMX*), estará destinada a guardar los valores de los dispositivos DMX que contiene una sala de estimulación sensorial. Dichos valores estarán guardados en una tabla (*VISUAL*), ya que cuando se manejan dispositivos DMX hay que tener en cuenta, el estado de los dispositivos que se manejan y los que no se manejan. Cuando se modifique alguno, el resto deben permanecer quietos. Toda esa información se transmite en cascada a través de los dispositivos en serie.

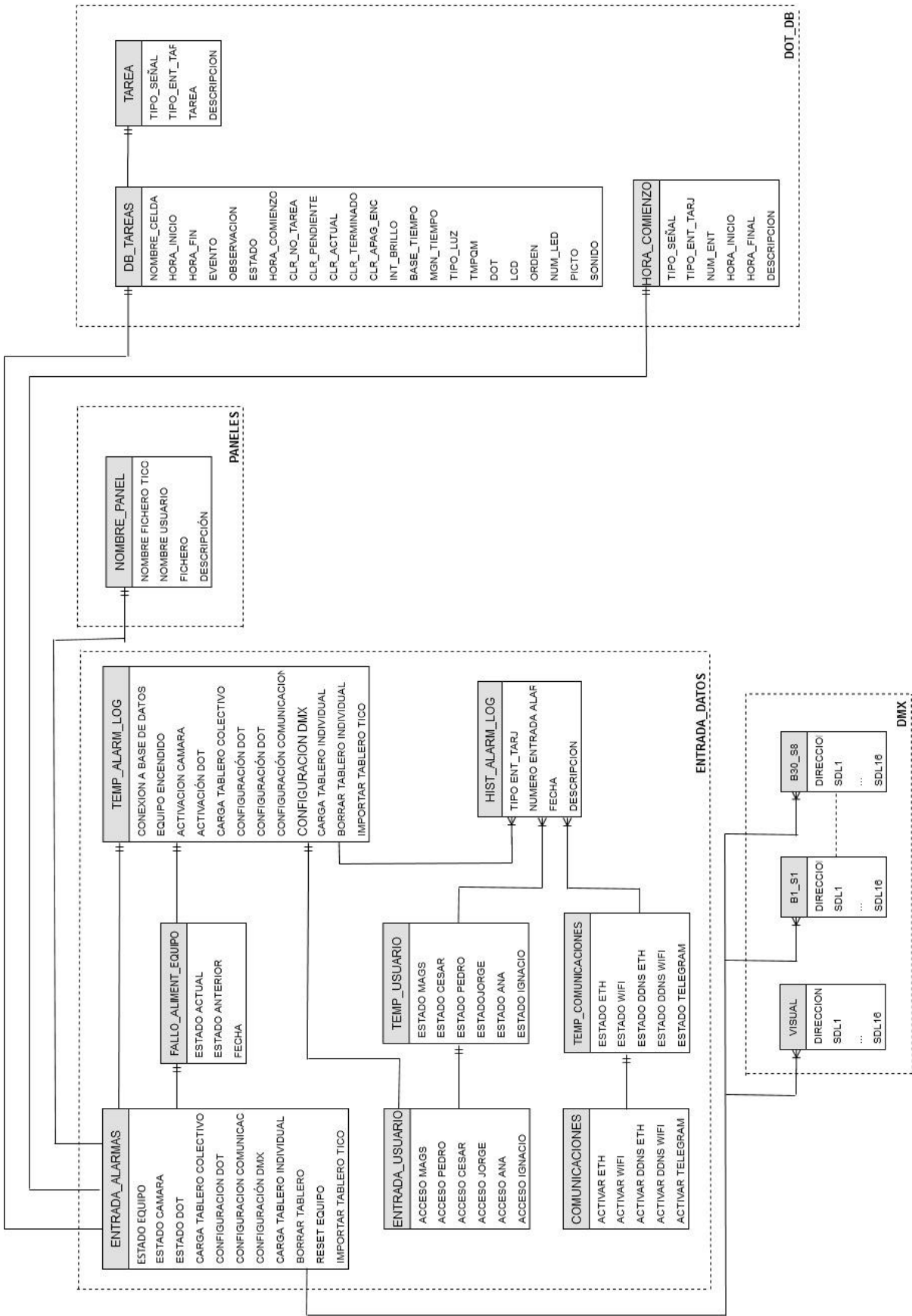


Figura 18: Diagrama ERD de la plataforma a desarrollar

Debido al protocolo de comunicación para el control de dispositivos de iluminación DMX, se pueden crear bancos con diferentes escenarios donde se configuren diferentes juegos de luces. Toda esta información se guardará en diferentes tablas (*B1_S1* a *B30_S8*), que se irán leyendo cuando la plataforma reproduzca de forma manual o automática las secuencias de luces programadas.

Descripción de la relación de entidad

La relación de entidad de las tablas *ENTRADA_ALARMAS*, *ENTRADA_USUARIO* y *COMUNICACIONES* hacia *TEMP_ALARM_LOG*, *TEMP_USUARIO* y *TEMP_COMUNICACIONES* es de uno y sólo uno, ya que cada valor activado o desactivado únicamente modifica un valor en la tabla de estados actuales. En sentido contrario, no tiene sentido que las tablas de estados puedan modificar algún valor de las tablas que conceden permisos de activación.

La relación de entidad de las tablas *TEMP_ALARM_LOG*, *TEMP_USUARIO* y *TEMP_COMUNICACIONES* hacia *HIST_ALARM_LOG* es de uno y muchos, ya que la tabla de históricos puede recoger un o varios cambios de estado producidos en las tablas temporales. En sentido contrario la tabla de históricos no puede modificar a las tablas de estados.

La relación de entidad de las tablas *ENTRADA_ALARMAS* hacia *DB_TAREAS* y *HORA_COMIENZO* es de uno y sólo uno respectivamente, ya que la tabla de habilitación de permisos permite que se pueda acceder a la configuración del DOT y a la hora de comienzo de las actividades diarias. En sentido contrario no tiene sentido que el acceso a la configuración del DOT y modificación de la hora de inicio de actividades puedan modificar los permisos de habilitación.

La relación de entidad de la tabla *DB_TAREAS* hacia *TAREA* también es de uno y sólo uno, ya que la tabla *TAREA* no puede ser refrescada si no existe tarea programada. En sentido contrario no tiene sentido la relación.

Finalmente, la relación de entidad de la tabla *ENTRADA_ALARMAS* hacia las tablas *VISUAL* y *B1_S1* a *B30_S8* es de uno y sólo uno respectivamente, ya que la tabla de habilitación de permisos permite que se pueda registrar el acceso a la configuración de luces de la sala sensorial y a la configuración de diferentes bancos y escenas. En sentido contrario la relación de identidad no tiene sentido.

4.1.3. Modelizado de datos.

El modelado de datos consiste en tres apartados de información interrelacionados: establecimientos de datos, sus atributos que los describen y la relación que conecta a unos con otros.

En los apartados siguientes 4.1.3.1 y 4.1.3.2 se muestran los datos, los atributos y como se almacenan dentro de las bases de datos del sistema de control de la plataforma.

4.1.3.1. Campos y atributos de los datos

Como se ha explicado antes, el sistema de control consta de cuatro bases de datos.

Cada una de las bases de datos, contiene a su vez diferentes tablas que clasifican los datos actualizados en función del cometido de estos.

A continuación, se pasa a describir la estructura de cada tabla y tipo de datos y sus atributos en cada una de ellas.

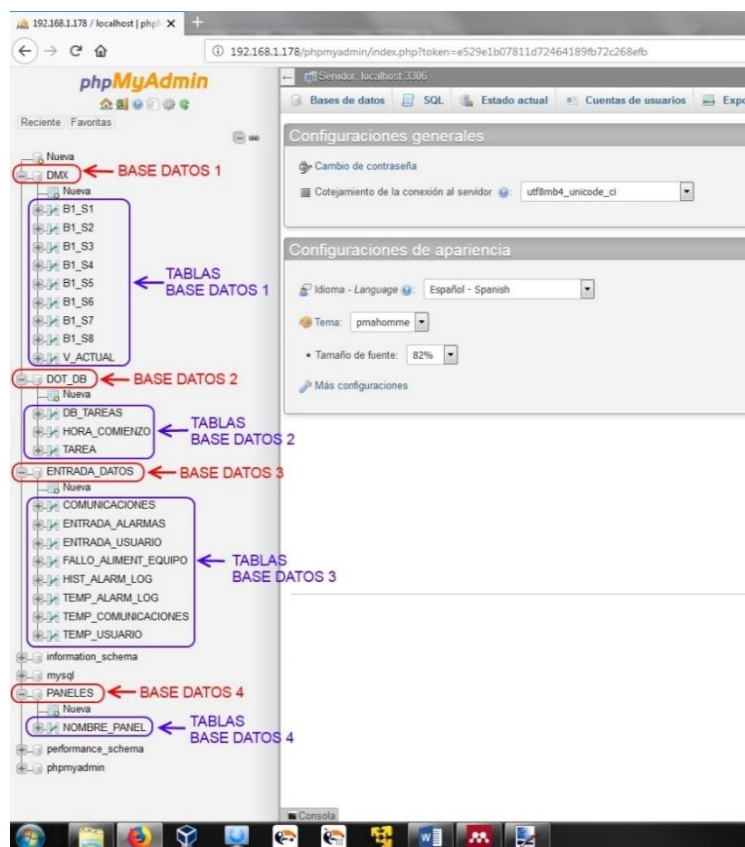


Figura 19. Bases de datos contenidas en el sistema de control de la plataforma

Base de datos: ENTRADA_DATOS

Tabla: COMUNICACIONES

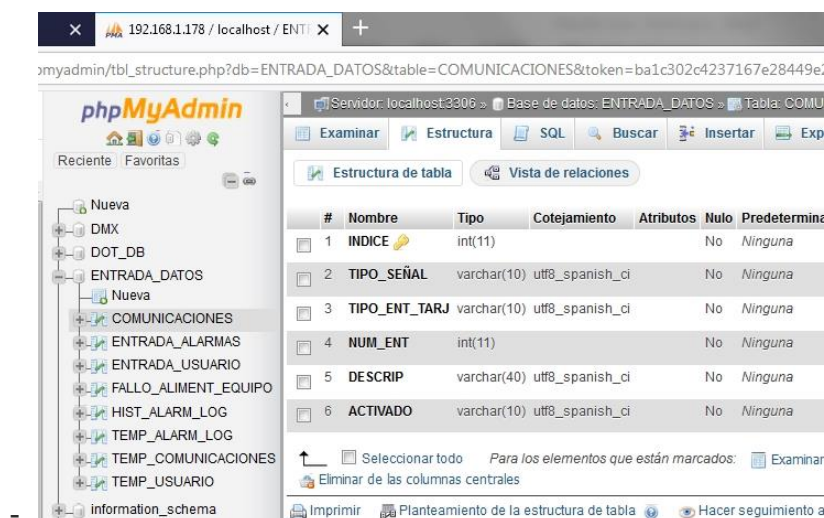
La plataforma puede comunicar a través de diferentes tipos de comunicaciones (wifi y ethernet), de forma independiente o utilizando las dos vías a la vez. Por otro lado, se puede acceder a la plataforma desde una red local (a través de su dirección IP) o desde el exterior a través del servicio DDNS. Dicho servicio sólo funciona para una vía de comunicación, no para las dos.

También se dispone de un servicio de mensajería (Telegram), para enviar la tarea actual programada anteriormente en el DOT.

Todos estos servicios, se habilitan o deshabilitan en esta tabla.

Su estructura es la mostrada en la [Figura 20](#). En ella están los nombres de los campos y sus atributos los cuales se describen a continuación.

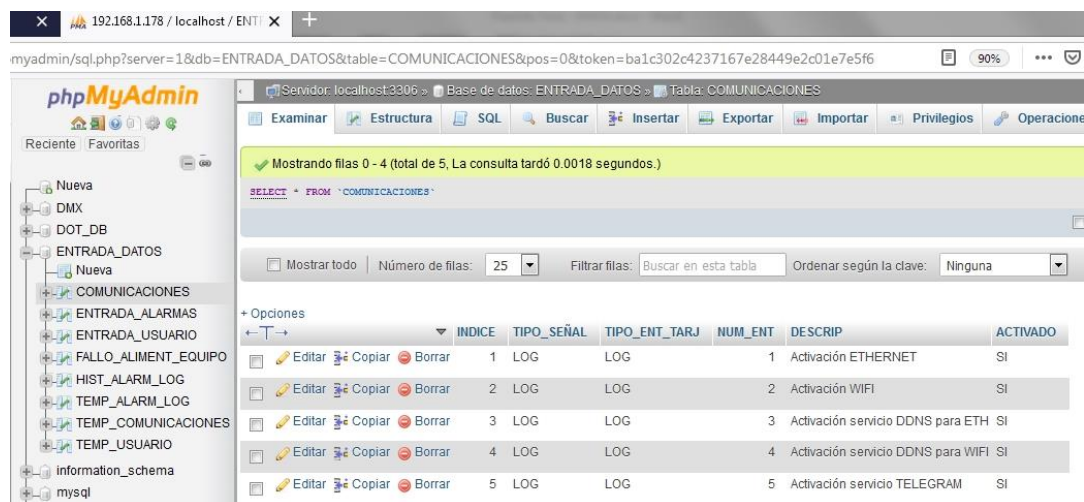
- INDICE: indica el número de orden del servicio de comunicación para habilitar.
- TIPO_SEÑAL: tipo de señal. Puede ser física o lógica.
- TIPO_ENT_TARJ: tipo de tarjeta a través de la cual entra la señal. Puede ser física o lógica.
- NUM_ENT: número de la señal de entrada en la tarjeta.
- DESCRIP: descripción de señal.
- ACTIVADO: indica si se habilita (SI) o deshabilita (NO).



#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predetermina
1	INDICE	int(11)			No	Ninguna
2	TIPO_SEÑAL	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna
3	TIPO_ENT_TARJ	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna
4	NUM_ENT	int(11)			No	Ninguna
5	DESCRIP	varchar(40)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna
6	ACTIVADO	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna

Figura 20. Estructura de tabla de habilitación de comunicaciones

En la [Figura 21](#) se muestra la activación de los diferentes tipos de comunicaciones (*wifi*, *ethernet*), servicio DDNS para cada tipo de comunicación y servicio envío de mensajería *Telegram*.



myadmin/sql.php?server=1&db=ENTRADA_DATOS&table=COMUNICACIONES&pos=0&token=ba1c302c4237167e28449e2c01e7e5f6

Base de datos: ENTRADA_DATOS - Tabla: COMUNICACIONES

Mostrando filas 0 - 4 (total de 5, La consulta tardó 0.0018 segundos.)

SELECT * FROM `COMUNICACIONES`

Mostrar todo | Número de filas: 25 | Filtrar filas: Buscar en esta tabla | Ordenar según la clave: Ninguna

	INDICE	TIPO_SEÑAL	TIPO_ENT_TARJ	NUM_ENT	DESCRIP	ACTIVADO
☐ Editar ☐ Copiar ☐ Borrar	1	LOG	LOG	1	Activación ETHERNET	SI
☐ Editar ☐ Copiar ☐ Borrar	2	LOG	LOG	2	Activación WIFI	SI
☐ Editar ☐ Copiar ☐ Borrar	3	LOG	LOG	3	Activación servicio DDNS para ETH	SI
☐ Editar ☐ Copiar ☐ Borrar	4	LOG	LOG	4	Activación servicio DDNS para WIFI	SI
☐ Editar ☐ Copiar ☐ Borrar	5	LOG	LOG	5	Activación servicio TELEGRAM	SI

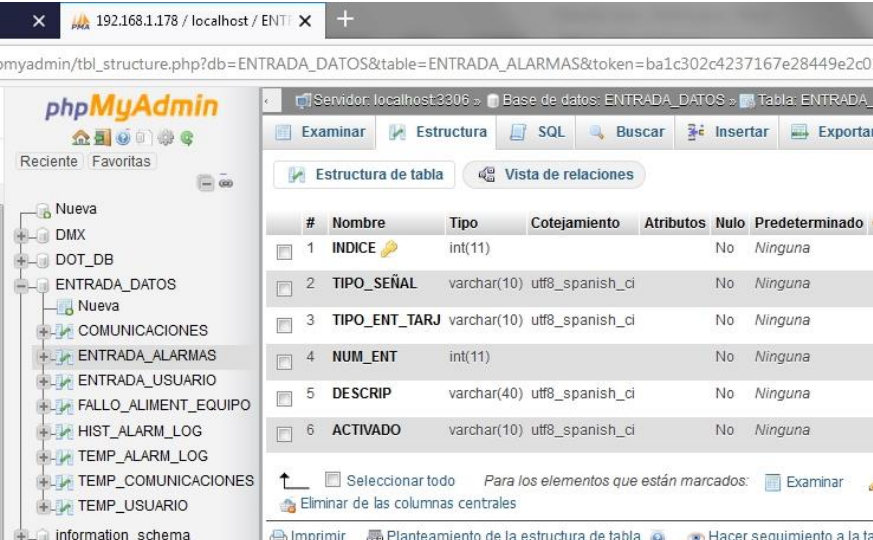
Figura 21. Tabla de activación de los servicios de comunicación

Tabla: ENTRADA_ALARMAS

Esta tabla habilita las alarmas que se pueden dar en la plataforma, las acciones que realiza el usuario y que pueden ser críticas para el correcto funcionamiento de ésta.

Su estructura es la mostrada en la [Figura 22](#). En ella están los nombres de los campos y sus atributos los cuales se describen a continuación.

- INDICE: indica el número de orden de la alarma para habilitar.
- TIPO_SEÑAL: tipo de alarma. Puede ser física o lógica.
- TIPO_ENT_TARJ: tipo de tarjeta por la cual entra la alarma. Puede ser física o lógica.
- NUM_ENT: número de entrada de alarma en la tarjeta.
- DESCRIP: descripción de la alarma.
- ACTIVADO: indica si la alarma se habilita (SI) o deshabilita (NO).



myadmin/tbl_structure.php?db=ENTRADA_DATOS&table=ENTRADA_ALARMAS&token=ba1c302c4237167e28449e2c0...

phpMyAdmin

Reciente Favoritas

Nueva DMX DOT_DB ENTRADA_DATOS Nueva COMUNICACIONES ENTRADA_ALARMAS ENTRADA_USUARIO FALLO_ALIMENT_EQUIPO HIST_ALARM_LOG TEMP_ALARM_LOG TEMP_COMUNICACIONES TEMP_USUARIO information_schema

Examinar Estructura SQL Buscar Insertar Exportar

Estructura de tabla Vista de relaciones

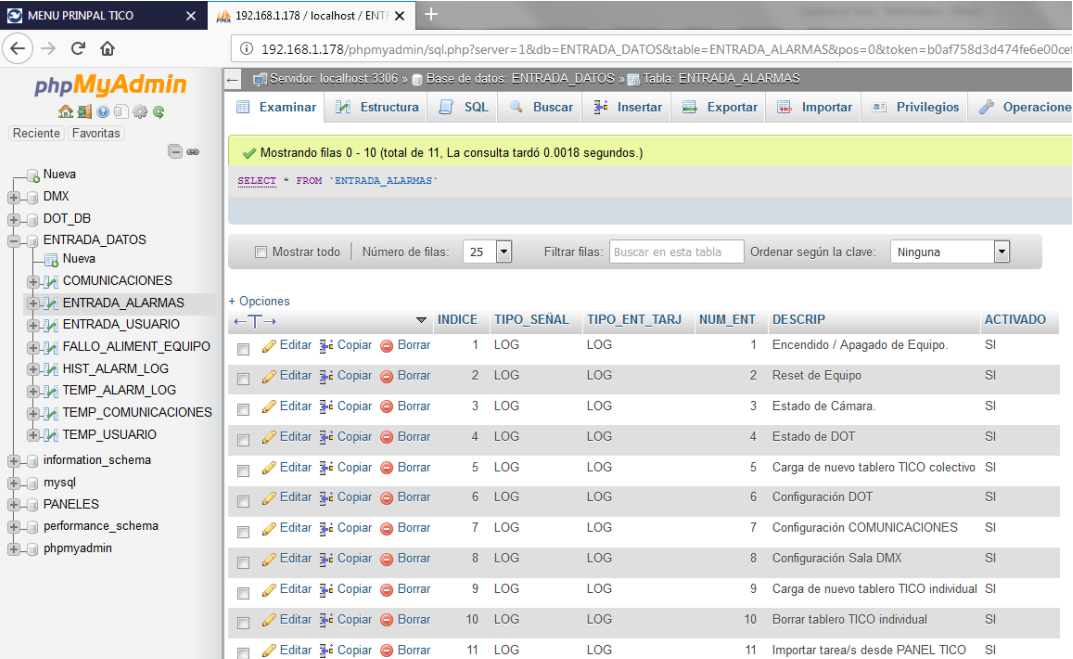
#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado
1	INDICE	int(11)			No	Ninguna
2	TIPO_SEÑAL	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna
3	TIPO_ENT_TARJ	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna
4	NUM_ENT	int(11)			No	Ninguna
5	DESCRIP	varchar(40)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna
6	ACTIVADO	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna

Seleccionar todo Para los elementos que están marcados: Examinar
Eliminar de las columnas centrales

Imprimir Planteamiento de la estructura de tabla Hacer seguimiento a la

Figura 22. Estructura de la tabla de habilitación de alarmas de la plataforma

En la Figura 23 se muestra la habilitación de las diferentes alarmas de la plataforma: encendido e inicialización de equipo, *webcam*, estado del DOT, entrada a edición de tableros colectiva e individual, entrada a configuración del DOT, configuración de comunicaciones y de la sala sensorial (DMX) e importar tareas desde TICO.



MENU PRINCIPAL TICO 192.168.1.178 / localhost / ENT...

192.168.1.178/phpmyadmin/sql.php?server=1&db=ENTRADA_DATOS&table=ENTRADA_ALARMAS&pos=0&token=b0af758d3d474fe6e00ce...

Examinar Estructura SQL Buscar Insertar Exportar Importar Privilegios Operaciones

Mostrando filas 0 - 10 (total de 11, La consulta tardó 0.0018 segundos.)

SELECT * FROM `ENTRADA\_ALARMAS`

Mostrar todo Número de filas: 25 Filtrar filas: Buscar en esta tabla Ordenar según la clave: Ninguna

+ Opciones

	INDICE	TIPO_SEÑAL	TIPO_ENT_TARJ	NUM_ENT	DESCRIP	ACTIVADO
Editar Copiar Borrar	1	LOG	LOG	1	Encendido / Apagado de Equipo.	SI
Editar Copiar Borrar	2	LOG	LOG	2	Reset de Equipo	SI
Editar Copiar Borrar	3	LOG	LOG	3	Estado de Cámara.	SI
Editar Copiar Borrar	4	LOG	LOG	4	Estado de DOT	SI
Editar Copiar Borrar	5	LOG	LOG	5	Carga de nuevo tablero TICO colectivo	SI
Editar Copiar Borrar	6	LOG	LOG	6	Configuración DOT	SI
Editar Copiar Borrar	7	LOG	LOG	7	Configuración COMUNICACIONES	SI
Editar Copiar Borrar	8	LOG	LOG	8	Configuración Sala DMX	SI
Editar Copiar Borrar	9	LOG	LOG	9	Carga de nuevo tablero TICO individual	SI
Editar Copiar Borrar	10	LOG	LOG	10	Borrar tablero TICO individual	SI
Editar Copiar Borrar	11	LOG	LOG	11	Importar tarea/s desde PANEL TICO	SI

Figura 23. Tabla de activación de alarmas de la plataforma

Tabla: ENTRADA_USUARIO

En esta tabla aparecen los usuarios que tienen acceso de administrador, su usuario y contraseña. Es desde esta tabla donde se habilita el acceso como administrador de la plataforma.

Ser administrador del sistema de control de la plataforma implica poder editar tableros (carga y borrado de tableros colectivos), programar tareas en el DOT, habilitar *webcam*, configurar la sala de estimulación, importar tareas de TICO desde el DOT, configurar la red y sus servicios.

En ningún caso se puede dar acceso desde el sistema de control de la plataforma a un nuevo usuario o modificar privilegios de otro ya existente.

Su estructura es la mostrada en la [Figura 24](#).

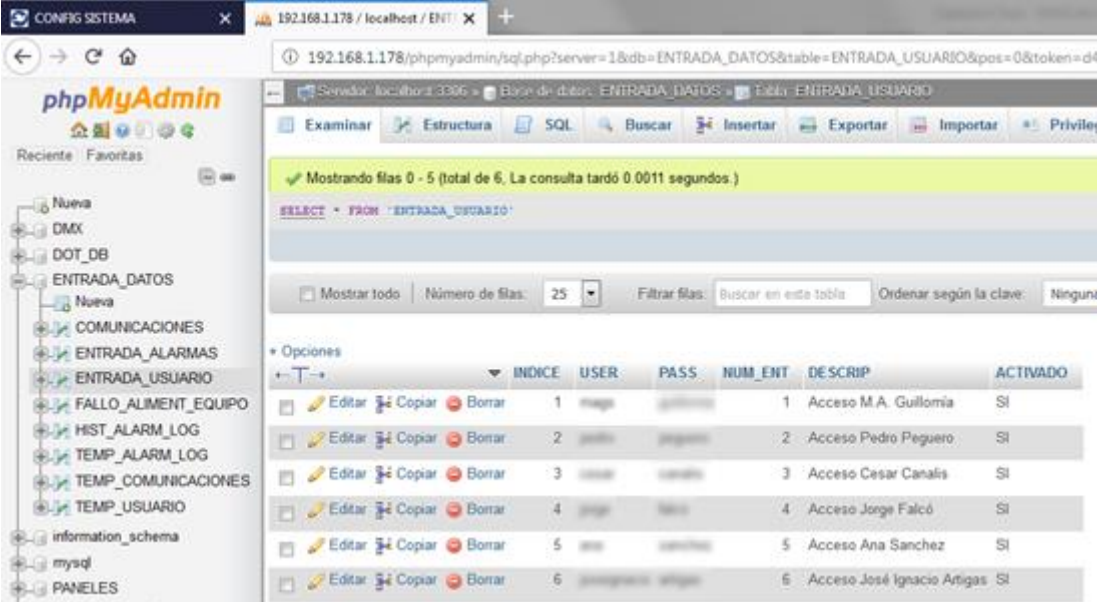
#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
1	INDICE	int(8)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
2	USER	varchar(30)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
3	PASS	varchar(30)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
4	NUM_ENT	int(8)			No	Ninguna		
5	DESCRIP	varchar(30)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
6	ACTIVADO	varchar(30)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		

Figura 24. Estructura de la tabla de habilitación de control de usuarios

Los campos y los atributos de los datos contenidos en ella son los siguientes:

- INDICE: indica el número de orden del usuario para habilitar.
- USER: identificación por nombre del usuario.
- PASS: contraseña del usuario.
- NUM_ENT: número de posición del usuario en la tabla.
- DESCRIP: descripción de la persona que accede como administrador.
- ACTIVADO: indica si el usuario está habilitado (SI) o deshabilitado (NO).

En la [Figura 25](#) se puede ver el aspecto de la tabla con los nombres, contraseñas y habilitación de los administradores de la plataforma.



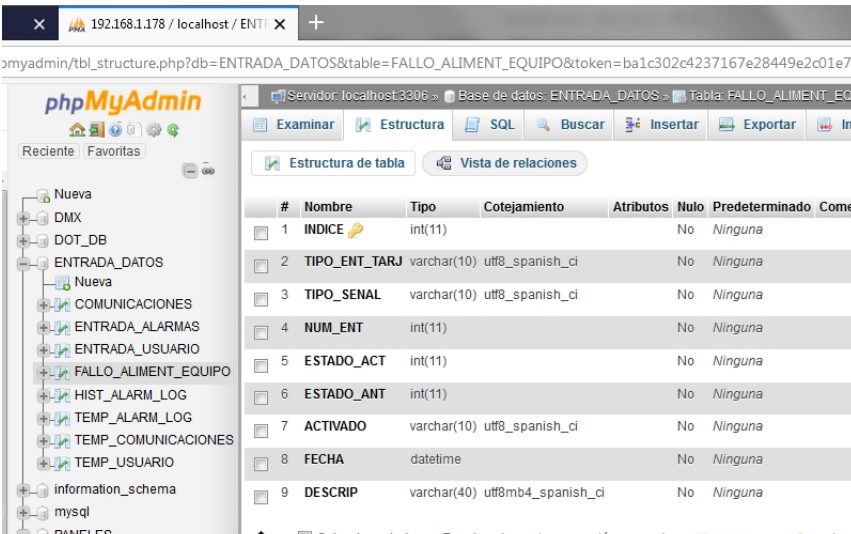
The screenshot shows the phpMyAdmin interface for the 'ENTRADA_USUARIO' table. The table structure is as follows:

INDICE	USER	PASS	NUM_ENT	DESCRIP	ACTIVADO
1	imga	gimga	1	Acceso M.A. Guilmoria	SI
2	pedro	peguero	2	Acceso Pedro Peguero	SI
3	cesar	canalis	3	Acceso Cesar Canalis	SI
4	jorge	falcó	4	Acceso Jorge Falcó	SI
5	ana	sanchez	5	Acceso Ana Sanchez	SI
6	joseignacio	artigas	6	Acceso José Ignacio Artigas	SI

Figura 25. Tabla de activación de alarmas de usuarios

Tabla: FALLO_ALIMENTACIÓN_EQUIPO

Esta tabla se recoge el modo de apagado del equipo. Su estructura se muestra en la [Figura 26](#).



The screenshot shows the phpMyAdmin interface for the 'FALLO_ALIMENT_EQUIPO' table structure. The table structure is as follows:

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comer
1	INDICE	int(11)			No	Ninguna	
2	TIPO_ENT_TARJ	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna	
3	TIPO_SENAL	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna	
4	NUM_ENT	int(11)			No	Ninguna	
5	ESTADO_ACT	int(11)			No	Ninguna	
6	ESTADO_ANT	int(11)			No	Ninguna	
7	ACTIVADO	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna	
8	FECHA	datetime			No	Ninguna	
9	DESCRIP	varchar(40)	utf8mb4_spanish_ci		No	Ninguna	

Figura 26. Estructura de la tabla de equipo mal apagado

Los campos y los atributos de los datos contenidos en ella son los siguientes:

- INDICE: indica el número de orden del indicador en la tabla.
- TIPO_ENT_TARJ: tipo de tarjeta por la cual entra el indicador. Puede ser físico o lógico.
- TIPO_SEÑAL: tipo de indicador. Es lógico (LOG).
- NUM_ENT: número de entrada del indicador en la tarjeta.
- ESTADO_ACT: valor alto si el equipo está encendido. Bajo cuando se apaga.
- ESTADO_ANT: valor bajo si el equipo se apagó bien. Alto cuando se apaga.
- ACTIVADO: indica si la alarma se habilita (SI) o deshabilita (NO).
- FECHA: indica fecha y hora cuando se arranca el equipo después del apagado.
- DESCRIP: descripción del indicador.

Al encender el equipo, el indicador ESTADO_ACT es 1 y ESTADO_ANT es 0. Apagando correctamente, se cambia el indicador ESTADO_ACT a 0 y ESTADO_ANT a 1. Si falla la alimentación o se produce un apagado inesperado el sistema de control de la plataforma detecta, por medio de estos indicadores, como se apagó el equipo. En caso de estar ESTADO_ACT a 1 y ESTADO_ANT a 0 en el momento del arranque, el equipo se apagó mal y queda reflejado en esta tabla y en la tabla de históricos (*Figura 27*).



The screenshot shows the phpMyAdmin interface. The left sidebar lists the database structure, including 'ENTRADA_DATOS' and 'FALLO_ALIMENT_EQUIPO'. The main panel displays the 'FALLO_ALIMENT_EQUIPO' table with the following data:

INDICE	TIPO_ENT_TARJ	TIPO_SENAL	NUM_ENT	ESTADO_ACT	ESTADO_ANT	ACTIVADO	FECHA	DESCRIP
1	LOG	LOG	1	1	0	SI	2019-07-02 21:56:21	Equipo mal apagado

Figura 27. Tabla de equipo mal apagado

Tabla: HIST_ALARM_LOG

En esta tabla se recogen todos los eventos, alarmas, accesos de usuario, cambios de configuración de red, en el DOT, cargas y borrado de tableros, etc., de manera secuencial y

ordenada conforme se producen en el equipo a medida que se trabaja en él. Su estructura es la mostrada en la [Figura 28](#).

myadmin/tbl_structure.php?db=ENTRADA_DATOS&table=HIST_ALARM_LOG&token=ba1c302c4237167e28449e2c01e7e5f6

phpMyAdmin

Reciente | Favoritas

Base de datos: ENTRADA_DATOS > Tabla: HIST_ALARM_LOG

Examinar Estructura SQL Buscar Insertar Exportar Importar Privilegios

Estructura de tabla Vista de relaciones

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
1	INDICE	int(8)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
2	TIPO_ENT_TARJ	varchar(4)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
3	NUM_ENT	int(8)			No	Ninguna		
4	ESTADO	int(8)			No	Ninguna		
5	FECHA	datetime			No	Ninguna		
6	DESCRIP	varchar(40)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		

Seleccionar todo Para los elementos que están marcados: Examinar Cambiar Eliminar Prim
Eliminar de las columnas centrales

Imprimir Planteamiento de la estructura de tabla Hacer seguimiento a la tabla Mover columnas Me

Figura 28. Estructura de la tabla de históricos

Los campos y los atributos de los datos contenidos en ella son los siguientes:

- INDICE: indica el número de orden de la incidencia en la tabla.
- TIPO_ENT_TARJ: tipo de tarjeta por la cual entra la incidencia. Es del tipo lógica.
- NUM_ENT: número de entrada de la incidencia en la tarjeta.
- ESTADO: valor alto cuando se produce. Bajo cuando se restablece.
- FECHA: indica fecha y hora cuando se produce la incidencia.
- DESCRIP: descripción de la incidencia producida.

192.168.1.178 / localhost / ENT | +

192.168.1.178/phpmyadmin/sql.php?server=1&db=ENTRADA_DATOS&table=HIST_ALARM_LOG&pos=0&token=38a79972b1395b5c2b21b0a8

Base de datos: ENTRADA_DATOS > Tabla: HIST_ALARM_LOG

Examinar Estructura SQL Buscar Insertar Exportar Importar Privilegios Operaciones

Mostrando filas 0 - 15 (total de 16, La consulta tardó 0.0019 segundos.)

SELECT * FROM 'HIST_ALARM_LOG'

Mostrar todo Número de filas: 25 Filtrar filas: Buscar en esta tabla Ordenar según la clave: Ninguna

+ Opciones

	INDICE	TIPO_ENT_TARJ	NUM_ENT	ESTADO	FECHA	DESCRIP
Editar Copiar Borrar	1	LOG	2	0	2019-07-11 20:02:32	Reset de Equipo
Editar Copiar Borrar	2	LOG	1	1	2019-07-11 20:02:52	Encendido / Apagado de Equipo
Editar Copiar Borrar	3	LOG	1	1	2019-07-11 20:04:58	Acceso M.A. Guillelma
Editar Copiar Borrar	4	LOG	8	1	2019-07-11 20:05:07	Configuración Sala DMX
Editar Copiar Borrar	5	LOG	8	0	2019-07-11 20:05:16	Configuración Sala DMX
Editar Copiar Borrar	6	LOG	9	1	2019-07-11 20:07:38	Carga de nuevo tablero TICO individual
Editar Copiar Borrar	7	LOG	9	0	2019-07-11 20:08:22	Carga de nuevo tablero TICO individual
Editar Copiar Borrar	8	LOG	10	1	2019-07-11 20:08:26	Borrar tablero TICO individual
Editar Copiar Borrar	9	LOG	10	0	2019-07-11 20:08:35	Borrar tablero TICO individual
Editar Copiar Borrar	10	LOG	6	1	2019-07-11 20:08:57	Configuración DOT
Editar Copiar Borrar	11	LOG	4	1	2019-07-11 20:09:07	Estado de DOT
Editar Copiar Borrar	12	LOG	3	1	2019-07-11 20:09:16	Estado de Cámara
Editar Copiar Borrar	13	LOG	3	0	2019-07-11 20:09:29	Estado de Cámara
Editar Copiar Borrar	14	LOG	4	0	2019-07-11 20:09:39	Estado de DOT
Editar Copiar Borrar	15	LOG	6	0	2019-07-11 20:09:42	Configuración DOT
Editar Copiar Borrar	16	LOG	1	0	2019-07-11 20:10:11	Acceso M.A. Guillelma

Figura 29. Tabla de históricos

Esta tabla ofrece la posibilidad de poder realizar un seguimiento de las tareas realizadas y de su duración, pudiendo filtrar por campos para un mejor seguimiento y posterior estudio del desarrollo del aprendizaje. En la [Figura 29](#) se puede ver un ejemplo de ello.

Tabla: TEMP_ALARM_LOG

En ella se recoge el estado actual de las alarmas del equipo. Está directamente relacionada con la tabla ENTRADA_ALARMAS ([Figura 23](#)). Su estructura se muestra en la [Figura 30](#).

192.168.1.178 / localhost / ENT | +

myadmin/tb_structure.php?db=ENTRADA_DATOS&table=TEMP_ALARM_LOG&token=ba1c302c4237167e28449e2c01e7e5f6

Base de datos: ENTRADA_DATOS > Tabla: TEMP_ALARM_LOG

Examinar Estructura SQL Buscar Insertar Exportar Importar Privilegios

Estructura de tabla Vista de relaciones

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
1	INDICE	int(8)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
2	TIPO_ENT_TARJ	varchar(4)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
3	NUM_ENT	int(8)			No	Ninguna		
4	DESCRIP	varchar(40)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
5	ESTADO	int(8)			No	Ninguna		

Seleccionar todo Para los elementos que están marcados: Examinar Cambiar Eliminar Prim

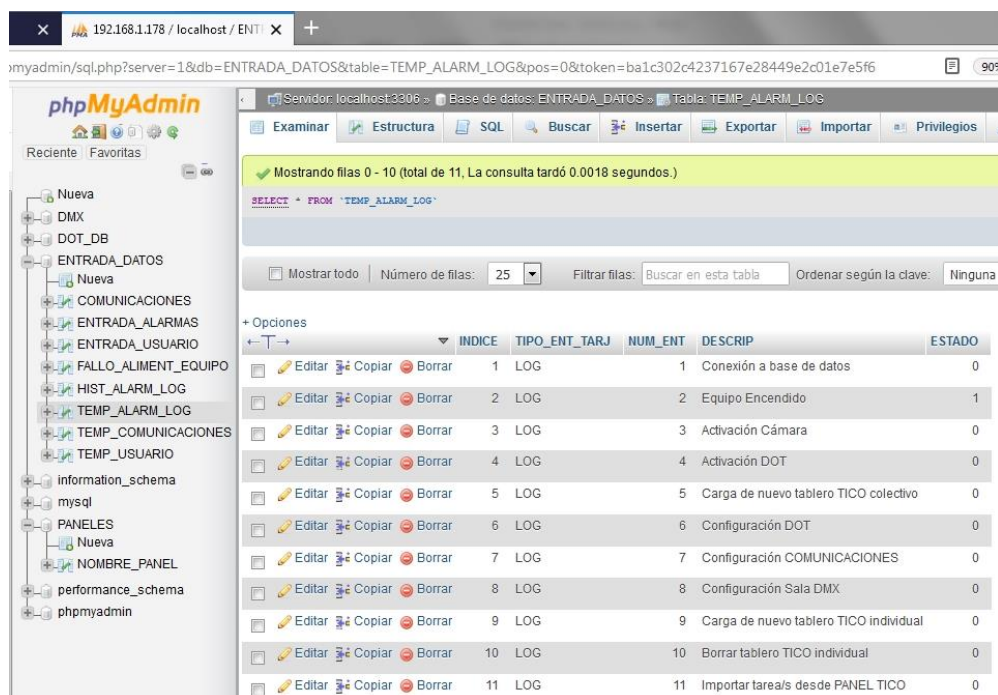
Eliminar de las columnas centrales

Imprimir Planteamiento de la estructura de tabla Hacer seguimiento a la tabla Mover columnas Mej

Figura 30. Estructura de la tabla de alarmas actuales

Los campos y los atributos de los datos contenidos en ella son los siguientes:

- INDICE: indica el número de orden de la alarma en la tabla.
- TIPO_ENT_TARJ: tipo de tarjeta por la cual entra la alarma. Es del tipo lógica.
- NUM_ENT: número de entrada de la alarma en la tarjeta.
- DESCRIP: descripción de la alarma.
- ESTADO: valor alto cuando está activada. Bajo cuando está desactivada.



The screenshot shows the phpMyAdmin interface for the database 'ENTRADA_DATOS'. The table 'TEMP_ALARM_LOG' is selected. The table structure is displayed with the following columns: INDICE, TIPO_ENT_TARJ, NUM_ENT, DESCRIP, and ESTADO. The table contains 11 rows of data.

INDICE	TIPO_ENT_TARJ	NUM_ENT	DESCRIP	ESTADO
1	LOG	1	Conexión a base de datos	0
2	LOG	2	Equipo Encendido	1
3	LOG	3	Activación Cámara	0
4	LOG	4	Activación DOT	0
5	LOG	5	Carga de nuevo tablero TICO colectivo	0
6	LOG	6	Configuración DOT	0
7	LOG	7	Configuración COMUNICACIONES	0
8	LOG	8	Configuración Sala DMX	0
9	LOG	9	Carga de nuevo tablero TICO individual	0
10	LOG	10	Borrar tablero TICO individual	0
11	LOG	11	Importar tarea/s desde PANEL TICO	0

Figura 31. Tabla de estado de alarmas actuales

Si en la tabla ENTRADA_ALARMAS (Figura 23), la alarma está desactivada, en la tabla TEMP_ALARM_LOG no se actualizará su estado y tampoco se reflejará en la tabla de históricos HIST_ALARM_LOG (Figura 29).

Tabla: TEMP_COMUNICACIONES

En ella se recoge el estado actual de servicios de comunicaciones activos del equipo. Está directamente relacionada con la tabla COMUNICACIONES (Figura 21). Su estructura se muestra en la Figura 32.



Figura 32. Estructura de la tabla de servicios de comunicaciones activos

Los campos y los atributos de los datos contenidos en ella son los siguientes:

- INDICE: indica el número de orden del servicio en la tabla.
- TIPO_ENT_TARJ: tipo de tarjeta por la cual entra el indicador. Es del tipo lógico.
- NUM_ENT: número de entrada del servicio alarma en la tarjeta.
- DESCRIP: descripción del servicio.
- ESTADO: valor alto cuando está activado. Bajo cuando está desactivado.

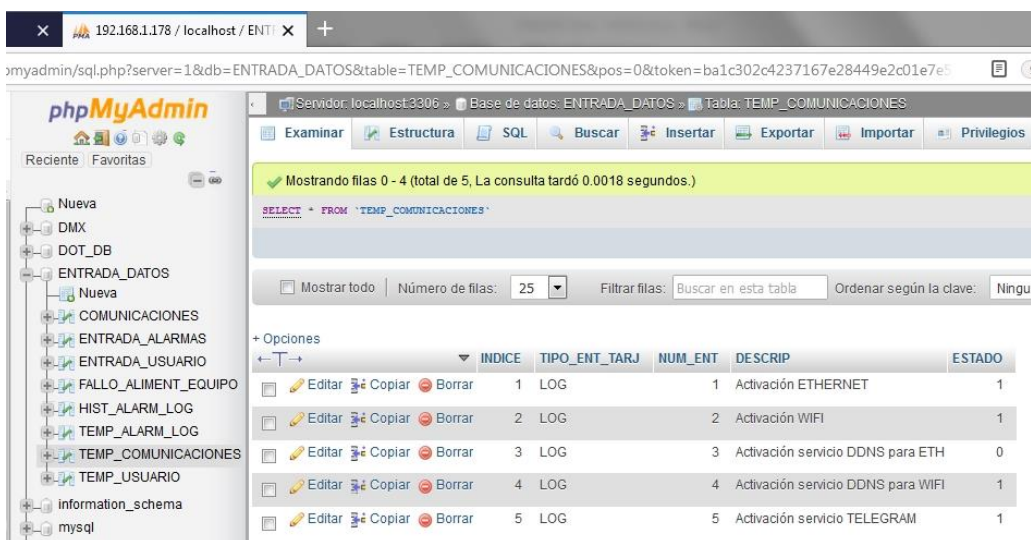


Figura 33. Tabla de estado de los servicios de comunicaciones

Si en la tabla COMUNICACIONES (Figura 21), algún servicio de comunicaciones está desactivado, en la tabla TEMP_COMUNICACIONES no se actualizará su estado aunque si se reflejará en la tabla de históricos HIST_ALARM_LOG (Figura 29) la petición de configuración.

Tabla: TEMP_USUARIO

En ella se recoge el estado actual de usuarios que están conectados al equipo. Está directamente relacionada con la tabla ENTRADA_USUARIOS (Figura 25). Su estructura se muestra en la Figura 34.

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra
1	INDICE	int(8)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT
2	USUARIO	varchar(30)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
3	NUM_ENT	int(8)			No	Ninguna		
4	DESCRIP	varchar(30)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
5	ESTADO	varchar(30)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		

Figura 34. Estructura de la tabla de usuarios conectados

Los campos y los atributos de los datos contenidos en ella son los siguientes:

- INDICE: indica el número de orden del usuario en la tabla.
- USUARIO: identificación de la persona conectada como administrador.
- NUM_ENT: número de entrada del usuario en la tarjeta.
- DESCRIP: descripción del usuario.
- ESTADO: valor alto cuando está conectado. Bajo cuando está desconectado.

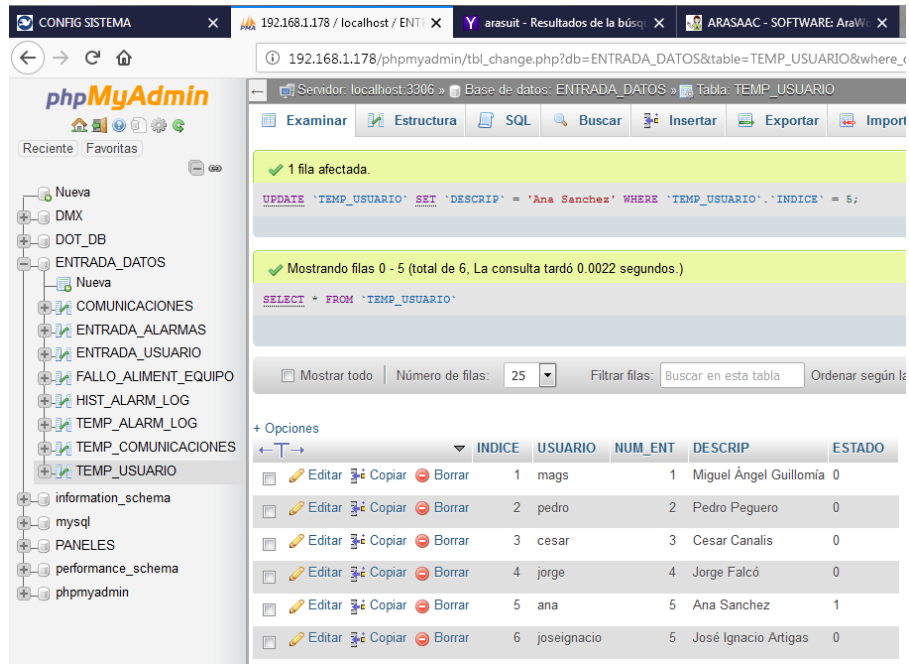


Figura 35. Tabla de estado de usuarios

Si en la tabla ENTRADA_USUARIOS (Figura 25) algún usuario está desactivado, en la tabla TEMP_USUARIO no se actualizará su estado y tampoco se reflejará en la tabla de históricos HIST_ALARM_LOG (Figura 29), dando error de usuario (Figura 36).

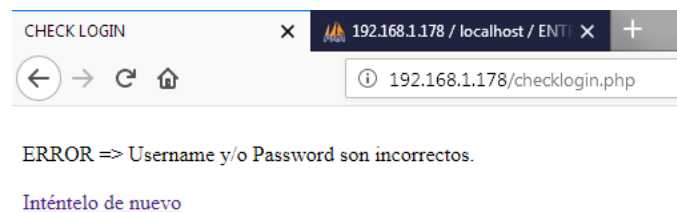


Figura 36. Ventana de error de acceso a administrador de la plataforma.

Base de datos: DOT_DB

Tabla: DB_TAREAS

En esta tabla se recogen todos los campos necesarios para configurar las tareas en el DOT. Su estructura es la de la Figura 37.

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Ext
1	id	int(11)			No	Ninguna		AU
2	NOMB_CELDA	varchar(15)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
3	HORA_INICIO	time			No	Ninguna		
4	HORA_FIN	time			No	Ninguna		
5	EVENTO	varchar(40)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
6	OBSERVACION	varchar(80)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
7	ESTADO	varchar(12)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
8	HORA_COMIENZO	time			No	Ninguna		
9	CLR_NO_TAREA	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
10	CLR_PENDIENTE	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
11	CLR_ACTUAL	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
12	CLR_TERMINADO	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
13	CLR_ENC_APAG	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
14	INT_BRILLO	int(10)			No	Ninguna		
15	BASE_TIEMPO	varchar(8)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
16	MGN_TIEMPO	int(5)			No	Ninguna		
17	TIPO_LUZ	varchar(15)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
18	TMPQM	varchar(8)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
19	DOT	varchar(8)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
20	LCD	varchar(8)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
21	ORDEN	int(5)			No	Ninguna		
22	NUM_LED	int(5)			No	Ninguna		
23	PICTO	varchar(20)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		
24	SONIDO	varchar(20)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna		

Figura 37. Estructura de la tabla de tareas programadas en DOT

Los campos y los atributos de los datos contenidos en ella son los siguientes:

- id: indica el número de orden en tarea en el DOT.
- NOMB_CELDA: contiene el día de la semana.
- HORA_INICIO: contiene la hora de inicio de la tarea.
- HORA_FIN: contiene la hora de final de la tarea.
- EVENTO: guarda la tarea a realizar.
- OBSERVACIÓN: contiene las particularidades de la tarea.
- ESTADO: indica el estado de la tarea: TERMINADA, ACTUAL o PENDIENTE.
- HORA_COMIENZO: hora de comienzo de las tareas en el día. Este campo es sustituido por la tabla HORA_COMIENZO.
- CLR_NO_TAREA: color de las tareas no programadas.

- CLR_PENDIENTE: color de las tareas pendientes.
- CLR_ACTUAL: color de la tarea actual.
- CLR_TERMINADO: color de las tareas terminadas.
- CLR_ENC_APAG: color de las tareas simultaneas.
- INT_BRILLO: intensidad de brillo de las luces.
- BASE_TIEMPO: indica si el tiempo en HORAS, MINUTOS o SEGUNDOS.
- MGN_TIEMPO: contiene el factor multiplicativo: x1, x5, x10, x15
- TIPO_LUZ: indica si en las tareas simultaneas, el avance de tiempo se representa encendiendo o apagando luces en el panel.
- TMPQM: indica si la temporización por quinceminutales está activada.
- DOT: indica si se encienden o no las luces en el panel del DOT.
- LCD: indica si la pantalla LCD se muestran los pictogramas o no.
- ORDEN: asigna el día de la semana de forma decimal, p.ej. LUNES->1, MARTES -> 2, ...
- NUM_LED: duración de las tareas. Son indicadas por luces en base a la MGN_TIEMPO y BASE_TIEMPO.
- PICTO: contiene el pictograma asociado a la tarea.
- SONIDO: contiene el sonido asociado a la tarea.

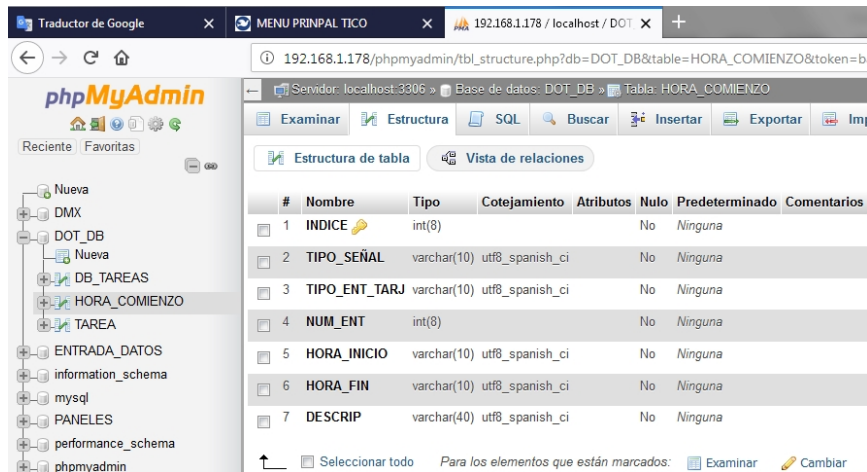
El cálculo del tiempo se realiza convirtiendo HORA_FIN y HORA_INICIO a segundos. La diferencia se convierte a la magnitud indicada en BASE_TIEMPO y se comprueba si es múltiplo del factor multiplicativo contenido en MGN_TIEMPO. Si es múltiplo el control del DOT calculará el número de luces de duración de la tarea. En caso de no ser múltiplo, el control del DOT avisará al usuario el cálculo erróneo en la duración de las tareas. El aspecto de la tabla es la mostrada en la [Figura 38](#).

[illegible]

Figura 38. Tabla de tareas programadas

Tabla: HORA_COMIENZO

En ella se recoge la hora de comienzo de las actividades diarias. Está directamente relacionada con la tabla DB_TAREAS (Figura 38). Su estructura se muestra en la Figura 39.



The screenshot shows the phpMyAdmin interface with the 'Estructura de tabla' (Table Structure) tab selected for the 'HORA_COMIENZO' table in the 'DOT_DB' database. The table structure is as follows:

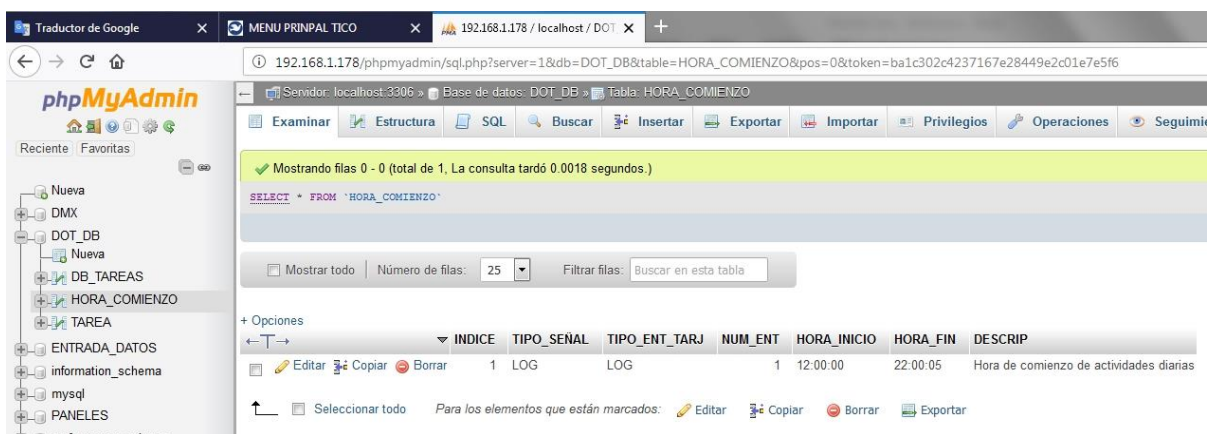
#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios
1	INDICE	int(8)			No	Ninguna	
2	TIPO_SEÑAL	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna	
3	TIPO_ENT_TARJ	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna	
4	NUM_ENT	int(8)			No	Ninguna	
5	HORA_INICIO	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna	
6	HORA_FIN	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna	
7	DESCRIP	varchar(40)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna	

Figura 39. Estructura de la tabla hora de comienzo actividades diarias

Los campos y los atributos de los datos contenidos en ella son los siguientes:

- INDICE: indica el número de orden en la tabla.
- TIPO_SEÑAL: tipo de dato. Es lógico (LOG).
- TIPO_ENT_TARJ: tipo de tarjeta por la cual entra el dato. Es del tipo lógico.
- NUM_ENT: número de entrada en la tarjeta.
- HORA_INICIO: hora de comienzo de las actividades diarias.
- HORA_FIN: hora de finalización de las tareas diarias. Como máximo 10 horas.
- DESCRIP: descripción del servicio.

El aspecto de dicha tabla es la mostrada en la Figura 40 .



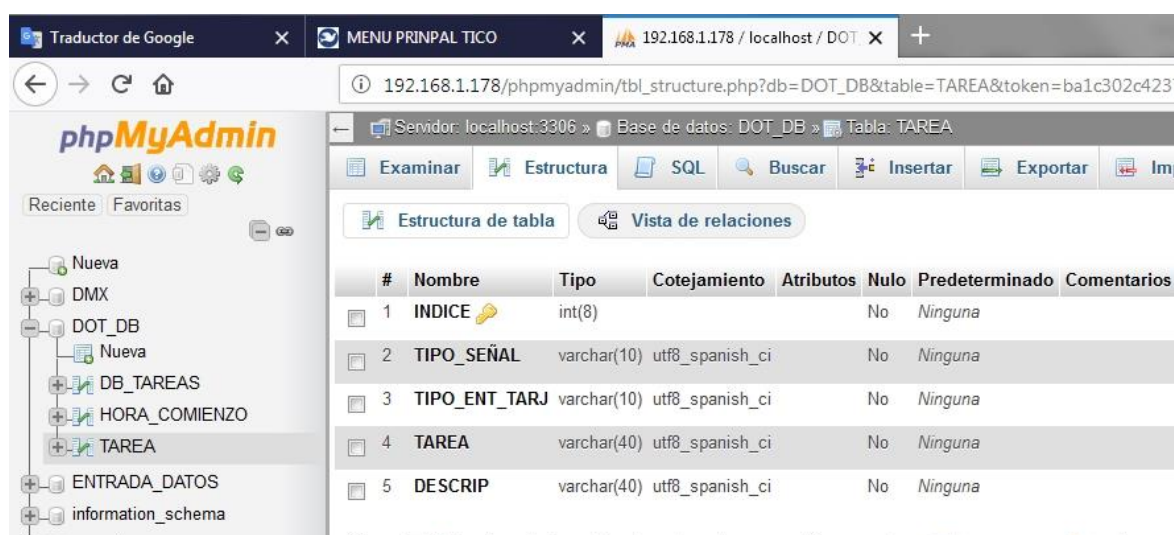
The screenshot shows the phpMyAdmin interface with the 'Examinar' (Browse) tab selected for the 'HORA_COMIENZO' table. The table displays one row of data:

INDICE	TIPO_SEÑAL	TIPO_ENT_TARJ	NUM_ENT	HORA_INICIO	HORA_FIN	DESCRIP
1	LOG	LOG	1	12:00:00	22:00:05	Hora de comienzo de actividades diarias

Figura 40. Tabla de hora comienzo de tareas diarias.

Tabla: TAREA

En ella se recoge la tarea que se enviará por la aplicación de *Telegram*. Está directamente relacionada con las tablas COMUNICACIONES (Figura 21) y DB_TAREAS (Figura 38). Su estructura se muestra en la Figura 41.



#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios
1	INDICE	int(8)			No	Ninguna	
2	TIPO_SEÑAL	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna	
3	TIPO_ENT_TARJ	varchar(10)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna	
4	TAREA	varchar(40)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna	
5	DESCRIP	varchar(40)	utf8_spanish_ci		No	Ninguna	

Figura 41. Estructura de la tabla tarea a enviar por Telegram

Los campos y los atributos de los datos contenidos en ella son los siguientes:

- INDICE: indica el número de orden en la tabla.
- TIPO_SEÑAL: tipo de indicador. Es lógico (LOG).
- TIPO_ENT_TARJ: tipo de tarjeta por la cual entra el indicador. Es del tipo lógico.
- TAREA: actividad que se va a realizar.
- DESCRIP: descripción de la tarea a enviar.

La plataforma enviará a por Telegram, la tarea programada en la tabla DB_TAREAS si dicho servicio de comunicaciones está activado en la tabla COMUNICACIONES. Esto está pensado para aviso del cuidador de la tarea que comienza en el tiempo programado. El aspecto de la tabla es la mostrada en la Figura 42.



Figura 42. Tabla de tarea a enviar por medio de Telegram

4.1.3.2. Otros elementos de almacenamiento

En este apartado se muestran las bases de datos que se complementan con las anteriores y son necesarias para el correcto funcionamiento de la plataforma, aunque no son parte fundamental del funcionamiento, si contienen datos utilizados por alguna de las herramientas de la plataforma.

Base de datos: PANELES

Tabla: NOMBRE_PANEL

En esta tabla se almacenan el nombre de los tableros individuales asignados a cada usuario con el que se desea trabajar. Su estructura es la de la [Figura 43](#).

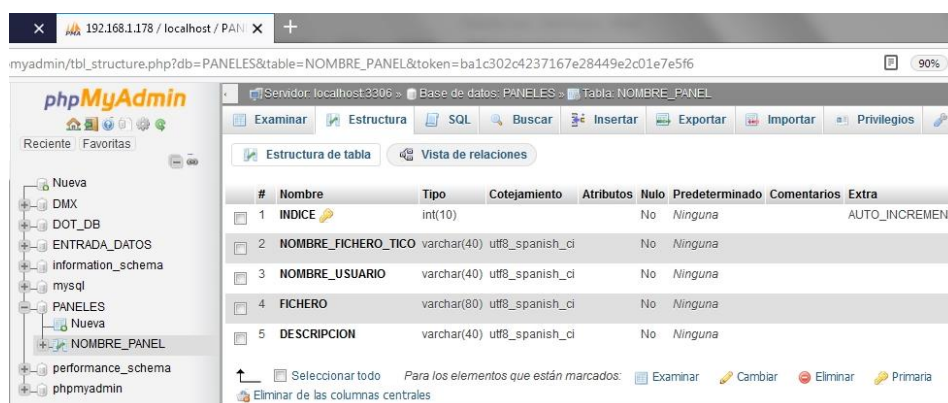
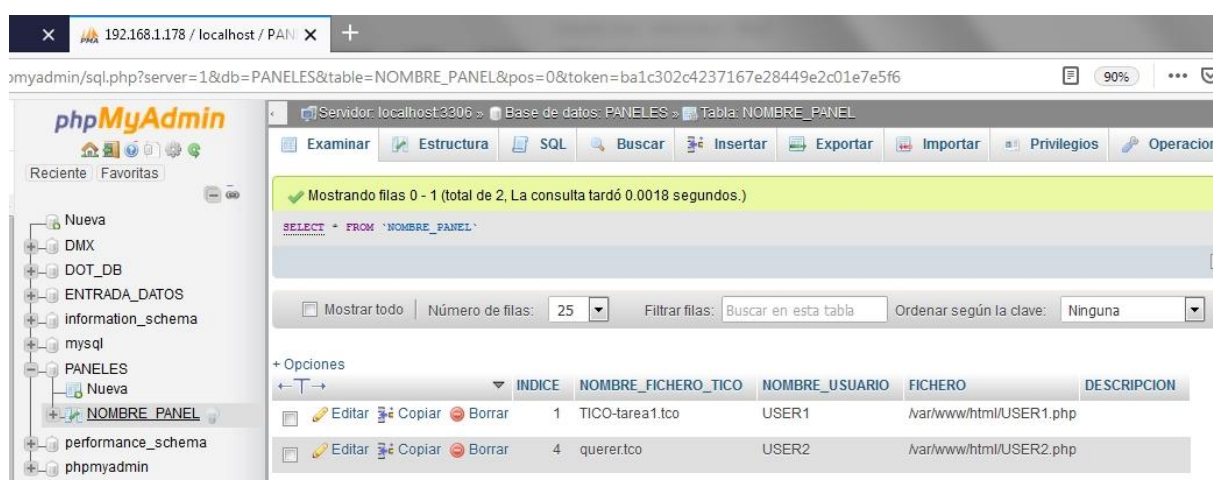


Figura 43. Estructura de la tabla de nombres de paneles

Los campos y los atributos de los datos contenidos en ella son los siguientes:

- INDICE: indica el número de orden en la tabla.
- NOMBRE_FICHERO_TICO: indica el nombre del fichero que contiene el proyecto TICO.
- NOMBRE_USUARIO: indica el nombre del usuario con el que se va a trabajar.
- FICHERO: muestra el lugar de almacenamiento del proyecto TICO en la plataforma.
- DESCRIPCIÓN: descripción del proyecto TICO.

Esta tabla es necesaria cuando se trabaja con multiusuarios de forma individual, ya que se puede asignar múltiples tableros TICO a múltiples usuarios, todos ellos a la vez. El aspecto es el mostrado en la [Figura 44](#).



The screenshot shows the phpMyAdmin interface for the 'PANELES' database. The 'NOMBRE_PANEL' table is selected, and its structure and data are displayed. The table has five columns: INDICE, NOMBRE_FICHERO_TICO, NOMBRE_USUARIO, FICHERO, and DESCRIPCION. Two rows of data are shown.

INDICE	NOMBRE_FICHERO_TICO	NOMBRE_USUARIO	FICHERO	DESCRIPCION
1	TICO-tarea1.tco	USER1	/var/www/html/USER1.php	
4	querer.tco	USER2	/var/www/html/USER2.php	

Figura 44. Tabla con nombres paneles individuales.

Base de datos: DMX

Esta base de datos está integrada por múltiples tablas, en las cuales se relacionan los bancos, las escenas y los valores configurados de cada dispositivo DMX las cuales realizan las secuencias programadas por el usuario.

Tabla: NOMBRE_PANEL

Cada tabla contiene los valores de cada dispositivo DMX, los que se modifican y los que están sin modificar. Todo ello constituye una escena. A su vez cada 8 escenas constituyen un banco. Por ello en el ejemplo de la [Figura 45](#), se muestra la estructura de la tabla con contenido de valores DMX de Banco 1 y escenas de 1 a 8 (B1_S1 a B1_S8).

#	Nombre	Tipo	Cotejamiento	Atributos	Nulo	Predeterminado	Comentarios	Extra	Acción
1	INDICE	int(5)			No	Ninguna		AUTO_INCREMENT	Car
2	DIRECC	int(5)			No	Ninguna			Car
3	SLID1	int(5)			No	Ninguna			Car
4	SLID2	int(5)			No	Ninguna			Car
5	SLID3	int(5)			No	Ninguna			Car
6	SLID4	int(5)			No	Ninguna			Car
7	SLID5	int(5)			No	Ninguna			Car
8	SLID6	int(5)			No	Ninguna			Car
9	SLID7	int(5)			No	Ninguna			Car
10	SLID8	int(5)			No	Ninguna			Car
11	SLID9	int(5)			No	Ninguna			Car
12	SLID10	int(5)			No	Ninguna			Car
13	SLID11	int(5)			No	Ninguna			Car
14	SLID12	int(5)			No	Ninguna			Car
15	SLID13	int(5)			No	Ninguna			Car
16	SLID14	int(5)			No	Ninguna			Car
17	SLID15	int(5)			No	Ninguna			Car
18	SLID16	int(5)			No	Ninguna			Car

Figura 45. Estructura de la tabla con contenido de valores DMX para Banco 1

Los campos y los atributos de los datos contenidos en ella son los siguientes:

- INDICE: indica el número de orden en la tabla.
- DIRECCIÓN: indica la dirección en decimal, del dispositivo DMX.
- SLID1 ... SLID16: indica valor en decimal de cada canal del dispositivo DMX.

La plataforma está preparada para conectar 16 dispositivos DMX con 16 canales por dispositivo. Esto hace un total de 256 canales.

Estas tablas (B1_S1 a B1_S8), sólo aparecen cuando se realiza la grabación de la escena dentro de un banco. Inicialmente no existen.

Además, existe otra tabla (V_ACTUAL), la cual siempre está presente, que recoge los valores (en decimal), actuales de todos los dispositivos DMX. Esta es necesaria porque puede darse la

posibilidad de modificar un dispositivo y no modificar otros. Sin embargo, por el puerto de comunicaciones se envía valores para todos los dispositivos DMX, modificados y sin modificar.

El aspecto de la tabla es el mostrado en la [Figura 46](#).

	INDICE	DIRECC	SLID1	SLID2	SLID3	SLID4	SLID5	SLID6	SLID7	SLID8	SLID9	SLID10	SLID11	SLID12	SLID13	SLID14	SLID15	SLID16
1	241	109	109	109	234	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figura 46. Tabla con valores decimales de todos los dispositivos DMX Banco 1 escena 8.

4.2. Selección de los recursos

Para el diseño de la plataforma que se propone en el apartado 4.1.1 son necesarios diversos elementos *hardware* y *software*. En este apartado se describen los más relevantes. En el apartado 4.2.1 se habla del entorno de trabajo y los componentes empleados para desarrollar el sistema de control de la plataforma.

Las comunicaciones se realizarán usando un protocolo de comunicación estándar adecuado para establecer comunicación de la plataforma a desarrollar con cualquier otro medio sea pc, tableta, móvil, etc, sin importar el sistema operativo utilizado.

Entre todos los componentes empleados, los más importantes en el desarrollo van a ser la arquitectura Modelo-Vista-Controlador (MVC) dado por el marco de trabajo (*framework*) y el sistema operativo.

Esta sección describe los componentes más importantes y el resto de los elementos mostrados en la [Figura 47](#) son brevemente descritos.

4.2.1. Marco de trabajo

El *framework* o marco de trabajo es un conjunto estandarizado de conceptos, prácticas y criterios para enfocar un tipo de problemática particular que sirve como referencia, para enfrentar y resolver nuevos problemas de índole similar.

En el desarrollo de *software*, un entorno de trabajo es una estructura conceptual y tecnológica de asistencia definida, normalmente, con módulos concretos de *software*, que puede servir de base para la organización y desarrollo de *software*. Típicamente, puede incluir soporte de programas, bibliotecas, y un lenguaje interpretado, entre otras herramientas, para así ayudar a desarrollar y unir los diferentes componentes de un proyecto.

Representa una arquitectura de *software* que modela las relaciones generales de las entidades del dominio, y provee una estructura y una especial metodología de trabajo, la cual extiende o utiliza las aplicaciones del dominio [\[170\]](#).

La [Figura 47](#) muestra los componentes del entorno del sistema de control y las aplicaciones contenidas en él. Todos ellos se han utilizado para hacer más fácil, cómodo y amigable el manejo de la plataforma al usuario.

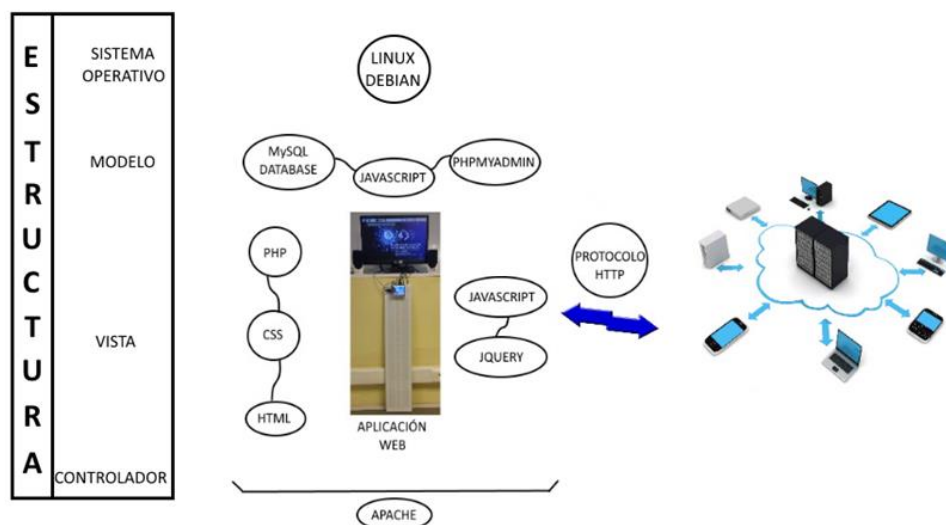


Figura 47: Elementos software que componen el sistema de control de la plataforma

Entre todos los componentes del sistema de control destacan los desarrollos realizados en PHP, Ajax, Bash y Python para la interacción con el *hardware*, la interfaz HMI (Human-Machine Interface) realizado en HTML, CSS, PHP, JavaScript, JQuery y el sistema de gestión de base de datos relacional MySQL y la herramienta phpMyAdmin para la creación de las tablas.

4.2.2. Modelo-Vista-Controlador (MVC)

El MVC es un patrón de arquitectura de *software*, que separa los datos y la lógica de una aplicación de su representación y del módulo encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones. Para ello MVC propone la construcción de tres componentes distintos que son el '*modelo*', la '*vista*' y el '*controlador*', es decir, por un lado, se definen componentes para la representación de la información, y por otro lado para la interacción del usuario [171][172][173]. Este patrón de arquitectura de *software* se basa en las ideas de reutilización de código y la separación de conceptos, características que buscan facilitar la tarea de desarrollo de aplicaciones y su posterior mantenimiento.

El patrón de diseño modelo-vista-controlador (MVC) especifica que una aplicación consta de un modelo de datos, información de presentación e información de control. El patrón requiere que cada uno de estos se separe en diferentes objetos [174][175].

De manera genérica, los componentes de MVC se podrían definir como sigue [176]:

- El Modelo: es donde se guarda toda la lógica de una aplicación, la lógica puede ser cualquier cosa específica acerca de cómo una aplicación almacena los datos, o utiliza servicios de terceros con el fin de cumplir con sus necesidades. Si la aplicación debe acceder a la información en una base de datos, el código deberá estar guardado en el modelo.

Controla el acceso a los datos y la persistencia [177], aunque su funcionamiento no se limita a esto. Es la representación de la información con la cual el sistema de control opera, por lo tanto, gestiona todos los accesos a dicha información, tanto las consultas como las actualizaciones, implementando también los privilegios de acceso que se hayan descrito en las especificaciones de la aplicación (lógica de negocio). Envía a la 'vista' aquella parte de la información que en cada momento se le solicita para que sea mostrada (típicamente a un usuario). Las peticiones de acceso o manipulación de información llegan al 'modelo' a través del 'controlador'.

- El Controlador: Es el cerebro del sistema de control. Todas las peticiones realizadas por el cliente son redirigidas al controlador. Su misión consiste en examinar las peticiones, determinando las acciones que deberían ser realizadas y seleccionando los elementos de la plataforma que pueden pertenecer al modelo o a la vista.

Dicho de otra manera, el controlador maneja la entrada mientras que las vistas manejan la salida. La comunicación entre el controlador y la vista deberán ser establecidas mediante métodos estándares.

Responde a las acciones del usuario e invoca peticiones al 'modelo' cuando se hace alguna solicitud sobre la información. También puede enviar comandos a la 'vista' asociada si se solicita un cambio en la forma en que se presenta el 'modelo', por tanto, se podría decir que el 'controlador' hace de intermediario entre la 'vista' y el 'modelo'.

- La Vista: está encargada de recoger las peticiones del cliente, así como proporcionar respuestas adecuadas.

La vista se ocupa del entorno gráfico, solicita datos de su modelo y muestra los datos. En esta plataforma, la capa de vista se compone de páginas dinámicas y utiliza datos proporcionados por el controlador para generar dinámicamente el contenido de la página.

El uso de JavaServer Pages (JSP) facilita la generación de vistas. Son documentos de texto fáciles de integrar y mantener, incluso para diseñadores web con pocas habilidades de programación.

Interacción de los componentes

En la [Figura 48](#) se puede ver cómo se relacionan estos componentes :

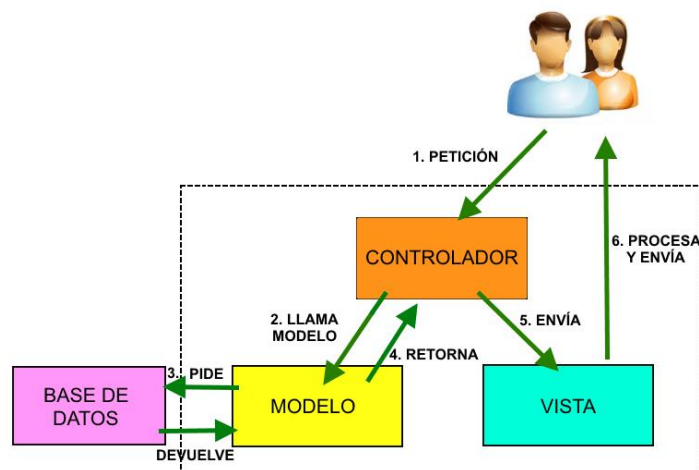


Figura 48: Diagrama Modelo–vista–controlador

El flujo de control que se sigue generalmente es el siguiente [\[176\]](#):

1. El usuario realiza una petición.
2. El controlador captura la petición del usuario y llama al modelo.
3. El modelo interactúa con la base de datos.
4. El modelo retorna la información al controlador.
5. El controlador recibe la información y la envía a la vista.
6. La vista procesa la información recibida y la entrega de una manera visualmente entendible al usuario.

Ventajas de MVC [\[176\]](#):

1. La separación del Modelo y la Vista, separando los datos de su representación visual.
2. Facilita el manejo de errores.
3. Permite que el sistema de control sea escalable si es requerido.
4. Es posible agregar múltiples representaciones de los datos.

Desventajas de MVC [\[176\]](#):

1. La cantidad de archivos que se debe mantener se incrementa considerablemente.
2. La curva de aprendizaje es más alta que utilizando otros modelos.
3. Su separación en capas, aumenta la complejidad del sistema de control.

4.2.3. Sistema operativo

Se plantea basar el desarrollo *software* de la plataforma sobre el proyecto Linux/Debian cuya finalidad es crear un sistema operativo libre [178]. Esta distribución se caracteriza por:

- Un conjunto de criterios para definir el *software* libre:
 - el Contrato Social de Debian.
 - las Directrices de Software Libre de Debian (DFSG);
- El esfuerzo voluntario de personas ubicadas a lo largo de Internet (<https://www.debian.org>)
- Gran cantidad de paquetes de *software* precompilados de alta calidad.
- Sus objetivos son la estabilidad y la seguridad, permitiendo que las actualizaciones de seguridad se realicen de manera sencilla.
- Centrado en la actualización fluida a las versiones de los paquetes de programas más recientes en los archivos.
- Soporte de gran número de arquitecturas *hardware*.

El *software* libre de Debian tiene su origen en: *GNU, Linux, BSD, X, ISC, Apache, Ghostscript, Sistema de Impresión Común de Unix (Common Unix Printing System), Samba, GNOME, KDE, Mozilla, LibreOffice, Vim, TeX, LaTeX, DocBook, Perl, Python, Tcl, Java, Ruby, PHP, Berkeley DB, MariaDB, PostgreSQL, SQLite, Exim, Postfix, Mutt, FreeBSD, OpenBSD, Plan 9* y otros muchos proyectos independientes libres.

Debian integra la diversidad del *software* libre en un único entorno.

En particular, para el desarrollo del sistema de control se empleará una versión de Debian desarrollada expresamente para la electrónica de control (Raspbian) [179], la cual es de libre distribución, actualizada regularmente, con un foro muy amplio de desarrolladores y usuarios, con multitud de librerías desarrolladas e información disponible.

Raspbian es el sistema operativo recomendado para SBC (*Single Board Computer*, placa computadora u ordenador de placa reducida) Raspberry Pi [180] (al estar optimizado para su *hardware*) y se basa en una distribución de GNU/Linux Debian [179]. Las plataformas admitidas son ARM y x86. El sistema de gestión de paquetes es dpkg [181]. Está basado en licencia libre, pública y general (GPL) y otras licencias libres.

Para instalar Raspbian en nuestra Raspberry Pi se dispone de dos versiones; una más completa con entorno gráfico y otra más reducida sin entorno gráfico [179]:

- Raspbian Pixel: Basada en basado en LXDE. Es una versión completa con entorno gráfico de Raspbian, es decir, la versión de escritorio con menús, ventanas, iconos, fondos de pantalla, etc. utilizado por la mayoría de los usuarios como ordenador de sobremesa.
- Raspbian Lite: Versión reducida sin entorno gráfico, es decir, la versión en modo consola sin gráficos. Esta opción generalmente es para usuarios avanzados con conocimientos de Linux que utilizan la Raspberry Pi como servidor.

La última distribución "estable" contiene la publicación oficial más reciente de Debian [182]. Es la versión 10, llamada "búster". Fue publicada originalmente con la versión 10 el 6 de julio de 2019 y su última actualización es la versión 10.1, publicada el 7 de septiembre de 2019. Está disponible en castellano y su estado actual está en fase de desarrollo.

Por ello, la versión con la que se trabajará es la versión estable Raspbian "Stretch", basada en Debian 9.

Raspbian viene preinstalado con una gran cantidad de *software* para educación, programación y uso general. Tiene Python, Scratch, Sonic Pi, Java y más [183].

La imagen de Raspbian con escritorio contenida en el archivo ZIP tiene más de 4 GB de tamaño, lo que significa que este archivo utiliza características que no son compatibles con las herramientas de descompresión más antiguas en algunas plataformas. Dicha imagen es gratuita y ha sido probada para descomprimir la imagen correctamente.

4.2.4. Recursos *software* adicionales

En las secciones anteriores, se ha hablado de los recursos *software* más importantes para realizar el desarrollo. Sin embargo, existen otros componentes involucrados. Estos recursos son los siguientes.

Servidor HTTP Apache

Es un servidor web HTTP de código abierto, para plataformas Unix (BSD, GNU/Linux, etc.), siendo el más antiguo y utilizado hasta la actualidad. Si bien su cuota de mercado ha ido descendiendo en los últimos años, aún es usado por más del 40 % de las páginas web, el doble que nginx, el segundo servidor más popular [184].

Apache es de código abierto, por lo que se puede personalizar y ampliar por módulos sin afectar la base del servidor. Además, es uno de los más estables [184].

Otras ventajas del servidor son [185][186]:

- Modular: Se pueden crear nuevos módulos con el API de módulos de Apache.
- Código abierto y gratuito.
- Multi-plataforma y flexible: Unix, FreeBSD, Linux, Solaris, Novell NetWare, OS X, Microsoft Windows
- Extensible.
- Popular (fácil conseguir ayuda/soporte).
- Cuenta con gran documentación sobre su uso y se actualiza frecuentemente.
- Escalabilidad. Puede manejar uno o dos sitios web pero también miles de ellos y es cómodo tanto para contenido dinámico como estático.

Apache es usado principalmente para enviar páginas web estáticas y dinámicas. Muchas aplicaciones web están diseñadas asumiendo como entorno de implantación a Apache, o que utilizarán características propias de este servidor web.

Apache es el componente de servidor web en la popular plataforma de aplicaciones LAMP, junto a MySQL y los lenguajes de programación PHP, Perl, Python y Ruby.

Este servidor web es redistribuido como parte de varios paquetes propietarios de *software*, incluyendo la base de datos Oracle y el IBM WebSphere application server. MacOS integra apache como parte de su propio servidor web y como soporte de su servidor de aplicaciones WebObjects. Es soportado de alguna manera por Borland en las herramientas de desarrollo Kylix y Delphi. Apache es incluido con Novell NetWare 6.5, donde es el servidor web por defecto, y en muchas distribuciones Linux.

Apache es usado para muchas otras tareas donde el contenido necesita ser puesto a disposición en una forma segura y confiable. Un ejemplo es al momento de compartir archivos desde una computadora personal hacia Internet. Un usuario que tiene Apache instalado en su escritorio puede colocar arbitrariamente archivos en la raíz de documentos de Apache, desde donde pueden ser compartidos.

Los programadores de aplicaciones web a veces utilizan una versión local de Apache con el fin de previsualizar y probar código mientras éste es desarrollado.

JavaScript

Es un lenguaje de programación interpretado. Se utiliza principalmente en su forma del lado del cliente, implementado como parte de un navegador web permitiendo realizar y mejorar la interfaz de usuario y páginas web estáticas y dinámicas. También existe una forma de JavaScript del lado del servidor [\[187\]](#) .

Su enfoque principal es ayudar a los desarrolladores a interactuar con las páginas web y la ventana del navegador. JavaScript se basa en Java y aunque su sintaxis y metodología de programación es muy similar, no es una versión ligera de Java.

El uso más común de JavaScript es escribir funciones embebidas en páginas HTML y que interactúan con el *Document Object Model* (DOM o Modelo de Objetos del Documento) de la página. Algunos ejemplos sencillos de este uso son:

- Cargar nuevo contenido para la página o enviar datos al servidor a través de Ajax sin necesidad de recargar la página.

- Animación de los elementos de página, hacerlos desaparecer, cambiar su tamaño, moverlos, etc.
- Contenido interactivo, por ejemplo, juegos y reproducción de audio y vídeo.
- Validación de los valores de entrada de un formulario web para asegurarse de que son aceptables antes de ser enviado al servidor.
- Transmisión de información sobre los hábitos de lectura de los usuarios y las actividades de navegación a varios sitios web. Las páginas Web con frecuencia lo hacen para hacer análisis web, seguimiento de anuncios, la personalización o para otros fines.

JavaScript puede ejecutarse localmente en el navegador del usuario pudiendo responder a las acciones del usuario con rapidez y haciendo una aplicación más sensible. También puede detectar acciones de los usuarios que HTML por sí sola no puede, como pulsaciones de teclado.

JQuery

jQuery es una biblioteca de JavaScript rápida, multiplataforma, pequeña y rica en funciones. Permite que la manera de interactuar con los documentos HTML, manipular el árbol DOM, el manejo de eventos, desarrollo de animaciones e interacciones con Ajax sean mucho más simples con una API fácil de usar que funciona en una multitud de navegadores. Con una combinación de versatilidad y extensibilidad [\[188\]](#).

jQuery incluye las siguientes características:

- Selección de elementos DOM utilizando el motor de selección de código abierto de múltiples navegadores Sizzle, un spin-off del proyecto jQuery.
- Interactividad y modificaciones del árbol DOM, incluyendo soporte para CSS 1-3 y un *plugin* básico de XPath.
- Eventos.
- Manipulación de la hoja de estilos CSS.
- Efectos y animaciones.
- Animaciones personalizadas.
- Ajax.
- Objetos diferidos y de promesa para controlar el procesamiento asíncrono

- Soporta extensiones (JSON) para el intercambio de datos estructurados entre un servidor y una aplicación web.
- Dispone de diversas utilidades como obtener información del navegador, operar con objetos y vectores, funciones para rutinas comunes, etc.
- Métodos de compatibilidad que están disponibles de forma nativa con los navegadores Mozilla Firefox 2.0+, Internet Explorer 6+, Safari 3+, Opera 10.6+ y Google Chrome 8+.20
- Soporte para múltiples navegadores

HTML

Es un lenguaje de marcado que se utiliza para el desarrollo de páginas de Internet. Se trata de las siglas que corresponden a *HyperText Markup Language*, es decir, Lenguaje de Marcas de Hipertexto. Por tanto, HTML no es un lenguaje de programación.

Hace referencia al lenguaje de marcado para la elaboración de páginas web. Es un estándar que sirve de referencia del *software* que conecta con la creación de páginas web en sus diferentes versiones, define una estructura básica y un código (denominado código HTML) para la definición de contenido de una página web, como texto, imágenes, videos, juegos, entre otros. Es un estándar a cargo del *World Wide Web Consortium* (W3C) o Consorcio WWW. Se considera el lenguaje web más importante siendo su invención fundamental en la aparición, desarrollo y expansión de la WWW. Es el estándar que se ha impuesto en la visualización de páginas web y es el que todos los navegadores actuales han adoptado.

Las características son las siguientes [\[189\]](#)[\[190\]](#):

- Puede ser creado y editado con cualquier editor básico de textos.
- Es multiplataforma, pudiendo ser visualizado por cualquier navegador de cualquier sistema operativo.
- No diferencia entre mayúsculas y minúsculas.
- Utiliza etiquetas o marcas, que consisten en breves instrucciones de comienzo y final, mediante las cuales se determina la forma en la que debe aparecer en su navegador el texto, así como también las imágenes y demás elementos en la pantalla del ordenador.
- Cada elemento de un documento HTML consta de una etiqueta de comienzo, un bloque de texto y una etiqueta de fin.

- Lenguaje estático.
- Utilizado para la creación de páginas web.
- Los documentos HTML son documentos de hipertexto que aparecen enlazando a otros documentos.
- Es un estándar reconocido por todo el mundo y cuyas normas define un organismo sin ánimo de lucro W3C.

CSS

Del en inglés *Cascading Style Sheets*, en español «Hojas de estilo en cascada». Es un lenguaje de diseño gráfico para definir y crear la presentación de un documento estructurado escrito en un lenguaje de marcado [191]. Es muy usado para establecer el diseño visual de los documentos web, e interfaces de usuario escritas en HTML o XHTML; el lenguaje puede ser aplicado a cualquier documento XML, incluyendo XHTML, SVG, XUL, RSS, etcétera. También permite aplicar estilos no visuales, como las hojas de estilo auditivas.

Junto con HTML y JavaScript, CSS es una tecnología usada por muchos sitios web para crear páginas visualmente atractivas, interfaces de usuario para aplicaciones web y GUIs para muchas aplicaciones móviles (como Firefox OS).

CSS está diseñado principalmente para marcar la separación del contenido del documento y la forma de presentación de este, características tales como las capas o *layouts*, los colores y las fuentes. Esta separación busca mejorar la accesibilidad del documento, proveer más flexibilidad y control en la especificación de características a presentar, permitir que varios documentos HTML compartan un mismo estilo usando una sola hoja de estilos separada en un archivo “*.css”, y reducir la complejidad y la repetición de código en la estructura del documento.

CSS es un lenguaje separado con su propia sintaxis. Los archivos de hojas de estilo proporcionan un control global sobre la interfaz de usuario de los sitios web. De hecho, esta tecnología se ha convertido en el hecho por el cual se construye el diseño de un sitio.

La especificación CSS es mantenida por el W3C y es un estándar definido para la presentación de documentos escritos en HTML.

Las características son las siguientes [192]:

- Se complementa con documentos estructurados.
- Es independiente del proveedor, la plataforma y el dispositivo.
- Fácilmente sostenible.
- Simplicidad.
- Aumenta el rendimiento de la red.
- Es muy flexible.
- Posee una gran riqueza de fuentes y estilos
- Fácilmente combinable con otros lenguajes.
- Alta accesibilidad.

PHP

Es el acrónimo de *Hypertext Preprocessor* (preprocesador de hipertexto). Es un lenguaje de programación de propósito general de código del lado del servidor originalmente diseñado para el preprocesado de texto plano en UTF-8. Posteriormente se aplicó al desarrollo web de contenido dinámico.

PHP no genera HTML, sino que ofrece una salida de texto con codificación UTF-8 compatible con los documentos HTML. El programador puede definir el funcionamiento de sus propios tag's creados en HTML donde los exploradores más comunes para navegar por internet, reconocerán muy rápidamente el formato UTF-8 y lo adaptarán ofreciendo una salida entendible.

Sus características son [193]:

- Orientado al desarrollo de aplicaciones web dinámicas con acceso a información almacenada en una base de datos.
- Lenguaje fácil de aprender.
- El código fuente escrito en PHP es invisible al navegador web y al cliente, ya que es el servidor el que se encarga de ejecutar el código y enviar su resultado HTML al navegador.
- Puede conectarse con la mayoría de los motores de base de datos que se utilizan en la actualidad, destaca su conectividad con MySQL y PostgreSQL.

- Capacidad de expandir su potencial utilizando módulos (llamados extensiones).
- Posee una amplia documentación en su sitio web oficial, entre la cual se destaca que todas las funciones del entorno están explicadas y ejemplificadas en un único archivo de ayuda.
- De distribución libre y gratuita.
- Permite técnicas de programación orientada a objetos.
- No requiere definición de tipos de variables, aunque sus variables se pueden evaluar también por el tipo que estén manejando en tiempo de ejecución.
- Puede manejar excepciones (desde PHP5).
- El programador puede aplicar en su trabajo cualquier técnica de programación o de desarrollo que le permita escribir código ordenado, estructurado y manejable. Un ejemplo de esto son los desarrollos que en PHP se han hecho del patrón de diseño Modelo Vista Controlador (MVC), que permiten separar el tratamiento y acceso a los datos, la lógica de control y la interfaz de usuario en tres componentes independientes.
- Debido a su flexibilidad, ha tenido una gran acogida como lenguaje base para las aplicaciones web de manejo de contenido, siendo su uso principal.

MySQL

Es un sistema de gestión de bases de datos relacional desarrollado bajo licencia dual: Licencia pública general/Licencia comercial por Oracle Corporation, siendo considerada como la base de datos de código abierto más popular del mundo, y una de las más populares en general junto a Oracle y Microsoft SQL Server, sobre todo para entornos de desarrollo web [\[194\]](#).

Una base de datos es una colección de información que está organizada para almacenar, gestionar, actualizar y acceder a los datos fácilmente.

Existe mucha información de movimientos en una base de datos y puede llegar a ser complicado a entender cómo los elementos interactúan entre sí. Por ello un diseñador que trabaje con base de datos, necesita de una herramienta de representación visual para entender fácilmente, cómo todos estos elementos están relacionados y cómo trabajan en conjunto ([apartado 4.1.2.1](#)).

Sus características son [194][195]:

- Escrito en C y en C++.
- Probado con un amplio rango de compiladores diferentes.
- Funciona en diferentes plataformas.
- Usa GNU Automake, Autoconf, y Libtool para portabilidad.
- APIs disponibles para C, C++, Eiffel, Java, Perl, PHP, Python, Ruby, y Tcl.
- Uso completo de multi-threaded mediante threads del kernel.
- Velocidad.
- Facilidad de uso.
- Es un sistema de base de datos de alto rendimiento y relativamente simple, menos complejo de configurar y administrar que sistemas más grandes.
- Coste. Es gratuito.
- Capacidad de gestión con lenguajes de consulta.
- Compatible con SQL.
- Capacidad de conexión. Pueden conectarse muchos clientes simultáneamente al servidor. Los clientes pueden utilizar varias bases de datos simultáneamente.
- Disponible para una amplia variedad de interfaces de programación para lenguajes como C, Perl, Java, PHP y Python.
- Conectividad y seguridad.
- Portabilidad. MySQL se puede utilizar en una gran cantidad de sistemas operativos diferentes.
- Distribución abierta.
- Se puede obtener y modificar el código fuente de MySQL.

phpMyAdmin

Es una herramienta escrita en PHP con el propósito de manejar la administración de MySQL a través de páginas web, utilizando un navegador web. Es una herramienta gratuita, que permite de una manera muy completa acceder a todas las funciones de la base de datos MySQL, mediante una interfaz web muy intuitiva.

Esta herramienta es muy completa y ofrece una gran cantidad de recursos [196]:

- Permite realizar las operaciones básicas en base de datos MySQL, como son: crear y eliminar bases de datos, crear, eliminar y alterar tablas, borrar, editar y añadir campos, ejecutar sentencias SQL, administrar claves de campos, administrar privilegios y exportar datos en varios formatos. La función de exportar datos se emplea muchas veces para realizar *backups* de la base de datos y poder restaurar esta copia de seguridad en el futuro a través de phpMyAdmin mediante la opción “importar”.
- phpMyAdmin es el administrador de bases de datos por defecto en muchos paneles de control comerciales como son cPanel, Plesk o DirectAdmin.
- Fácil de usar.
- Permite optimizar y reparar tablas.
- Posibilidad de realizar búsquedas en las bases de datos, además de poder escribir las propias consultas SQL de manera directa y ejecutarlas.
- Es de gran ayuda para desarrolladores de aplicaciones que empleen MySQL, ya que permite depurar consultas y hacer tests de forma rápida y sencilla.

Las características son [\[197\]](#):

- Interfaz web intuitiva.
- Manejador de base de datos MySQL, MariaDB y Drizzle.
- Soporte para la mayoría de las características de MySQL:
 - navegar y soltar bases de datos, tablas, vistas, campos e índices.
 - crear, copiar, soltar, renombrar y alterar bases de datos, tablas, campos e índices.
 - servidor de mantenimiento, bases de datos y tablas, con propuestas sobre la configuración del servidor.
 - ejecutar, editar y marcar cualquier declaración SQL, incluso consultas por lotes.
 - administrar usuarios y privilegios de MySQL
 - administrar procedimientos almacenados y disparadores
- Importar datos de CSV y SQL.
- Exportar datos a varios formatos: CSV, SQL, XML, PDF, ISO / IEC 26300 - OpenDocument Text and Spreadsheet, Word, LATEX y otros.
- Administrar múltiples servidores.
- Crear gráficos PDF del diseño de su base de datos.

- Crear consultas complejas utilizando Query-by-example (QBE).
- Búsqueda global en una base de datos o un subconjunto de ella.
- Transformar los datos almacenados en cualquier formato utilizando un conjunto de funciones predefinidas, como mostrar datos BLOB como imagen o enlace de descarga.

HTTP Protocol

El Protocolo de transferencia de hipertexto (*Hypertext Transfer Protocol* o HTTP) es un protocolo de comunicación que permite las transferencias de información en la *World Wide Web*.

HTTP es un protocolo cliente – servidor que gestiona las transacciones web. Es el que permite navegar mediante la introducción de direcciones web y el seguimiento de enlaces.

En la barra del navegador “HTTP”, es el identificador del protocolo que se está utilizando. El navegador es en realidad una aplicación cliente HTTP que permite conectar con servidores que alojan páginas web y que poseen *software* servidor HTTP instalado y activado.

Cuando se introduce una URL, el navegador establece una conexión con el servidor y envía un mensaje con los datos de la solicitud. El servidor responde con un mensaje de estado similar. Si todo va bien, los recursos requeridos serán transferidos.

HTTP es un protocolo sin estado, es decir, no guarda ninguna información sobre conexiones anteriores. Una vez producida una solicitud y una respuesta, tanto el cliente como el servidor, olvidan que ha existido ese contacto.

El desarrollo de aplicaciones web de cierta sofisticación, necesita mantener el contacto. Por ello se utilizan las “cookies” para lograr este propósito. Una “cookie” es un pequeño archivo que contiene información que un servidor almacena en el sistema del cliente. Esto permite que se mantenga, de forma virtual, la conexión. De esta forma aparece el concepto de “sesión”. Esto hace que el protocolo sea sencillo y eficiente.

Las características del protocolo son [198]:

- Toda la comunicación entre los clientes y servidores se realiza a partir de caracteres US-ASCII de 7 bits.

- Permite la transferencia de objetos multimedia, codificando los archivos binarios en cadenas de caracteres. El contenido de cada objeto intercambiado está identificado por su clasificación MIME.
- Existen ocho acciones que permiten que un cliente pueda dialogar con el servidor. Los tres más utilizados son: GET, para recoger un objeto, POST, para enviar información al servidor y HEAD, para solicitar las características de un objeto (por ejemplo, la fecha de modificación de un documento HTML).
- Cada operación HTTP implica una conexión con el servidor, que es liberada al término de la misma. Es decir, en una operación se puede recoger un único objeto. Con la versión HTTP 1.1 se ha mejorado este procedimiento, permitiendo que una misma conexión se mantenga activa durante un cierto periodo de tiempo, de forma que sea utilizada en sucesivas transacciones. Este mecanismo, denominado HTTP *Keep Alive*, es empleado por la mayor la de los clientes y servidores modernos.
- No mantiene estado. Cada petición de un cliente a un servidor no es influida por las transacciones anteriores. El servidor trata cada petición como una operación totalmente independiente del resto.
- Cada objeto al que se aplican los verbos del protocolo está identificado a través de un localizador uniforme de recurso (URL) único.

4.3. Cambio del soporte físico de la plataforma

Con motivo de la pandemia del COVID-19, se observó la necesidad de disponer de estos servicios en las casas de los alumnos, con el fin de seguir trabajando y no perder lo aprendido. Por ello se trasladaron los servicios de esta plataforma a un servidor dispuesto en el Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones de UNIZAR, apartando el manejo de la electrónica del control de entorno, la sala multisensorial y ciertos servicios de la plataforma que ahora no tenían sentido. Mediante cualquier aplicación de videoconferencia grupal, el profesor tiene contacto con los alumnos y pueden interaccionar con ellos compartiendo pantalla. Esto ha permitido comprobar la adaptabilidad de lo desarrollado en esta plataforma demostrando que se migra rápidamente (una semana) a los cambios de plataforma *hardware*.

Debido a la estandarización de las herramientas empleadas para la programación del sistema de control de la plataforma, se pudo llevar a cabo dicha migración a un soporte diferente en tan poco tiempo.

Actualmente falta por realizar la valoración de la plataforma en el servidor dispuesto en el departamento. Este servidor ya está en servicio a falta de formación del profesorado y posterior uso previsto para el comienzo del nuevo curso 2020/21.

4.4. Resumen del capítulo

Este capítulo ha descrito el funcionamiento de la plataforma, la estructura de datos y los recursos de *software* que se desea preparar. Las distintas bases de datos, las tablas, así como los campos de estas, han sido representadas y detalladas gráficamente.

Se podría decir que la configuración y los recursos que dispone el usuario para el uso de la plataforma son las partes fundamentales del capítulo, ya que está relacionado con casi todos los demás objetos. Esto es consecuente con la filosofía que está detrás de este trabajo de doctorado: la implementación de un soporte técnico para la integración de tecnologías de apoyo para la educación especial y también la adaptación de dicho soporte a las necesidades específicas de las personas dependientes.

También se han representado varios diagramas de flujo de datos que muestran las interacciones entre las diferentes bases de datos. Son especialmente importantes para el trabajo con paneles colectivos e individuales, con el control de entorno, con la sala multisensorial y con el DOT.

El flujo de datos es muy elevado en el lado del servidor en todas las funcionalidades de la plataforma, mientras que la parte con más carga de trabajo va a ser el apartado de configuración de la plataforma.

Cabe resaltar que no se incluyen los diagramas de bajo nivel ya que no es factible debido al gran tamaño y dificultad del sistema de control. Sin embargo, se considera que la descripción presentada en esta sección es lo suficientemente detallada para una comprensión profunda de la estructura interna del sistema de control de la plataforma.

Por último, en este capítulo se describen brevemente los componentes utilizados para implementar el prototipo siguiendo los esquemas propuestos. A medida que se ha ido desarrollando el modelizado de la plataforma, se ha visto que existe una cantidad considerable de tecnologías involucradas. En este sentido, se debe realizar un gran esfuerzo de integración, dado que todos ellos se van a incluir en un único prototipo.

CAPÍTULO 5. CONTROL DE ENTORNO EN EDUCACIÓN ESPECIAL

5.1 Introducción.

5.2 Descripción de la plataforma.

5.2.1 Estructura tecnológica y funcionalidades.

5.2.2 Interfaz TICO.

5.2.3 Soporte cognitivo y social.

5.3 Metodología y resultados.

5.3.1 Metodología de la intervención.

5.3.2 Resultados obtenidos.

5.3.3 Discusión.

5.4 Servicio de anticipación de contextos.

5.5 Resumen del capítulo.

5. CONTROL DE ENTORNO EN EDUCACIÓN ESPECIAL

Este capítulo describe la materialización del modelizado del capítulo anterior para el control de entorno. El propósito consiste en realizar un prototipo, de forma práctica e instalable, capaz de llevar a cabo los estudios tratados a nivel teórico.

En este capítulo se proporciona una descripción técnica desde el punto de vista del diseño de la plataforma (apartado 5.2), y se presenta la metodología y los resultados obtenidos en su aplicación a algunos usuarios (apartado 5.3).

La sección 5.2.1 presenta el diagrama de bloques de la plataforma, electrónica empleada, esquema eléctrico y aspecto final de la instalación. En la sección 5.2.2 se habla de la interfaz TICO y cómo la plataforma, a desarrollar, interacciona con ella.

La sección 5.3.1 describe la metodología de trabajo llevada a cabo con varios niños seleccionados en el centro de educación especial Alborada. La sección 5.3.2 muestra los resultados obtenidos y finalmente, la sección 5.3.3 realiza la discusión de los resultados obtenidos.

El trabajo descrito en este capítulo ha dado lugar a una publicación en la revista Sensors [199].

5.1. Introducción

El Grupo Tecnodiscap (Universidad de Zaragoza) y el CPEE Alborada [200] (Zaragoza), participan en un programa común a largo plazo para desarrollar y probar soluciones TIC en entornos AAL para formación, educación y apoyo a la autonomía personal.

Desde una perspectiva tecnológica, se contempla una plataforma de servicios integrados, que brinda soporte para servicios heterogéneos en un sistema de TIC abierto de bajo costo que se basa tanto como sea posible en productos comerciales. Desde la perspectiva de la comunidad educativa, el control ambiental es una herramienta que viene a apoyar el derecho al acceso a la autonomía más alta posible.



Figura 49. Descripción de la perspectiva tecnológica de servicios integrados

Reunir ambas perspectivas (TIC y AAL), significa superar los problemas de accesibilidad aprovechando la capacitación previa en interacción y hacer que la nueva capacitación sea lo más útil posible. En colaboración con la escuela de educación especial, fue fácil determinar que TICO [201] debería ser la interfaz de comunicación común en todos los servicios de capacitación dentro de la plataforma AAL.

Muchos trabajos anteriores en el campo AAL han desarrollado y probado varias plataformas junto a una variedad de estándares que contemplan los desafíos tecnológicos como middleware, integración de sistemas heterogéneos o nuevos sensores o funciones y en los desafíos de accesibilidad para personas con discapacidades mecánicas o cognitivas severas, como se muestra en la revisión de estado del arte (2.1 y 2.4).

El sistema tecnológico descrito en este documento tiene como *objetivo principal la accesibilidad* para cumplir con las especificaciones funcionales diseñadas en colaboración por diferentes agentes de la comunidad educativa, universitaria y de educación especial; *poner a disposición una herramienta abierta y de bajo costo* con mayor accesibilidad para explorar lo lejos que los niños pueden utilizar el control del hogar y servicios similares con una capacitación escolar adecuada.

En consecuencia, el desarrollo de la tecnología se centra en la accesibilidad, la modularidad y simplicidad de las tecnologías y comunicaciones convencionales.

Los autores de la universidad comenzaron esta acción después de la experiencia de varios proyectos europeos y nacionales dedicados a hogares inteligentes e inteligencia ambiental en el campo AAL, como se describe más adelante.

La idea a largo plazo es explorar el entrenamiento de la autonomía al punto más alto posible utilizando esta plataforma AAL, adaptándola a las necesidades de los niños, llevar la plataforma AAL con servicio de control de entorno al hogar de los niños e integrar nuevos servicios AAL útiles con la misma mentalidad y una interfaz similar.

Además, como TICO es un editor de panel de comunicación ampliamente utilizado, esta estrategia ayuda a los profesores que ya usan TICO a preparar fácilmente los paneles de la interfaz de usuario de control de una manera factible y sencilla, como ya lo hacen con fines de comunicación.

Se espera que la inclusión de la interfaz, que ya se utiliza para muchos escenarios de capacitación en interacción y comunicación, produzca mejores resultados en ambas direcciones de la capacitación:

- En una dirección, los niños con algunas habilidades de la interfaz de comunicación accederían más rápidamente al control ambiental.
- En otra dirección, el entrenamiento en interacción usando el control del hogar como una herramienta de retroalimentación también mejoraría sus habilidades de comunicación.

Con todo ello, se llegó a un sistema simple y modular que ya puede implementarse, basado en elementos comerciales. Está instalado en la biblioteca del colegio Alborada en el que se realiza este trabajo. El sistema de control de entorno utiliza una placa Raspberry Pi (RPI) que, mediante los estándares regulares de comunicación TIC, puede gestionar diferentes sistemas patentados y libres, como X10, 433 MHz y estándares de comunicación multimedia como infrarrojos, Bluetooth y wifi, entre otros.

5.2. Descripción de la plataforma

Antes de pasar a la descripción de la plataforma, se han tenido en cuenta los siguientes criterios para el desarrollo de la plataforma tecnológica:

- Requisitos exigidos por la comunidad educativa (CPEE).
- Integración de la aplicación TICO dentro de la plataforma de control de entorno.

La interacción debe estar basada en TICO como interfaz. Se quería que los niños fueran entrenados con dispositivos eléctricos (control de luces y enchufes), un televisor, equipo de música y persianas motorizadas como formas de mejorar la autonomía personal de los niños.

Un requerimiento presente desde el principio fue cumplir con los estándares y regulaciones para poder llevar la plataforma AAL a los hogares de los niños, por lo que el aprendizaje impactará directamente en su autonomía personal. La utilidad, usabilidad, accesibilidad, confiabilidad y la madurez de la plataforma es un requisito previo para la instalación y el entrenamiento.

A pesar de que la comunidad educativa no impone ningún requisito sobre la tecnología de la plataforma que se utilizará, la accesibilidad a los costos siempre es una consideración en la tecnología para este campo. Para poder adaptar la plataforma a diferentes situaciones y preferencias, como nuevos edificios y viviendas ya habitadas, se opta por integrar diferentes estándares de control domótico, probando también la capacidad de integración de sistemas heterogéneos, eligiendo módulos comerciales en lo posible. Por supuesto, el control del hogar debe ser configurable, flexible y confiable.

5.2.1. Estructura tecnológica y funcionalidades

Con el empleo de la solución tecnológica seleccionada se obtiene una reducción de costes importante, un estándar de modularidad en las placas (para futuras ampliaciones) y sensores. Esto trae consigo una disponibilidad inmediata de la tecnología necesaria a la hora de adquirirla o ampliarla.

Durante la fase de desarrollo, pareció más práctico adquirir y realizar las comunicaciones con diferentes módulos estándar que realizar un desarrollo propio, por lo que se puede confiar en que el fabricante cumpla con la legislación europea y acelerar la instalación.

Un criterio muy importante en la elección del tipo de electrónica fue también el recurso económico. Se está trabajando con un sector de población desprotegido, falta de recursos tecnológicos baratos, los cuales pueden llegar a ser muy caros a la hora de adquirirlos y ser modificados para cada caso particular.

También se ha integrado diversos tipos de estándares, los cuales se pueden administrar desde la misma interfaz TICO, haciendo que el estándar empleado y/o el fabricante sean transparentes para el usuario.

Los estándares incluidos en la plataforma, hacen que la selección del sistema domótico se adapte al usuario. Dichos estándares son X10, DMX, KNX, ZigBee, 433 MHz, infrarrojos y estándares de comunicación, como wifi, Bluetooth, comunicación serie RS232 o RS485.

La plataforma es un sistema abierto con lo que, si se encuentra un nuevo estándar en el futuro, se podría mantener el sistema operativo junto con todo lo anteriormente desarrollado y dotar de la transparencia para el usuario al integrar la comunicación con el nuevo estándar.

Se entiende que las normas continuarán progresando. No se está tratando de hacer una contribución a este respecto, sólo a la forma en la que se integran con la interfaz para que los niños tengan acceso y puedan recibir capacitación.

Los desarrolladores consideraron previamente, los sistemas domóticos del mercado como una opción evaluada y confiable para el entrenamiento. Estos están compuestos por una gran cantidad de elementos, costosos o muy caros, especialmente aquellos que ofrecen algún tipo de flexibilidad o configurabilidad. La mayoría son sistemas cerrados, no se pueden realizar modificaciones con la versión que compra el usuario final, por lo que la integración con TICO debe hacerse a través de una plataforma externa que integre esos sistemas comerciales.

En consecuencia, esta plataforma AAL consiste básicamente en una computadora centralizada de placa simple (SBC) de bajo coste, (Raspberry Pi), que se comunica con todos los demás

módulos del sistema y se centra específicamente en la interacción del usuario. La [Figura 50](#) muestra la descripción modular de la plataforma AAL instalada en Alborada.

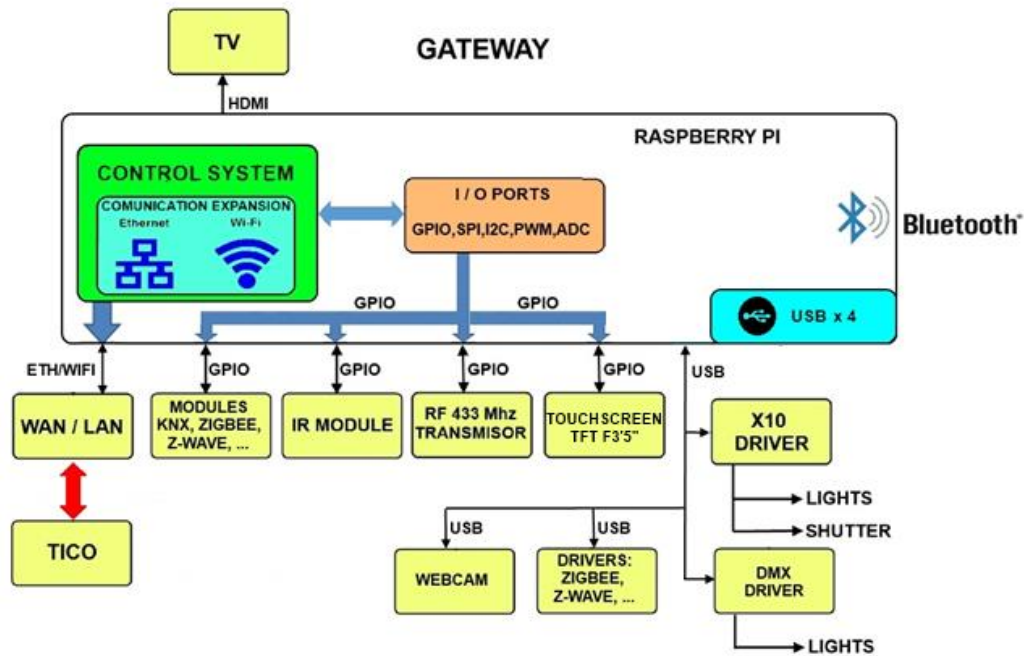


Figura 50. Descripción modular de la plataforma AAL en Alborada.

Dicho ordenador está conectado a la interfaz de protocolo X10 programable CM15Pro ([Figura 51 A](#)) mediante conexión USB para el control tanto a través de la línea de alimentación como de comunicaciones de RF, del micromódulo AWM2P ([Figura 51 B](#)) de encendido y apagado de enchufe en instalación empotrada, para aparatos de iluminación y del micromódulo SWM1P ([Figura 51 C](#)) para control del motor de persiana.



Figura 51. (A) CM15Pro



(B) Módulo AWM2P

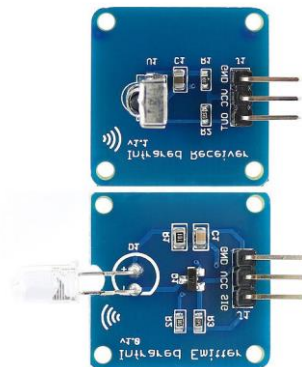


(C) Módulo SWM1P

Las señales IR de control de TV se emiten mediante un control remoto IR PiCobber (*Figura 52A*), pudiendo ser sustituido por otros módulos comerciales (*Figura 52B*) sin necesidad de modificar el código, ya que las líneas de control son las mismas en el puerto GPIO.



Figura 52. (A) Módulo IR instalado.



(B) Módulo IR de sustitución

Para el telemando de dispositivos mediante RF 433 MHz, se ha empleado el transmisor de RF de la *Figura 53 A*. El receptor (*Figura 53 B*), se empleó para el estudio y decodificación de las tramas de RF, de los diversos dispositivos comerciales probados.



Figura 53. (A) Transmisor RF 433Mhz.



(B) Receptor RF 433Mhz

Se ha estudiado la conexión a través de RF 433 MHz y compatibilidad con dispositivos como CHACON, EURO BRIC, LIFE DOM, SET DE CONECTORES DE CONTROL REMOTO. La conclusión es que la plataforma funcionará con cualquier sistema comercial de RF 433 MHz, sin tocar el código, que implemente su seguridad en la codificación / decodificación de la familia del circuito integrado HS2260A-R4 (*Figura 54 A*) y SC5262 (*Figura 54 B*).

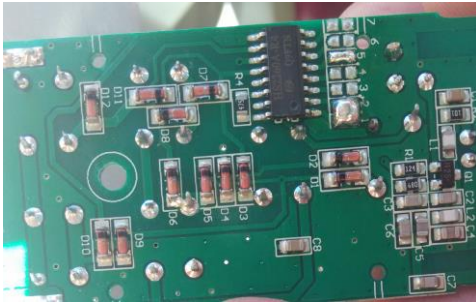


Figura 54. (A) HS2260A-R4.



(B) SC5262.

La [Figura 55](#), [Figura 56](#) y [Figura 57](#) muestran las imágenes de la instalación realizada en la biblioteca escolar de Alborada para el entrenamiento.

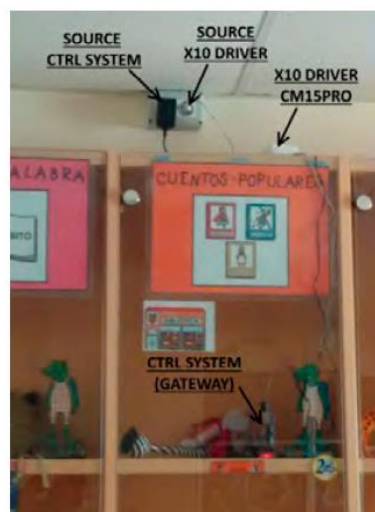
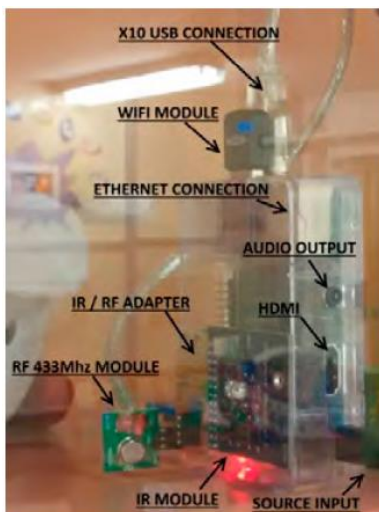


Figura 55. Plataforma AAL basada en RPI y varios módulos

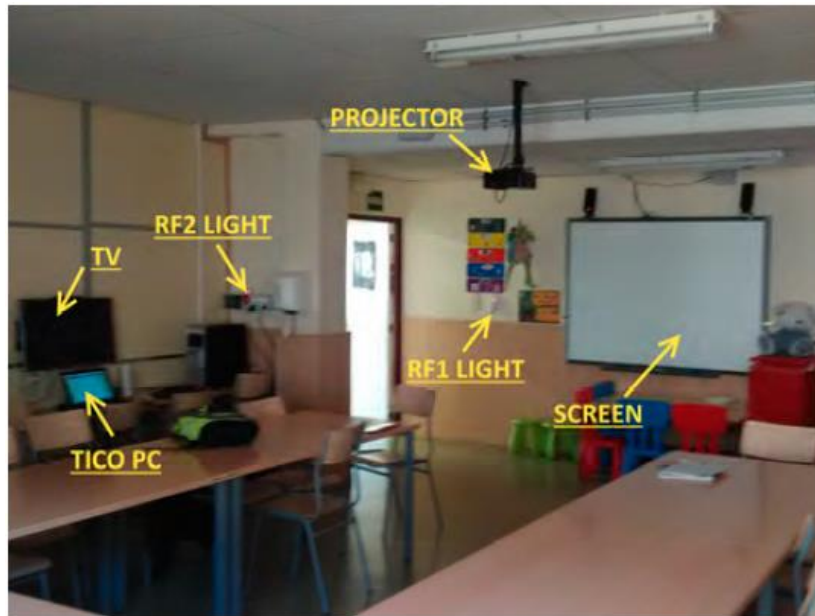


Figura 56. Distintos actuadores y elementos en la biblioteca



Figura 57. Control de persiana y descripción general de la biblioteca.

La [Figura 58](#) muestra el diagrama eléctrico de la instalación AAL realizada en CPEE Alborada.

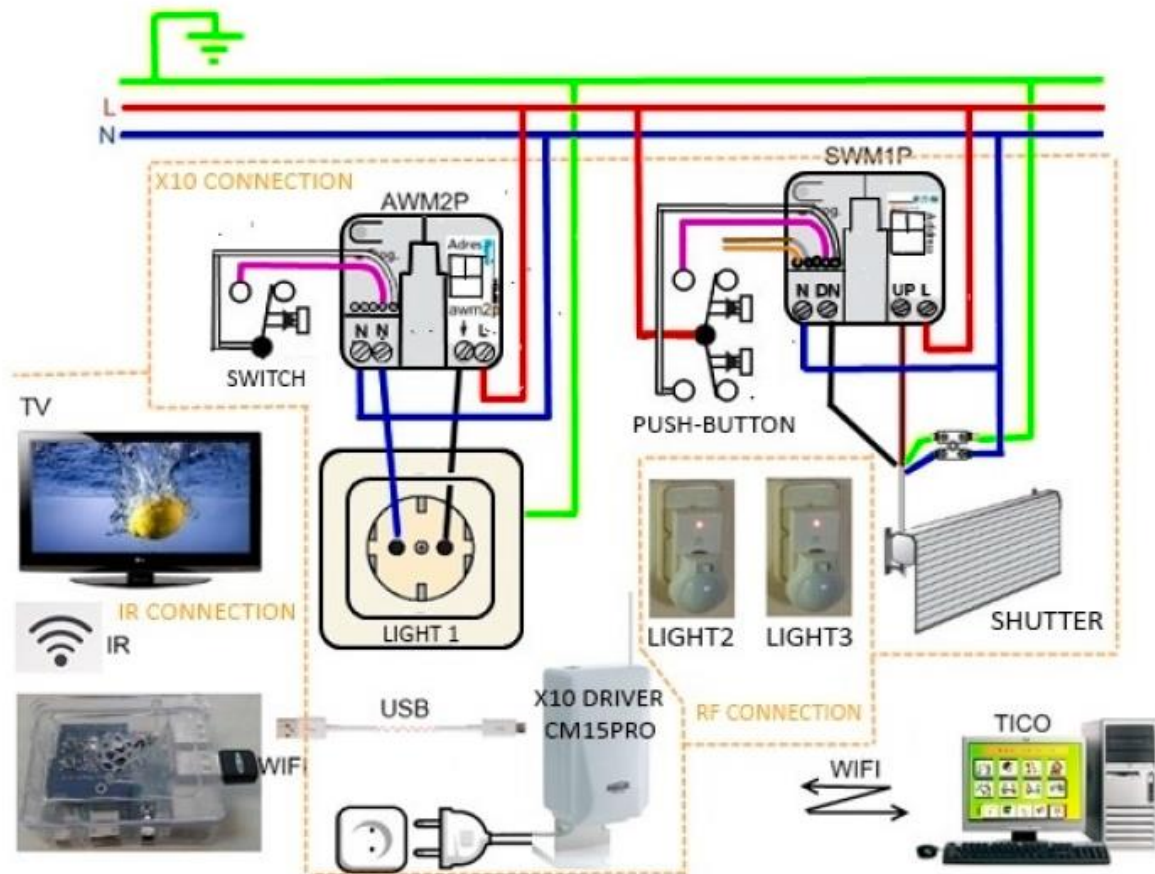


Figura 58. Diagrama eléctrico de la instalación de Alborada.

5.2.2. Interfaz TICO

Se parte del diseño de un tablero realizado por el profesor mediante el editor de TICO de ARASUITE instalado en cualquier ordenador (*Figura 59*).

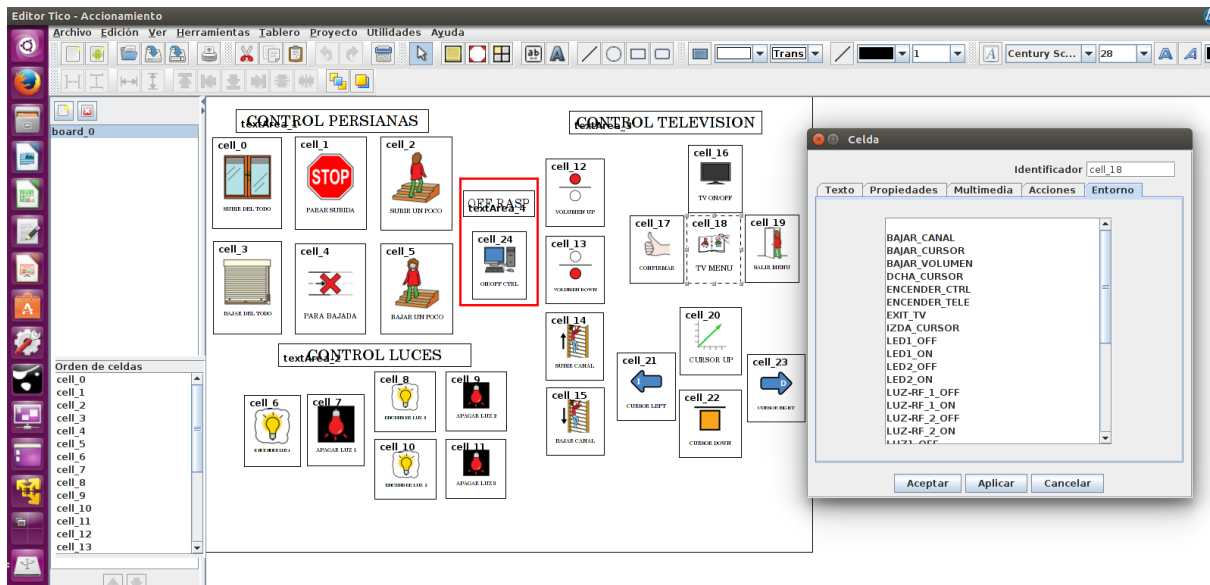


Figura 59. Edición de tablero con editor de TICO.

Desde el editor se accede a las propiedades de cada celda del tablero, pudiendo asociar un pictograma, una acción (Figura 59 y Figura 60), sonido, etc.

Para incluir las nuevas acciones desde TICO, se construyeron nuevos comandos que se incluyeron en el archivo *environment.txt*. Este archivo contiene las acciones a realizar al pulsar una celda. Dicho archivo es común para entornos Linux y Windows.

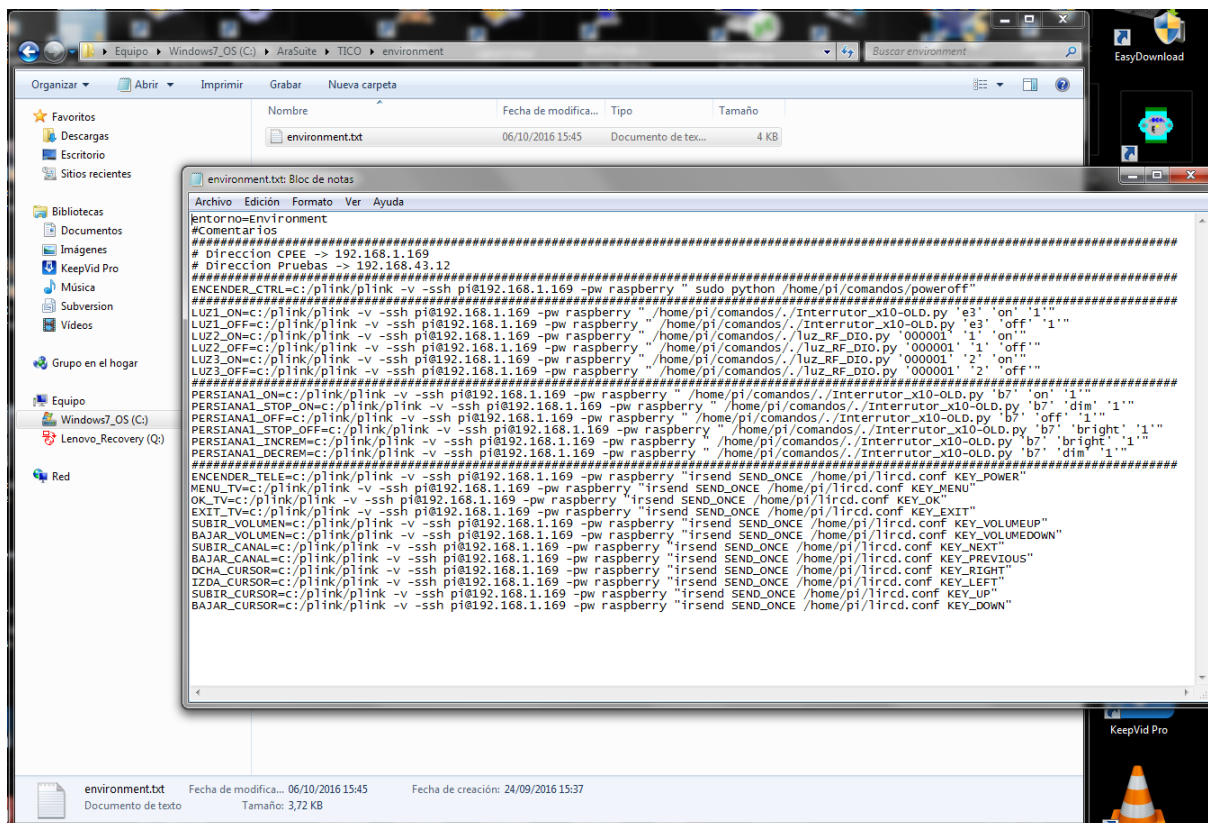


Figura 60. Archivo de configuración de comandos TICO.

Al ser pulsada una celda del tablero TICO, se ejecuta la acción asociada en la ventana de entorno (Figura 59). Dicha acción envía, mediante ssh a la IP de la plataforma, la solicitud de ejecución de un comando cuya estructura es la que se muestra en la Figura 60. De esta manera se relaciona TICO con el control de entorno de la plataforma.

Las celdas de TICO estándar fueron adaptadas por el equipo de desarrollo para que su aspecto represente el comando enviado a la plataforma para que esta ejecute el gobierno sobre los elementos del control de entorno.

El control del hogar tendrá muchos elementos y se pueden activar desde diferentes paneles, por lo que cada usuario puede tener un panel personalizado que incluya sólo los elementos que pueda administrar o los que interesen.

Por esta razón, la adaptación dinámica al rendimiento del usuario durante las sesiones de entrenamiento es simple y permite entrenar a niños con poca capacidad de frustración. También permite el entrenamiento con un entorno simplificado y la adición progresiva de más elementos hasta que se alcanza una complejidad razonable para el usuario. De esta manera,

se espera que el uso diario de la plataforma pueda permitir una mayor expansión, tan fácil de editar el panel como lo hacen los maestros a diario con fines de capacitación en comunicación.

Mediante una interfaz web se ha adaptado la estructura de los ficheros TICO (extensión *.tco, [Figura 62](#)) a código interpretado por cualquier navegador en diferentes entornos (WINDOWS, LINUX, Android, etc.), lo que permite ejecutar las acciones creadas en él desde cualquier PC, *Smartphone*, tableta, etc., sin necesidad de instalar la aplicación TICO en la plataforma.

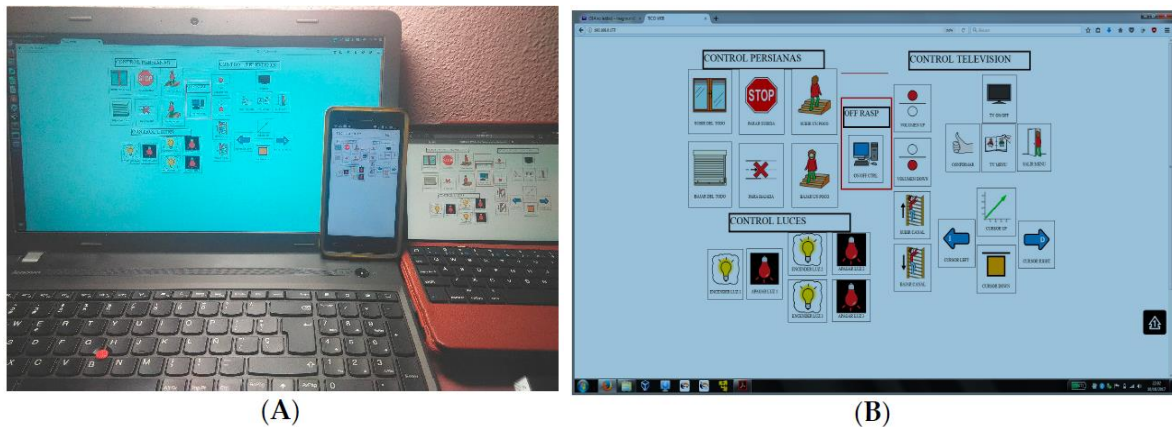


Figura 61. (A) TICO Home Control en varias plataformas; (B) TICO-Home-Control en la página web.

Apuntando a la dirección IP “xxx.xxx.xxx.xxx/menu.php” de la pasarela con el navegador, aparecerá en la pantalla del PC, *SmartPhone*, tableta, etc, el menú principal ([Figura 65](#)).

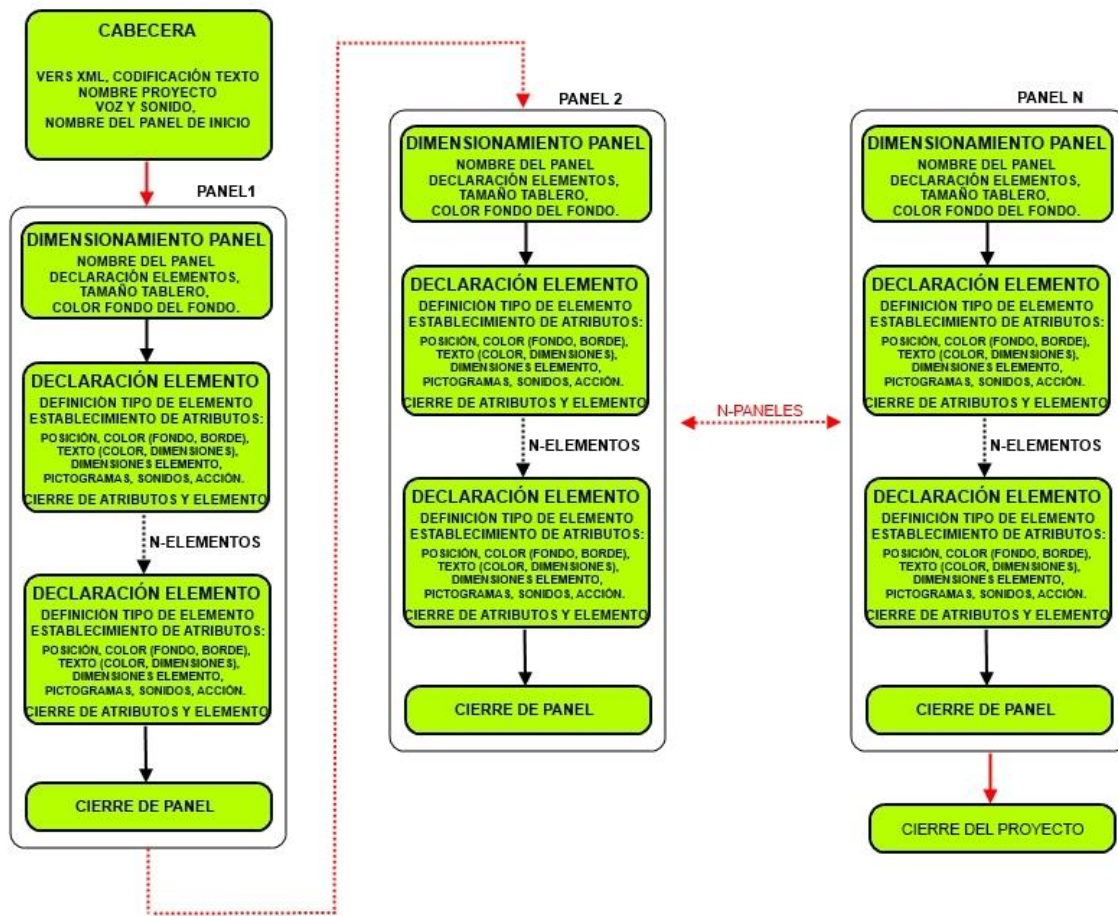


Figura 62. Estructura fichero *.tco

En la [Figura 63](#) y [Figura 64](#) se muestra el comienzo y final de un proyecto, comienzo y final de un tablero, estructura interna y propiedades de los elementos más importantes que componen un tablero TICO.

Toda esta estructura contenida en un fichero *.tco, será interpretada de forma dinámica, “al vuelo”, cuando se cargue en la página web de la plataforma, reflejando fielmente el diseño realizado desde el editor de TICO.

Existen otras funciones contenidas en el editor de TICO, pero sólo se recogen las más importantes: líneas, cuadrados, rectángulos, círculos, texto, celdas, figuras y sonidos.

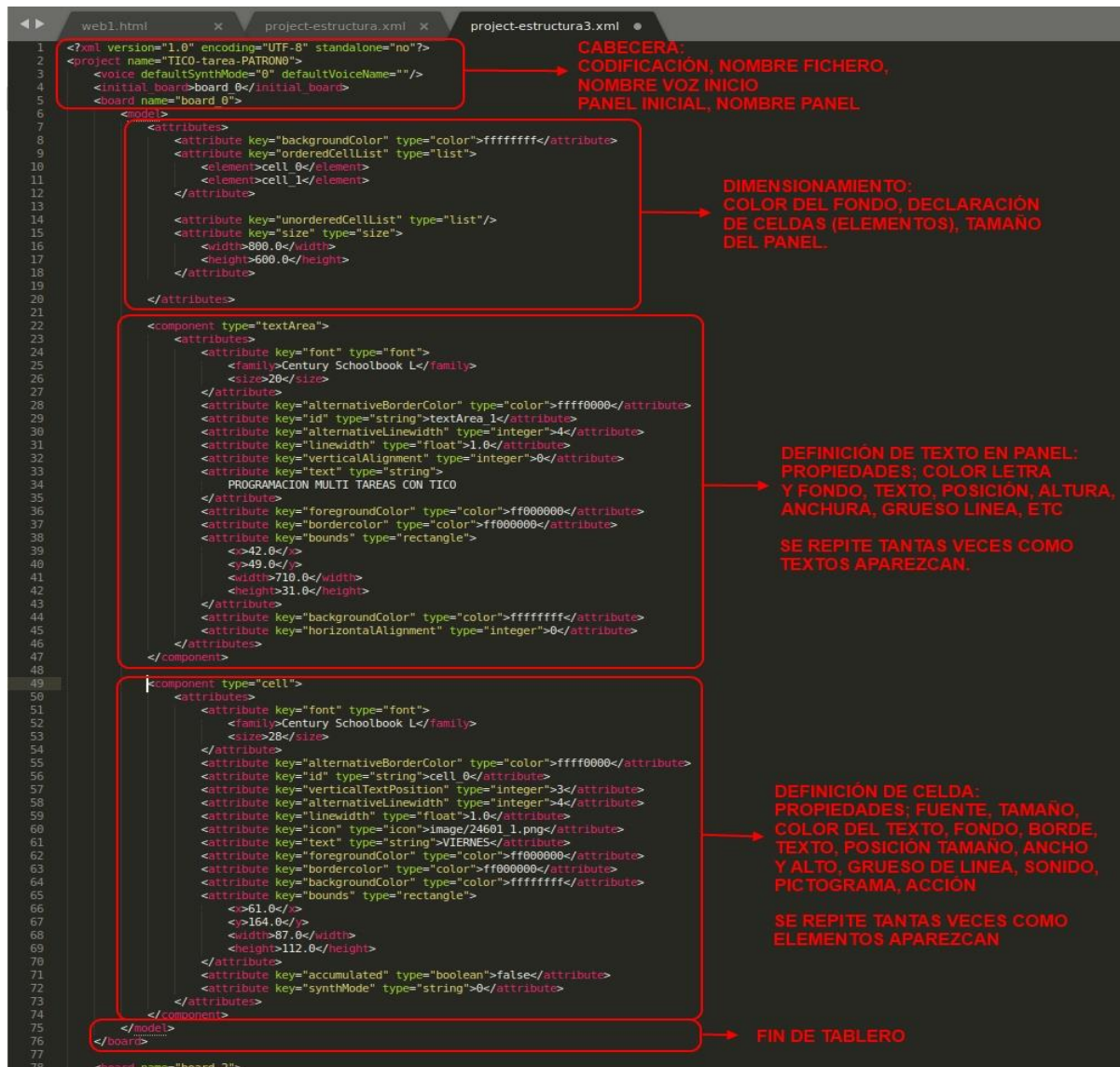


Figura 63. Cabecera de fichero *.tco

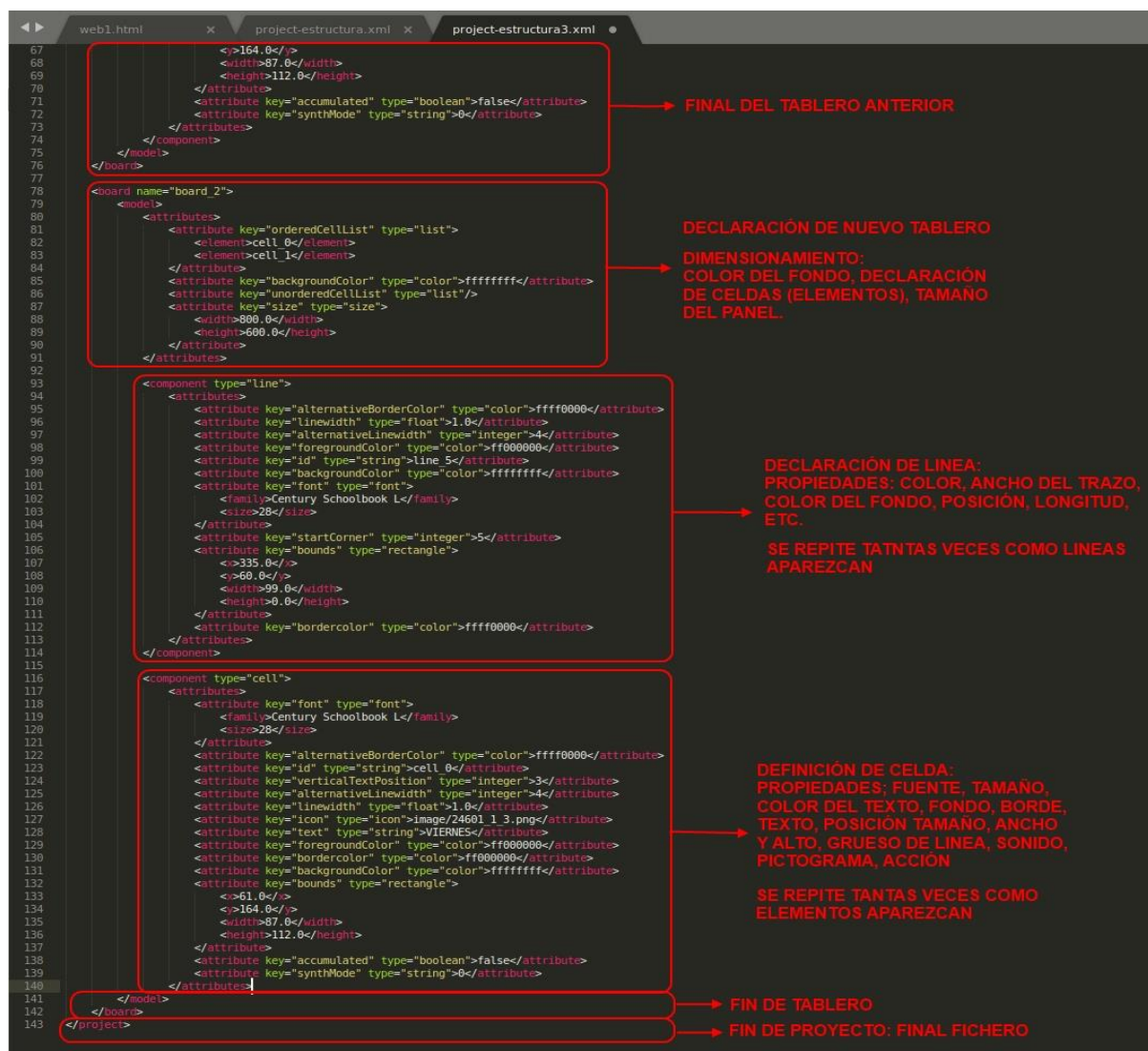


Figura 64. Final de fichero *.tco

Como se indicó en el apartado 4.2.4 del capítulo anterior la plataforma dispone de un servidor Apache para entregar páginas web, las cuales se pueden acceder mediante cualquier navegador estándar (Firefox, Chrome, Opera, Safari). Es por esta razón, que se puede trabajar con diferentes entornos como Windows, Linux, MAC o Android.

Esta plataforma puede conectarse en red con una WAN y poder acceder a ella desde cualquier punto de ésta.

Cuando se accede a la plataforma, aparece el menú principal (Figura 65A). Pulsando el botón "TICO HOME CTRL" se accede al manejo del control de entorno. Este control de entorno maneja diferentes elementos comerciales de diferentes tecnologías (apartado 5.2.1).

Para trabajar con los niños, se puede elegir entre dos formas distintas de trabajo (Figura 65B):

- De forma colectiva:

En el que todo un grupo puede manejar un mismo tablero y los mismos elementos de control domótico.

- De forma individual:

Donde se puede asignar a cada usuario uno o varios tableros personalizados y diferentes al resto de usuarios de la sala.

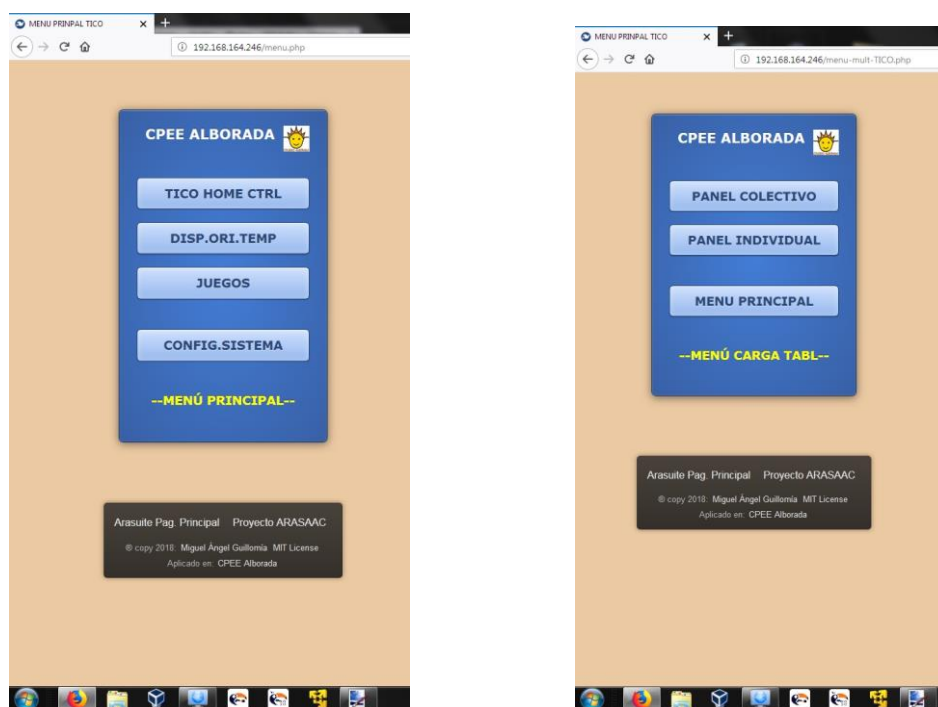


Figura 65. (A) Menú principal

(B) Accesos a paneles individual o colectivo

Pulsando “PANEL COLECTIVO”, cualquier navegador mostrará en pantalla el panel asignado al grupo.

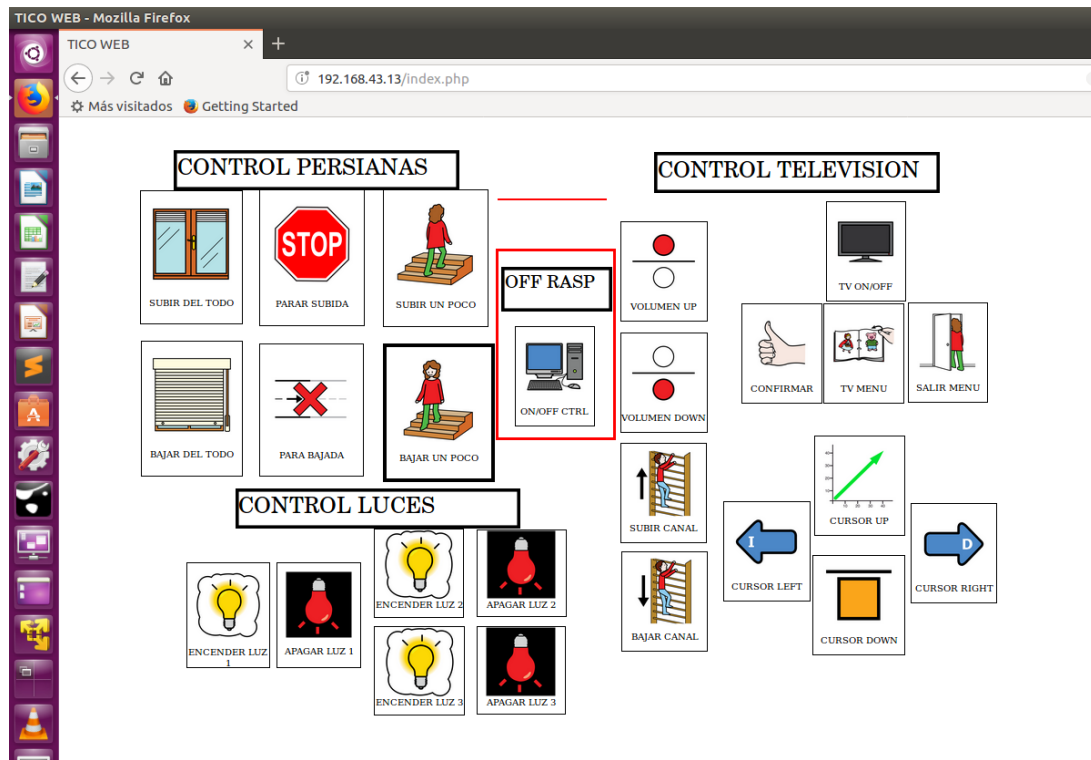


Figura 66. Ejemplo del tablero colectivo

Pulsando “PANEL INDIVIDUAL” (Figura 65B), aparece una ventana en la que se puede seleccionar entre distintos paneles para asignar de forma personalizada, pudiendo ser compartida por uno, varios usuarios o todo el colectivo a la vez. (Figura 67).



Figura 67. Lista de tableros individuales a cargar

Antes de realizar una nueva carga de tablero, se debe pasar por un control de identificación de usuario mediante usuario y contraseña para poder validar dicha carga (*Figura 68A*).

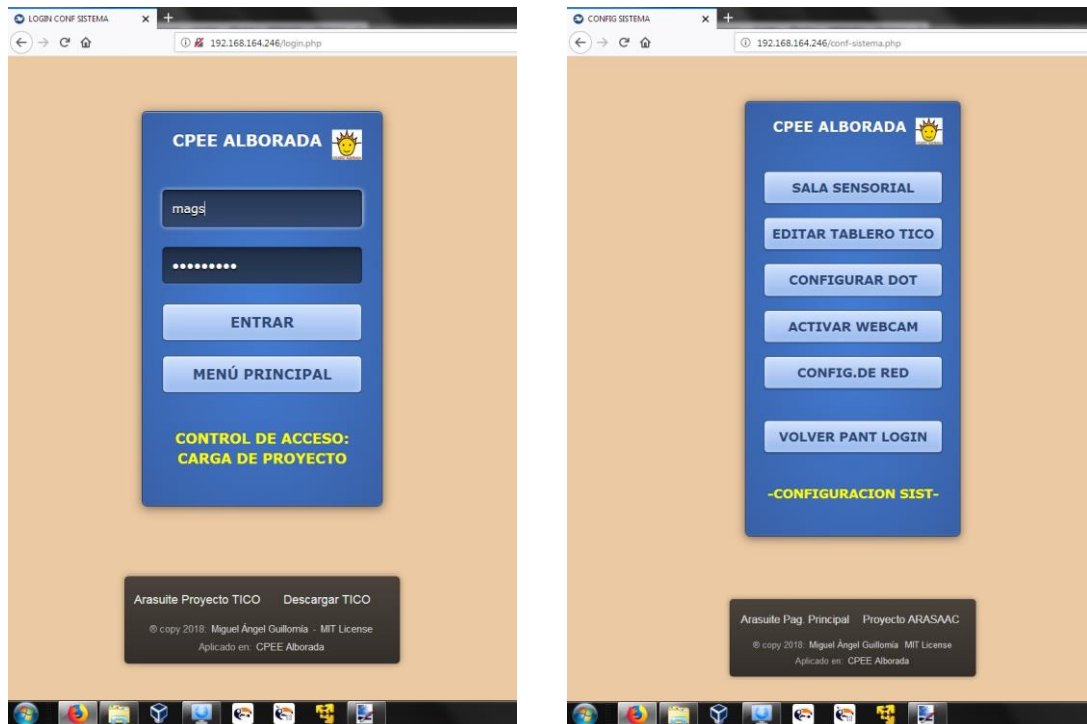


Figura 68. (A) Acceso a configuración de la plataforma (B) Menú de configuración de la plataforma

El usuario, contraseña y la activación de usuario están almacenados en la base de datos MySQL, la cual se maneja de forma gráfica mediante “phpMyAdmin” (*Figura 25*) tal y como se indicó en el apartado 4.1.3.

Pulsando el botón de “*EDITAR TABLERO TICO*” se accede a la ventana principal de edición de carga de ficheros colectivos, individuales y al borrado de ficheros individuales (*Figura 69*).

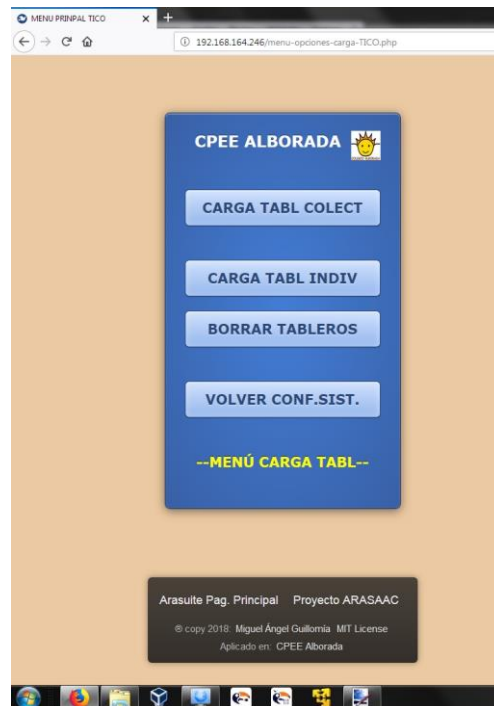


Figura 69. Opciones de carga y borrado de paneles

Pulsando el botón de “CARGA TABLERO COLECTIVO” se accede a la carga cualquier fichero *.tco para ser usado de forma colectiva (Figura 70A). De igual manera, pulsando “CARGA DE TABLERO INDIVIDUAL” (Figura 70B), se asigna a cada usuario de manera individual el nuevo fichero.

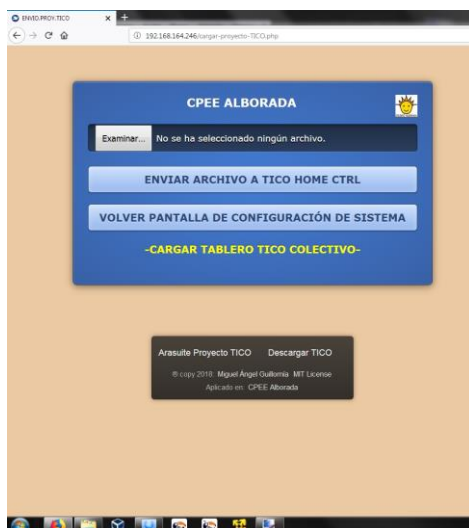
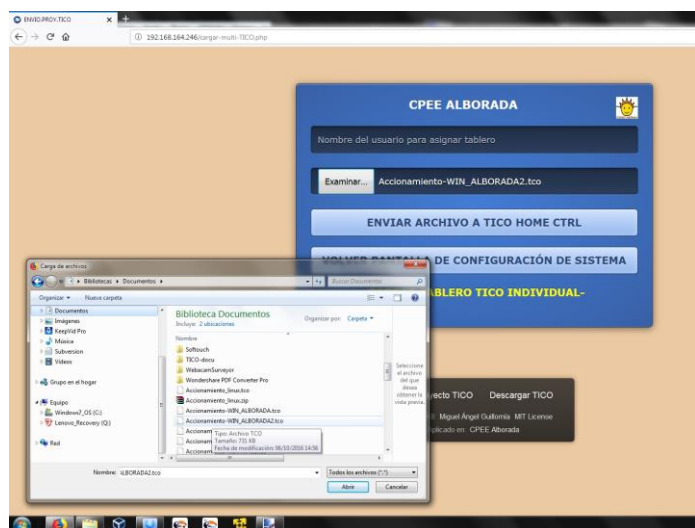


Figura 70. (A) Carga colectiva



(B) Carga individual.

Pulsando el botón de “ENVÍO ARCHIVO” se confirma el envío, como se muestra a continuación en las [Figura 70A,B](#)

Cargando un nuevo proyecto colectivo, se borra el anterior. Si durante el proceso de la carga ocurre alguna incidencia y no llega a completarse la carga, el sistema de control perderá el proyecto anterior y no se podrá cargar el tablero colectivo en la plataforma. Para corregir este problema, deberá volver a realizar el proceso de carga colectiva.

Cuando se carga un nuevo proyecto individual o colectivo, se añade una incidencia en la tabla de históricos de la base de datos.

Para eliminar cualquier proyecto cargado de manera individual, se debe acudir a la opción de “MENÚ DE CARGA DE TABLERO” ([Figura 68B](#)), y pulsar el botón “BORRAR TABLEROS” ([Figura 69](#)). Se cargará la ventana de la [Figura 71](#).



Figura 71. Pantalla de borrado de paneles con opciones disponibles

En esta ventana se muestra el nombre del tablero asignado para cada usuario, así como el nombre del fichero que contiene el proyecto. También se muestra la opción de poder seleccionar o deseleccionar, de forma individual o generalizada, los tableros individuales que se quieran borrar. Para confirmar opción pulsar el botón de “CONFIRMAR”.

Resaltar que no deben existir dos tableros diferentes con el mismo nombre, ya que la plataforma sólo reconocerá el último tablero que se cargó, borrando el anterior con el mismo nombre.

5.2.3. Soporte cognitivo social

La interfaz multiusuario del control de entorno se ha planteado para que la plataforma se pueda utilizar como soporte cognitivo social. Este soporte se basa poder realizar actividades grupales para que el profesor utilice la herramienta tecnológica en sus propias dinámicas sociales dentro de la clase; para que los chicos aprendan a convivir, tengan más relación, marcar pautas, etc.

Se puede entrenar la asociación de los elementos virtuales y los elementos reales y adiestrar la coordinación visomotriz. Para ello la plataforma dispone de un servicio de entrenamiento de habilidades visuales y motoras para ser incluido como herramienta de ayuda y complemento al profesor, con el fin de entrenar el manejo del control de entorno por parte de los usuarios con problemas de coordinación visual y/o motora.

Disponer de un único sistema de control con varios interfaces de usuarios de distintos niveles de complejidad, permite que el profesor pueda pedir a alumnos específicos con distintas capacidades que realicen acciones específicas sobre el control de entorno.

Por ejemplo: se podría disponer de un *“Story-telling”* (es el arte de contar una historia); contar un cuento en el que de repente se va a hacer de noche. Hay un niño con unas capacidades determinadas que hacen que en su pantalla haya 10 ítems. Hay otro niño con otra capacidad que dispone de 2 ítems. Uno de esos ítems es bajar las persianas. El profesor dice: *“como se ha hecho de noche ... Jaime va a bajar la persiana. Jaime participa en la clase bajando la persiana desde su pantalla”*.

La idea es realizar actividades grupales donde el nivel de participación esté individualizado o personalizado para cada niño en base a sus capacidades.

Por ello se han previsto interfaces distintos que “manejen” la misma plataforma tecnológica.

Obviamente la plataforma debe tener en cuenta, en la interfaz, el estado en el que se encuentra cada ítem que actúa en cada actuador con el fin de que todos los usuarios vean dicho estado y evitar pulsaciones erróneas por falta de información sobre el funcionamiento de ellos. Este concepto está sin implementar quedando pendiente de desarrollar como trabajo futuro.

Para ello se aprovecharía la base de datos alojada en el sistema de control, para almacenar el estado actual de cada controlador en tablas. Cada cierto tiempo, p.ej. 1 s, se refrescaría el estado de cada ítem que maneja su controlador en la interfaz de usuarios, viéndose por todo el mundo que utilice ese ítem.

Cada alumno tiene una responsabilidad grupal, el profesor va pasando la responsabilidad de uno a otro, con lo que el profesor regula el nivel de participación o nivel de protagonismo de cada chico para repartir la actividad social. Incluso se puede decir a un chico que ayude a otros.

De esta forma, la plataforma es una herramienta que, además de dar apoyo cognitivo, da un apoyo al entrenamiento e interacción social.

Si un niño aprende a controlar sus propios impulsos, es más fácil que la socialización de ese niño mejore. Esto también se puede aprovechar como una herramienta indirecta. No es directa organizada en grupo, pero si un niño es un poco agresivo y aprende a sujetarse, hace que su capacidad social aumente.

5.3. Metodología y resultados

En este apartado se describe el trabajo de entrenamiento y los resultados de cinco niños seleccionados entre los alumnos del CPEE Alborada, en TICO-Home-Control, como ejemplo de plataforma AAL que utiliza una herramienta de comunicación para facilitar la interacción humana. Como se muestra, TICO hace fácil adaptar la interfaz a diferentes etapas de entrenamiento, permitiendo sesiones con requisitos cognitivos muy simples y aumentar gradualmente la complejidad para proporcionar una funcionalidad más completa.

Destaca la aparición de una estrategia, de alguna manera común, que puede ser usada para que nuevos niños sean entrenados. Se muestra cómo los niños pueden usar el control de entorno, mejorando su autonomía personal.

También se muestra un impacto en el entrenamiento de algunas capacidades básicas como relacionar representaciones virtuales con objetos reales o funciones y con aspectos básicos de interacción causa-efecto.

Finalmente, se muestra un impacto en la satisfacción y la actitud de los niños, que se incluye aquí ya que se entiende que es un elemento crucial en el aprendizaje de conceptos y habilidades.

Este trabajo ofrece una contribución genérica a las plataformas AAL al mostrar una forma de mejorar su usabilidad y accesibilidad a través de un entrenamiento gradual y permanente mediante la interfaz de comunicación.

5.3.1. Metodología de la intervención.

La población objetivo son niños de educación especial que anteriormente se consideraban incapaces de usar un control de entorno estándar pero que se consideraban aptos para aprender con la incorporación de TICO. Los usuarios muestran varios tipos de discapacidad en diversos grados, por lo que las metodologías basadas en grupos de control y experimentación no son factibles, ya que los grupos serían muy pequeños y demasiado heterogéneos en capacidades para proporcionar cualquier significación estadística. En consecuencia, se utiliza una metodología de estudios de casos, haciendo una comparación de las habilidades observadas antes y después de la intervención del entrenamiento y registrando las incidencias, resultados y observaciones de cada sesión. La intervención está estructurada en las siguientes fases:

1. Reunión con la comunidad educativa para presentar conjuntamente el proyecto (tanto en la escuela como en la universidad).
2. Definición de criterios para la selección del usuario (discapacidad motora, nivel cognitivo y nivel de madurez).

3. Para cada usuario seleccionado, existe un estudio conjunto por parte del equipo de investigación con el equipo de fisioterapia de la escuela sobre el acceso óptimo a la interfaz de la plataforma.
4. Reunión con tutores de los usuarios seleccionados para informarles sobre el proceso de capacitación y los objetivos.
5. Entrenamiento en la identificación de elementos virtuales y reales en la sala de trabajo, centrándose en la relación entre elementos reales y virtuales y la comprensión de la consecuencia en el mundo real cuando se activa una celda virtual.
6. Entrenamiento en un panel de control de entorno TICO simplificado con cuatro celdas (TV, ventana, música, sirena) como trabajo previo para incrementar la complejidad de los paneles. En caso de usar paneles TICO más complejos, realizar una división agrupando los elementos de TICO en los paneles de trabajo como simplificación definitiva.
7. Cuando la capacidad esté suficientemente probada en fases previas, entrenar sobre un tablero TICO completo (ventanas anidadas con funcionalidad completa para cada elemento de la casa).
8. Mejora de la interfaz de usuario, de los tableros TICO simples o completos y cualquier otra modificación que se considere útil para la instalación de dicha plataforma en el hogar del usuario, teniendo en cuenta las adaptaciones del mobiliario y las simplificaciones cognitivas.
9. Conclusiones generales de capacitación, atendiendo también a los objetivos descritos anteriormente de motivación, autoestima, mejora de la autonomía y satisfacción asociada, calificación de la capacidad de gestión y aspectos para mejorar después del proceso de capacitación.

Las sesiones de entrenamiento fueron individuales y duraron 30 minutos cada una. El lugar de entrenamiento es la biblioteca de la escuela, donde está instalada la plataforma AAL. La planificación inicial de cada sesión es igual para todos los usuarios, por lo que se dan las

mismas instrucciones a cada usuario, lo que permite la comparación de las dificultades de acceso.

Selección y gestión de usuarios

Siete alumnos de entre 7 y 21 años fueron preseleccionados, tanto de los grupos de "Educación Básica Obligatoria" (EBO) como de "Transición a Vida Adulta" (TVA). Después de una evaluación previa de la adecuación de los usuarios, sólo cinco fueron seleccionados para el entrenamiento, considerando que los otros dos estaban en un estado de desarrollo demasiado inmaduro.

Los alumnos fueron seleccionados después de estudiar sus capacidades físicas y cognitivas. Todos ellos fueron seleccionados entre aquellos considerados como incapaces de usar un sistema de control de entorno convencional y comercial, esperando que fueran capaces de responder positivamente a este entrenamiento específico y progresivo, con el fin de mejorar su autonomía personal y disponer de un sistema de control de entorno en casa. Cuatro niños están en nivel EBO y 1 adulto en TVA.

Las capacidades consideradas como relevantes para poder utilizar la interfaz TICO y seguir la capacitación correspondiente fueron las siguientes: capacidad auditiva y visual, destreza manual, capacidad cognitiva para comprender, ajustarse a los tiempos y tolerancia a la frustración. Sus capacidades se clasificaron de 0 (capacidad nula) a 5 (capacidad normal), siendo evaluadas subjetivamente por un docente de educación especial con experiencia, teniendo los valores que se muestran en la [Tabla 6](#) e ilustrados en la [Figura 72](#).

Capacidades del Usuario	Usuario 1	Usuario 2	Usuario 3	Usuario 4	Usuario 5
Capacidad Auditiva	4	4	3	4	4
Capacidad Visual	4	4	3	3	0
Destreza Manual	2	4	2	2	3
Comprensión Cognitiva	3	3	4	4	4
Coordinación temporal	2	3	2	3	3
Tolerancia a la frustración	1	4	4	4	5

Tabla 6. Capacidades relevantes de los usuarios para manejar la interfaz TICO

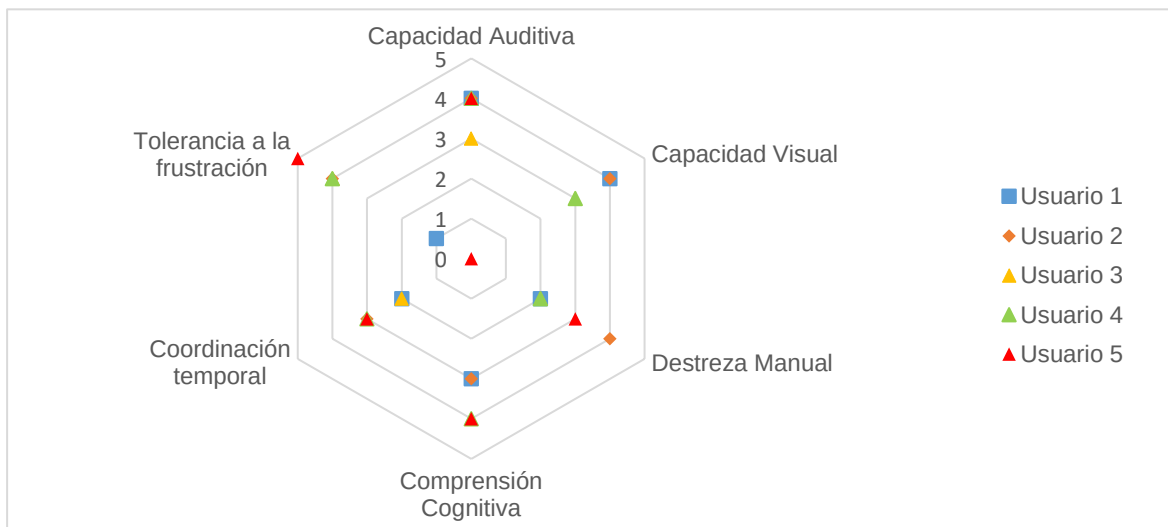


Figura 72. Capacidades relevantes de los usuarios seleccionados para manejar la interfaz de TICO.

Usuario 1, de 8 a 10 años de edad, Nivel EBO, chica

El usuario 1 tiene un buen nivel cognitivo y una habilidad de manipulación que le permite, después del entrenamiento, acceder al panel TICO para el control del entorno. El usuario 1 puede usar el ratón con su mano izquierda, necesitando ayuda con los tiempos de espera o el *software* de selección de barrido. Sus capacidades se muestran en la [Figura 73](#).

Considerando su evaluación inicial por parte del equipo de fisioterapeutas, tiene la posibilidad de usar directamente una tableta como interfaz física ya que su destreza motriz le permite señalar los elementos de la pantalla sin dificultad.

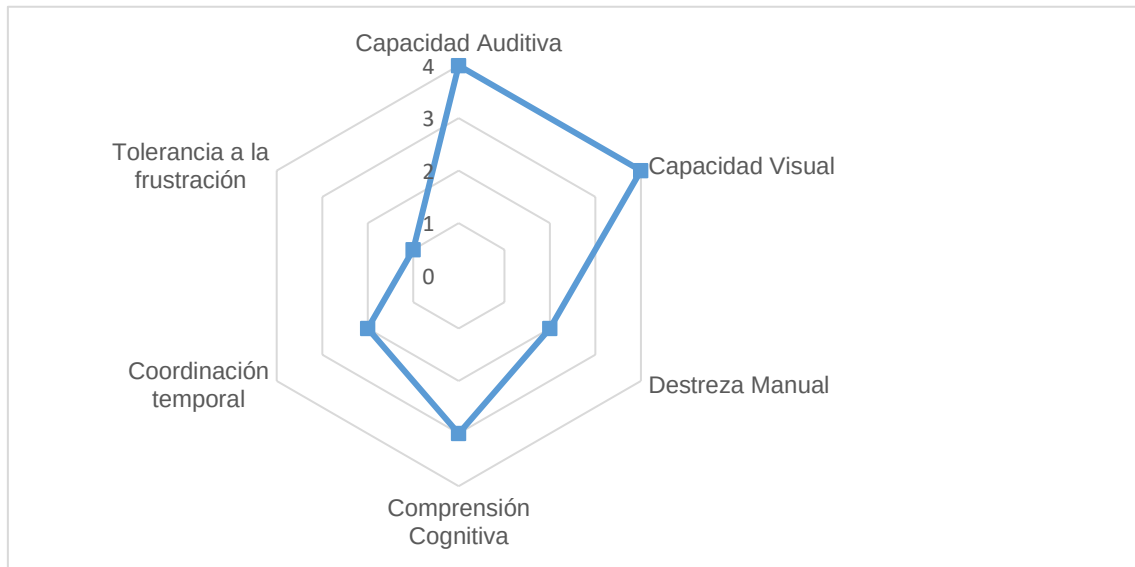


Figura 73. Huella inicial de las capacidades del usuario 1

1ª y 2.ª sesión: Introducción a la interfaz

Ambas sesiones están dedicadas a familiarizarse con la interfaz. El primer objetivo para el usuario 1 es reconocer los elementos de la sala de capacitación que están representados en la interfaz (TV, persianas, luz, equipo de música...). Progresar bien y no muestra ninguna dificultad en el reconocimiento de los elementos correspondientes en el mundo real. Una vez completado el primer paso de capacitación, se pasa a observar su reacción y capacidad de gestión con el panel TICO de cuatro celdas (televisión, ventana, música, sirena). Identifica todas las células y puede moverse y colocar aproximadamente el puntero del ratón en la celda deseada o en la que se le pide, aunque necesita mejorar su control.

3ª sesión

Su buena psicomotricidad se verifica cuando se le pide que trabaje con la tableta. Ella muestra la capacidad para pulsar y administrar las opciones de pantalla con bastante fluidez, aunque ambos aspectos son todavía objeto de entrenamiento. Se le ofrece una tableta con dos

tamaños de pantalla para trabajar con el panel TICO: una pantalla de 10" y la otra de 7". Se observa que trabaja mejor con la segunda, así que esa es la elegida para su entrenamiento.

En esta sesión, al usuario 1 se le presenta el panel de la interfaz TICO completa. Para facilitar una observación más específica de los elementos que forman el panel y su entrenamiento, la pantalla se divide en tres áreas de trabajo: persianas, luces y TV (Figura 74).



Figura 74. Agrupación de áreas en el panel de la interfaz para un entrenamiento simple.

El usuario 1 reconoce la mayoría de los pictogramas que representan elementos reales en la habitación y muestra más dificultad con aquellos que implican más abstracción, como la función "detener" para detener el movimiento de las persianas o una cruz para detener cualquier acción.

En cuanto a la ubicación de los pictogramas, muestra una buena habilidad, puede ubicarlos y verbalizar su función cuando cada celda apunta hacia ella: mover hacia arriba o hacia abajo las persianas, controlar cada luz, encender o apagar el televisor.

En general, el entrenamiento es positivo muestra una gran satisfacción cuando activa la celda "subir persiana" y comprueba si lo hace, o cualquier otra acción, bajarla, encender la luz o el televisor.

En cuanto a las conclusiones relativas a la posterior personalización de la plataforma de instalación en su hogar, se concluye que el panel mostrado en la Figura 66, debe simplificarse en los siguientes aspectos:

- Control de las persianas: dejar las celdas "subir", "bajar" y "detener" (eso detiene ambos movimientos).
- Control de luz: solo dos celdas: "encender" y "apagar".

- c. Control de TV: dejar solo tres celdas. Una para encenderla / apagarla; otras dos celdas para subir o bajar el canal.

La evaluación del proceso de entrenamiento es positiva: para el usuario_1 ha habido varios momentos de satisfacción al verificar que es capaz de producir acciones de manera independiente para encender el televisor, mover las persianas, apagar la luz, que son acciones de la vida diaria para las cuales ella normalmente necesita el apoyo de otra persona.

Además, el entrenamiento le ha brindado la oportunidad de adquirir nuevas habilidades básicas, como adaptarse a los tiempos de espera, mejorar su buena psicomotricidad, adquirir un nuevo vocabulario, lateralizar y orientar el espacio.

Usuario 2, de 8 a 10 años, nivel EBO, chico

El usuario 2 presenta un buen nivel cognitivo y destreza manipulativa que le permite acceder y funcionar con el panel de control de entorno TICO con cierto entrenamiento (*Figura 75*).

Este usuario también muestra la capacidad de usar el ratón con su mano izquierda como medio de acceso y también muestra la habilidad de señalar con esta mano. A partir de un estudio anterior, se le considera capaz de usar una tableta para el entrenamiento, siendo necesario evaluar su accesibilidad y el tamaño adecuado para sus capacidades.

1^{ra} y 2^{da} Sesión

Ambas sesiones están dedicadas a familiarizarse con la interfaz. Primero se considera el reconocimiento en la sala de los elementos que serán objeto del trabajo de entrenamiento en la interfaz (TV, persianas, luces, equipo de música). No muestra dificultades para identificar y establecer la relación entre el objeto real y la representación virtual como un pictograma.

Después de esta primera fase se pasa a la observación de sus reacciones y capacidad en el manejo del panel TICO con cuatro celdas. Identifica las celdas y elementos sin mayor dificultad. Puede usar el ratón para detenerse en la celda que desea o se le pide, aunque es necesario mejorar el control. El tiempo en el modo de barrido para resaltar una celda y luego otra se debe aumentar.

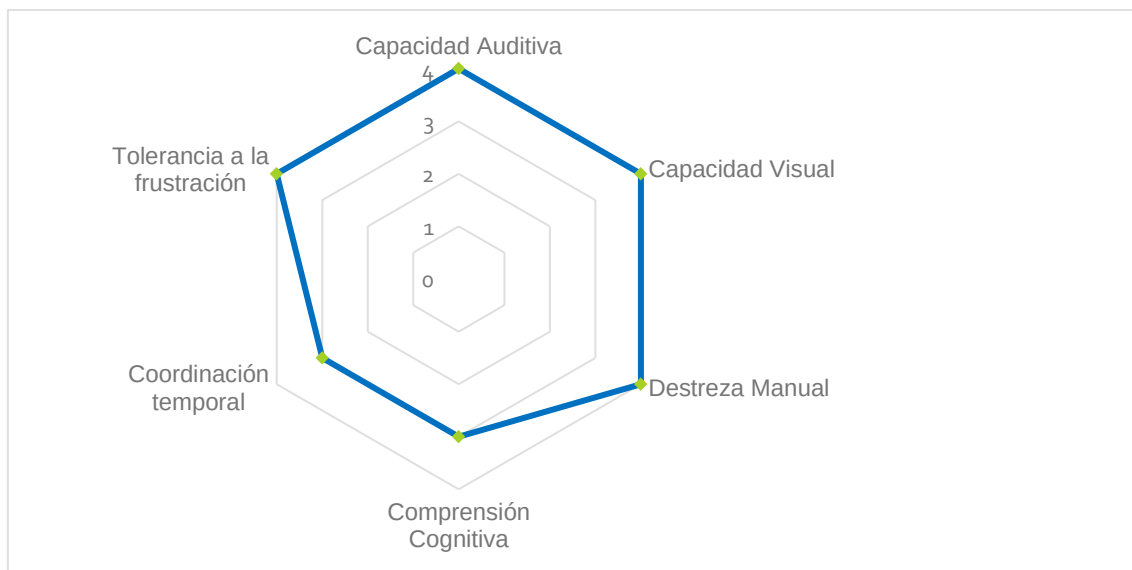


Figura 75. Huella inicial de las capacidades del usuario 2

3ª sesión

Se observa una buena psicomotricidad cuando trabaja con la tableta. Es capaz de pulsar, señalar y gestionar con cierta fluidez. La accesibilidad mejora para el usuario 2 con la tableta en comparación con el uso de un PC normal y ratón. Se prueban dos tabletas con diferentes tamaños de pantallas de 10" y 7". Se muestran mejores resultados con una pantalla de 10", por lo que el entrenamiento se realizará con este tamaño de tableta.

Cuando se expone al panel TICO completo para control de entorno (*Figura 74*) el usuario 2 reconoce todos los pictogramas que representan elementos reales en la habitación y tiene dificultades con aquellos que no se corresponden con un objeto real y son más abstractos (detener, cruzar para detener una activación de celda, mover un poco hacia arriba / abajo), como ya ocurrió con el usuario 1.

Después del entrenamiento comprende el significado y la función de cada elemento. Es capaz de identificar cada celda que corresponde con el pictograma deseado y verbaliza la función que cada uno realiza. También puede señalar la ubicación de cada pictograma para subir o bajar las persianas, encender o apagar las luces y lo mismo para el televisor. Aun así, es conveniente para el usuario 2 disminuir el número de celdas y simplificar su contenido.

El entrenamiento ha sido positivo. El usuario 2 ha mostrado una gran alegría al observar la activación de los elementos reales cuando activa las celdas correspondientes, especialmente al encender el televisor y seleccionar el canal hasta alcanzar el que le gusta.

En cuanto a la instalación posterior en su casa, hay una necesidad de simplificar el panel, proponiendo una reducción inicial a dos partes de la pantalla en lugar de tres: control de persianas y TV, luego, incluyendo progresivamente más elementos en el panel con luces u otros objetos.

- A. Control de persianas: disminuir el número de celdas a tres: subir, bajar y parar.
- B. Control de TV: de nuevo solo tres celdas, una para encender / apagar, y dos flechas para seleccionar canales.

La evaluación de la interfaz de entrenamiento es positiva: para el usuario 2 ha sido muy satisfactorio verificar que haya podido activar elementos en la sala de forma independiente y solo señalando el pictograma, siendo elementos de acciones cotidianas como encender la TV, mover las persianas o apagar la luz.

Como también sucedió con el resto de los usuarios, el entrenamiento también ha trabajado en algunas habilidades previas, como el ajuste a los tiempos de espera, la mejora de la psicomotricidad fina, la adquisición de un nuevo vocabulario, la lateralización y la orientación espacial.

Usuario 3, de 11 a 15 años, nivel EBO, chica

El usuario 3 muestra un nivel cognitivo suficiente y una destreza manipuladora que le permite ser un candidato para el entrenamiento en TICO de control de entorno (*Figura 76*). Puede usar el ratón con ambas manos, principalmente con la izquierda. Presenta un temblor que dificulta mucho el control de sus movimientos, por lo que es necesario tener en cuenta que los tiempos de espera serán más largos.

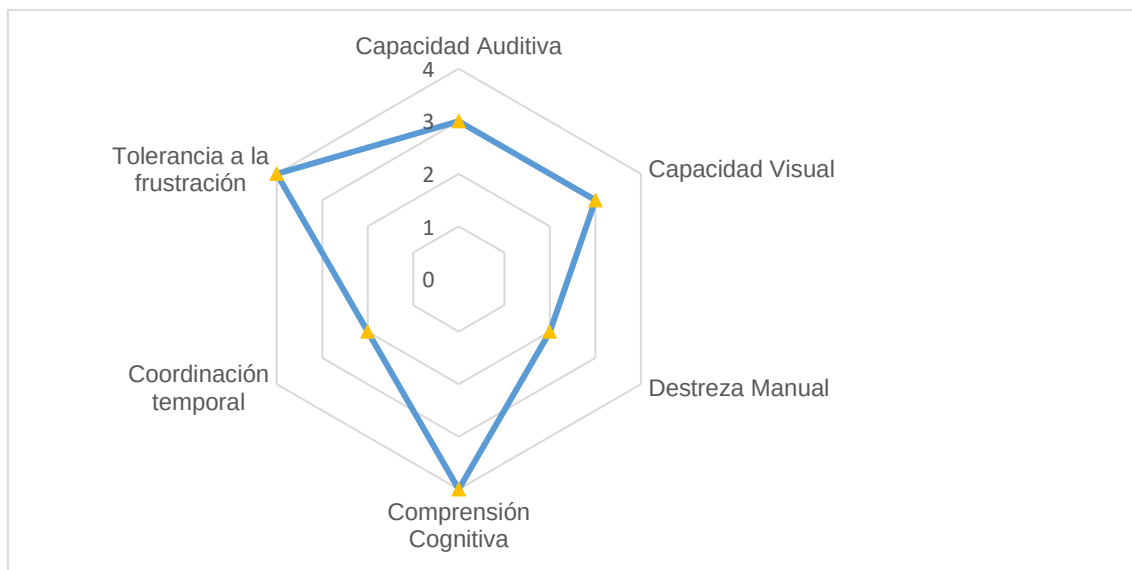


Figura 76. Huella inicial de las capacidades del usuario 3

Una vez que se verificó su movilidad con el ratón y también su capacidad para apuntar a la pantalla de la tableta, se concluyó que es más fácil para ella la accesibilidad con la tableta. Se le pidió que usara dos tamaños de pantallas, ajustándose mejor a la más pequeña (7").

Es capaz de activar las celdas del panel en la tableta, mejorando su precisión con la más pequeña, ya que su temblor se minimiza con la unión palmar. También mejora el uso de los dedos de la mano izquierda, aunque alterna con ambos, izquierda y derecha.

1^{ra} y 2^{da} Sesiones

Ambas sesiones están dedicadas a familiarizarse con la interfaz. Primero se identifican los elementos con los que entrenar en la sala; televisión, persiana, luces y equipo de música. No muestra dificultades para identificar y establecer la relación entre objetos reales y pictogramas.

Después, se pasa a observar sus reacciones y su capacidad para usar un panel TICO de cuatro celdas (TV, ventana, música, sirena). Ella identifica las cuatro celdas y su correlación con los pictogramas.

TICO se ha configurado para hacer un barrido automático con un retraso de 5 segundos de salto entre una celda y celda, con la esperanza de que pueda tener suficiente tiempo para seleccionar el pictograma y pulsarlo para activarlo.

Su temblor hace que también le sea difícil activar la celda seleccionada, por lo que el tiempo de retardo se incrementa aún más. La validación de su desempeño es positiva. En consecuencia, el entrenamiento pasa a la siguiente fase para trabajar con un panel completo de TICO.

3ª sesión

Se le presenta un panel de inicio TICO dividido en tres partes como al usuario 2 (*Figura 74*), de manera que pueda adquirir dominio sobre cada una de las partes. Reconoce los pictogramas en cada celda y la función que ellos realizan. Ella se siente muy motivada y tranquila. Localiza los pictogramas cuando se le solicita, apunta a la celda correcta y activa la función real. En esta sesión, el entrenamiento se centra en el control de la persiana y el control de las luces.

4ª sesión

En esta sesión, el enfoque del entrenamiento se centra en el control del televisor, siguiendo luego con el entrenamiento del panel de control completo de TICO. Con respecto a la posterior instalación en su casa, se sugiere simplificar el panel de control de TICO para el hogar:

- A. Control de la persiana: dejar tres celdas, subir, bajar y detenerse.
- B. Control de luz y enchufe: solo dos celdas, una para encender y otra para apagar.
- C. Control de televisión: solo tres celdas, una para encender / apagar, y otras dos para buscar el canal hacia arriba y hacia abajo. El volumen podría ser suprimido para obtener una mayor simplificación.

El proceso de entrenamiento ha sido satisfactorio para este usuario, ya que puede realizar sus propias acciones cotidianas sin el apoyo de otra persona.

Usuario 4, de 16 a 21 años, nivel EBO, chica

Muestra un buen nivel cognitivo y suficiente destreza manual, por lo que se la considera candidata para el control del hogar TICO (*Figura 77*). Ella es una usuaria de silla de ruedas

eléctrica y navega autónomamente. Puede usar el ratón cuando está posicionada adecuadamente en su silla.

Teniendo en cuenta sus capacidades y nivel de competencia, y siguiendo las recomendaciones de fisioterapia, el entrenamiento comienza directamente con una tableta con pantalla de 10 pulgadas, ya que presenta capacidades motoras para usar las adaptaciones de los muebles según sea necesario.

1^{ra} sesión

La primera sesión está dedicada a familiarizarse con la interfaz. Al igual que con los usuarios anteriores, el entrenamiento comienza por el reconocimiento de los elementos virtuales y reales que aparecerán en la interfaz (televisión, persianas, luces, equipo de música). El usuario 4 no tiene dificultades para identificar y establecer la relación entre los objetos reales y sus pictogramas.

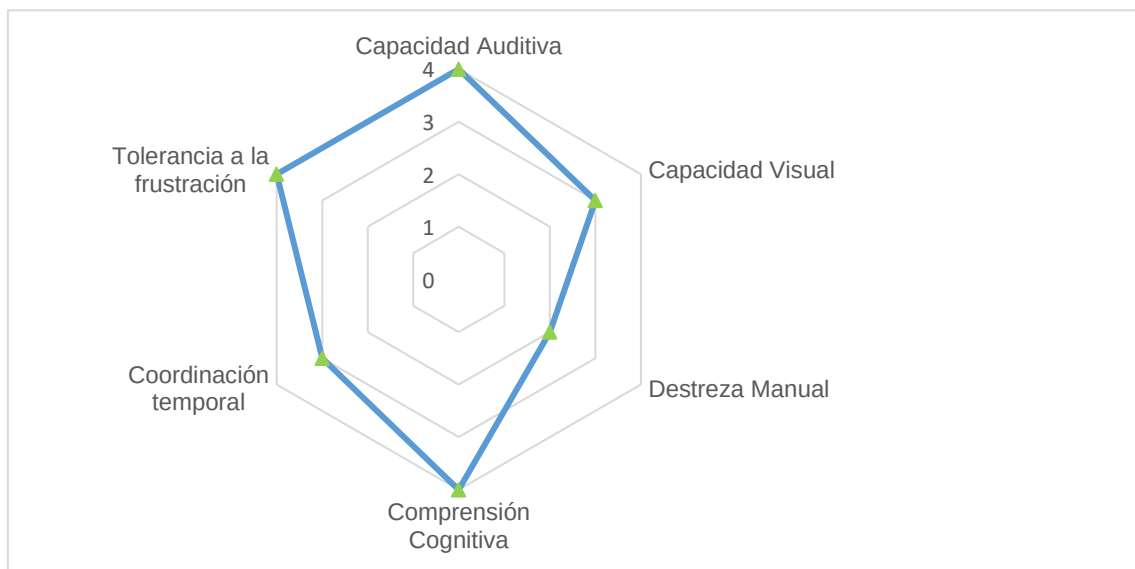


Figura 77. Huella inicial de las capacidades del usuario 4

Teniendo en cuenta su posición en la silla de ruedas, se coloca un atril sobre la mesa sujeta a la silla de ruedas, para que pueda tener un buen acceso a su tableta. Un buen ajuste de esta adaptación se validará a través del entrenamiento.

Se presenta al usuario 4 el control de entorno TICO, identificando todos menos uno de los pictogramas. Ella pregunta acerca de aquel para el que no conoce la acción asociada. El panel TICO completo está dividido en dos partes para enfocarse en los elementos de cada uno, de manera similar a como se muestra en la [Figura 74](#).

Es necesario proporcionarle un mayor tiempo hasta que apunte a la celda y la active. Cuando lo hace, se comunica con alegría al observar que puede subir directamente la persiana y que de esta manera podría hacerlo sola en casa. Ella ha podido activar todas las celdas correspondientes al control de la persiana y al control de la luz sin dificultades.

2^{da} sesión

El entrenamiento continúa con la segunda parte del panel dividida en la sesión anterior, que corresponde a la TV. Se observa que incluso cuando puede activar cada celda del panel TICO que tiene su tableta en un atril conectado a su silla de ruedas, podría funcionar mejor con una adaptación adicional consistente en un brazo articulado para sostener la tableta a la misma altura que su pecho y a una distancia adecuada para que pueda acceder de una manera cómoda.

También se observa, con respecto a la instalación de su hogar, que las celdas de las tabletas se deben agrandar de tamaño para lograr un mejor acceso para ella, ya que su campo visual se ve afectado.

Se propone establecer un punto de partida con pocas celdas y luego aumentar gradualmente el número de celdas, con la expectativa de que logre un mejor rendimiento y capacidad para un número cada vez mayor de celdas.

Otro buen punto de partida podría ser dividir las celdas en dos paneles relacionados con los que pudiera entrenar en todas las celdas sin suprimir ninguna y luego ofrecerle progresivamente un control de entorno TICO integrado y completo a medida que su uso en el hogar evolucionaría.

Usuario 5, de 16 a 21 años, ciego, nivel TVA, chica

El usuario 5 tiene discapacidad motora y ceguera total. Se espera que su nivel cognitivo y su destreza manipuladora le permitan usar el control de entorno TICO con entrenamiento previo (Figura 78). Puede usar el ratón con bastante tiempo en el barrido automático con la interfaz de voz y comentarios sonoros.

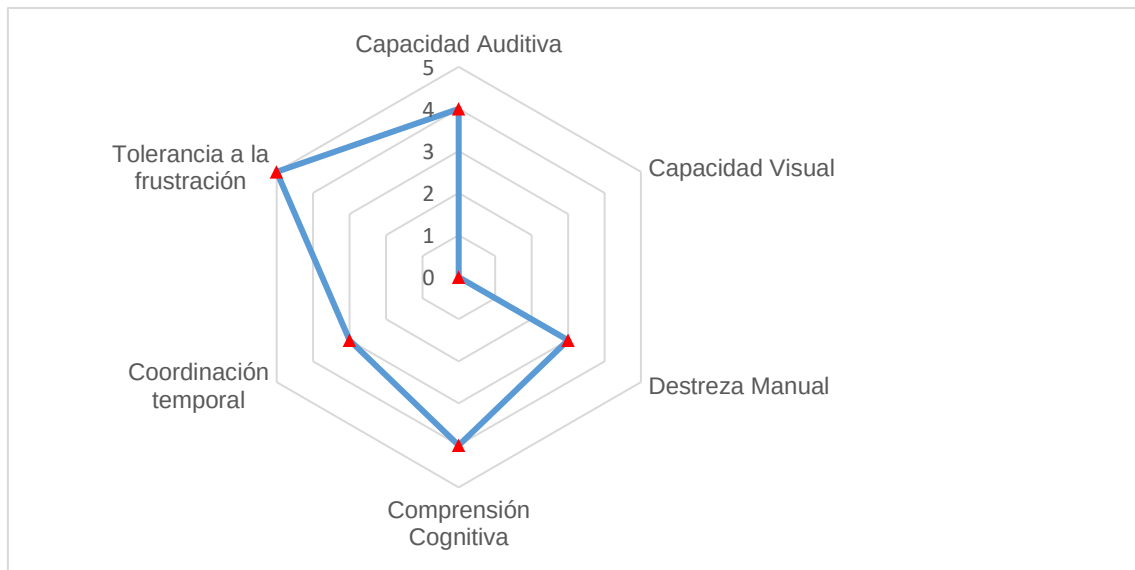


Figura 78. Huella inicial de las capacidades del usuario 5

Con la tableta en un atril sujeto a su silla de ruedas, podría funcionar mejor con una adaptación adicional consistente en un brazo articulado para sostener la tableta a una altura y una distancia adecuadas para que ella acceda de una manera cómoda.

Se propone un punto de partida con pocas celdas y luego ir aumentando gradualmente el número de celdas, con la expectativa de que logre un mejor rendimiento y capacidad para un número cada vez mayor de celdas.

Otro buen punto de partida podría ser dividir las celdas en dos paneles relacionados con los que pudiera entrenar en todas las celdas sin suprimir ninguna y luego ofrecerle progresivamente un control de entorno TICO integrado y completo a medida que su uso en el hogar evolucione.

TICO se preparó para que la palabra relacionada con las celdas barridas se exprese en voz alta.

1ª y 2ª Sesiones

Ambas sesiones están dedicadas a familiarizarse con la interfaz. Se le explica oralmente los elementos que integran el panel TICO de cuatro celdas y el panel TICO completo. Ella sabe para qué son los elementos seleccionados en la sala de entrenamiento, y cómo sería eso en su casa.

Para evaluar su reacción y capacidades de coordinación debe elegir el momento de pulsar para seleccionar una celda después de haber escuchado su descripción.

En una primera etapa solo se usa un panel TICO de cuatro celdas (televisión, ventana, equipo de música y persiana). Está demostrado que puede escuchar con atención la voz que describe cada celda en el proceso de barrido y verbalizar la función de cada uno de los elementos. Ella muestra una muy buena precisión en la secuencia "escuchar barrido y pulsación de la celda deseada". De todos modos y debido al diseño de TICO, es necesario que la celda activa se convierta en modo de pantalla completa para facilitar la selección. Ella también puede verificar mediante comentarios de audio el efecto de cada selección de celda.

3ª sesión

El panel TICO-Home-Control completo aún no está adaptado a la función auditiva, por lo que utilizamos el apoyo de un adulto para emular esta función y ella fue entrenada en la activación de cada celda del panel de control completo de TICO, percibiendo la retroalimentación auditiva de mover las persianas o encender el televisor. Para que el panel de control completo del hogar TICO sea accesible de forma autónoma para este usuario, se necesitan varias modificaciones

- A. Simplificar el panel TICO en dos partes: para el entrenamiento, esto se hace con control de TV y control de equipos de música.
- B. Simplificar el control de TV: a ella le gusta escuchar los programas de TV y seguir series de TV incluso sin ver las imágenes. Solo necesita tres celdas, encender / apagar y otras dos para subir y bajar la selección del canal. Aquí también se puede eliminar el volumen para simplificar aún más el panel, al menos en una primera etapa.

- C. Control del equipo de música: a ella le encanta escuchar música. El panel consistiría en dos celdas, una para encender / apagar y otra para seleccionar pistas de un CD.
- D. Incluir la función de lectura en el panel de control completo de TICO.
- E. Establecer un retardo con el tiempo adecuado en la función de barrido para adaptarse a su tiempo de reacción para escuchar y elegir la función deseada.

5.3.3. Discusión.

El estudio llevado a cabo con los cinco usuarios ha obtenido resultados positivos en el entrenamiento del control de entorno TICO, adquiriendo las habilidades suficientes para poder operarlo al menos en una versión simplificada, y adquiriendo conocimiento suficiente en las funciones asociadas a cada celda virtual para encontrar beneficios para su autonomía personal. Los resultados se resumen en la [Tabla 7](#).

El estudio de sus capacidades con ayuda del equipo de fisioterapeutas ha logrado encontrar la accesibilidad suficiente para el manejo de TICO y varias propuestas de adaptación de mobiliario, simplificaciones de panel y configuración de tiempos de demora que se han mejorado progresivamente con el entrenamiento.

La identificación de elementos virtuales y reales en la sala de entrenamiento y su relación funcional se ha logrado con todos los usuarios, encontrando una dificultad especial con pictogramas que no representan directamente objetos reales sino funciones abstractas (como parar para el movimiento de la persiana) principalmente por los niños más pequeños, usuarios 1 y 2.

Todos los usuarios han manejado sin problemas y de forma satisfactoria el panel de control simplificado de cuatro celdas TICO el cual, también ha sido útil para estudiar la mejor forma de acceso disponible a la plataforma y la interfaz *hardware* para cada uno de ellos.

El entrenamiento en un panel TICO completo se ha realizado gradualmente a partir de una simplificación dividiendo los elementos en grupos, dos o tres, encontrando una buena expectativa de progreso hacia la total operatividad en varios casos.

En base a la observación, se describen propuestas personalizadas para mejorar la interfaz del usuario con respecto a la instalación del hogar, que varían desde simplificaciones del número y tamaño de las celdas, ajustes adicionales de los tiempos de espera, agrupación de celdas en áreas funcionales en la interfaz, adaptaciones de mobiliario e inclusión de retroalimentación auditiva.

En todos los casos, el entrenamiento ha demostrado ser útil para adquirir habilidades operativas básicas, como entrenamiento de causa y efecto, relación entre elementos virtuales y reales, mejora de las habilidades motoras y comprensión de las funciones desencadenadas esperadas, vocabulario, lateralización y orientación espacial.

En cuanto a la satisfacción con el aprendizaje, el estado de ánimo y la motivación, hay una mejora general de la autonomía y una clara satisfacción asociada, que también se expresa como felicidad y autoestima.

La observación del progreso con el entrenamiento también concluye que es probable que la capacidad de gestión mejore mediante un entrenamiento autónomo adicional a través del uso, por lo que la personalización debe revisarse después de semanas de instalación y uso en el hogar.

Los profesores digeron: *“niños que se pensaba que no podían acceder al control de entorno, se les ha puesto una estructura cognitiva que ya conocían y ahora acceden de forma natural al control de entorno”*.

En definitiva, lo que se extrae de este estudio es que, si se entrena a usuarios que se supone que no son capaces de manejar el control de entorno utilizando el mismo esquema cognitivo que ya conocen, su resultado es mejor.

Con esta plataforma los usuarios empiezan a entender que un dibujo de un objeto se relaciona con ese objeto físico per sé. Esto es una cuestión cognitiva previa al uso de la plataforma

5.4. Servicio de anticipación de contextos

El cuarto servicio, anticipación de contextos, se puede entender en parte como una extensión del control de entorno, por lo que su descripción se incluye a continuación. Se va a describir el aspecto funcional y el aspecto tecnológico.

- En la parte funcional: Es un servicio que por una parte intenta ser inmersivo para el alumno en un contexto determinado, el cual puede ser: ir a un sitio a tomar algo, ir a un parque a hacer un ejercicio, ir a un banco para sacar dinero o estar en una sala multisensorial para relajarse. Este servicio busca exponer al niño distintos escenarios, sea por su idoneidad

para conseguir el objetivo (por ejemplo: una sala de estimulación o un bosque para la relajación), sea por ser un contexto en el que el alumno tiene dificultad emocional que el profesor considera reconducible. En la Figura 79 se muestra los elementos de la sala multisensorial.

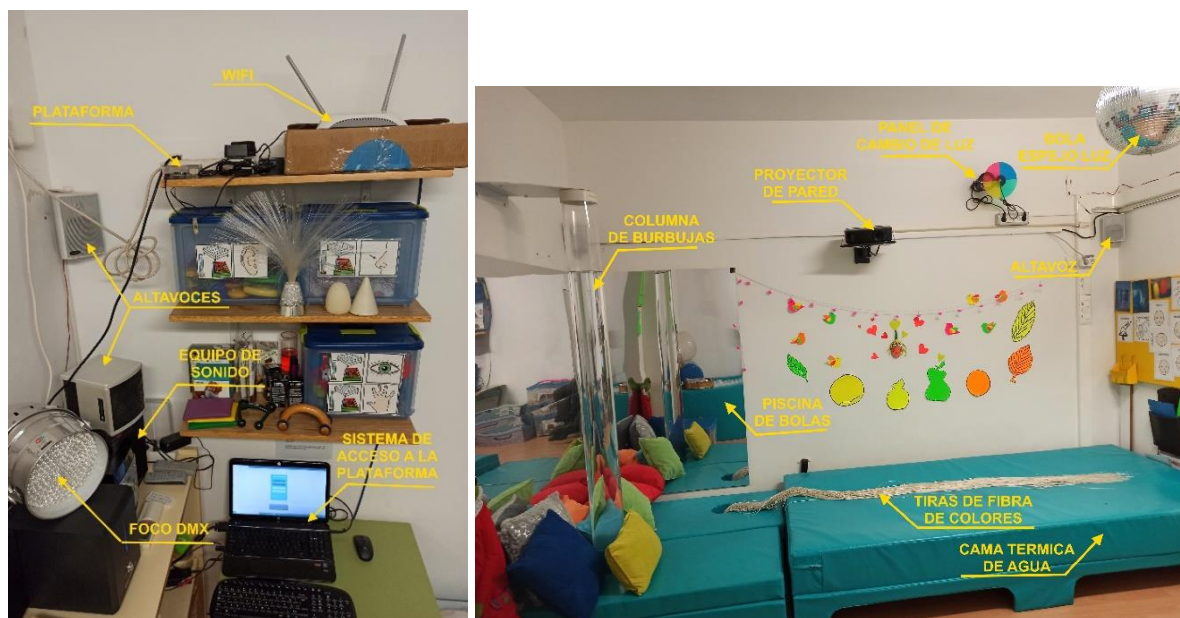


Figura 79. Elementos que integran la sala multisensorial de CPEE Alborada.

- En la parte tecnológica: Se utiliza la proyección de dos (o más) proyectores, lo que permite producir una inmersión en el contexto elegido proyectándolo sobre dos pantallas, biombos o similar, pudiendo reproducir el aspecto de un banco, una cafetería, etcétera o en un momento determinado utilizarlo como sala de estimulación sensorial y reproducir otro entorno diferente; un entorno marino, de un bosque, noche estrellada, etcétera.

Por tanto, el primer elemento tecnológico es la *inmersión por imágenes* en varias pantallas y *por sonidos*.

El segundo elemento tecnológico es la utilización de elementos de la sala que le produzcan calma al alumno o le den una sensación de protección. Por ejemplo, si el niño se estresa ante la idea de ir a un banco, se le puede exponer a ese escenario desde una piscina de bolas. Desde el interior de ella, el niño ve un lugar donde él está reguardado y protegido y tan sólo observa, o posteriormente habla con los actores del contexto, desde una distancia de seguridad psicológica. Con una exposición al factor estresante gradual que permita la desensibilización emocional del alumno, se facilita de mano del profesor su toma de

consciencia y una mejor gestión emocional de la situación. Con ello se separa la carga de estrés que supone el nuevo escenario con la estimulación directa sensorial de calma (p. ej. cálmate, estás en una piscina de bolas, con luz suave, una vibración, movimiento ondulatorio, etcétera).

En otro contexto puede ser una situación grupal la que produzca estrés en el alumno, por lo que este servicio está pensado para un aula en que el profesor puede situar a los alumnos en las situaciones que tengan que trabajar, con el apoyo de elementos visuales, auditivos y otros que influyan sobre el mundo emocional de los alumnos. Estímulos contemplados que hemos experimentado, configurables dinámicamente y que no suelen ser parte de las salas de estimulación multisensorial son el ritmo de la música, las imágenes estáticas o dinámicas que se proyecten, o la estimulación binaural adicional para que los niños se calmen.

El segundo elemento tecnológico del servicio de anticipación de contextos está compuesto por dos sistemas independientes:

1. Un sistema DMX compuesto por un foco led RGB (Figura 80 A) y una columna de burbujas (Figura 80 B) los cuales se conectan a la plataforma mediante un adaptador o interfaz DMX a USB (Figura 81).



Figura 80. (A) Foco led RGB

(B) Columna de burbujas



Figura 81. Adaptador DMX - USB

La conexión de un sistema DMX se realiza en modo anillo. Los dispositivos se conectan en cadena unos detrás de otros, disponiendo cada uno de ellos una entrada DMX y una salida DMX para permitir continuar la cadena hacia el resto de los periféricos, tal y como se muestra en la Figura 83.

Cada dispositivo, mediante micro interruptores, tiene su propia dirección en la línea. La línea nunca debe exceder los 500m y es capaz de soportar un máximo de 32 dispositivos conectados a la misma. Una instalación típica está compuesta de 12 a 18 dispositivos. Sin embargo, se puede elevar esta cifra, mediante *splitters* y amplificadores.

Al terminar el recorrido de la línea DMX, debe instalarse una carga resistiva para cerrar el circuito. Si el último dispositivo no existe nada conectado a su salida, puede provocar problemas en la señal. Su empleo ayuda a prevenir la degradación de la señal de control por ruido eléctrico, y evita la reflexión y rebotes de la señal hacia el cable y las luminarias y que podría causar un malfuncionamiento de los dispositivos de la instalación.

2. Una piscina de bolas (Figura 82 A) cuya iluminación está integrada mediante una tira de led RGB controlada por wifi (Figura 82 B).



Figura 82. (A) Piscina de Bolas



(B) Tira de led RGB wifi

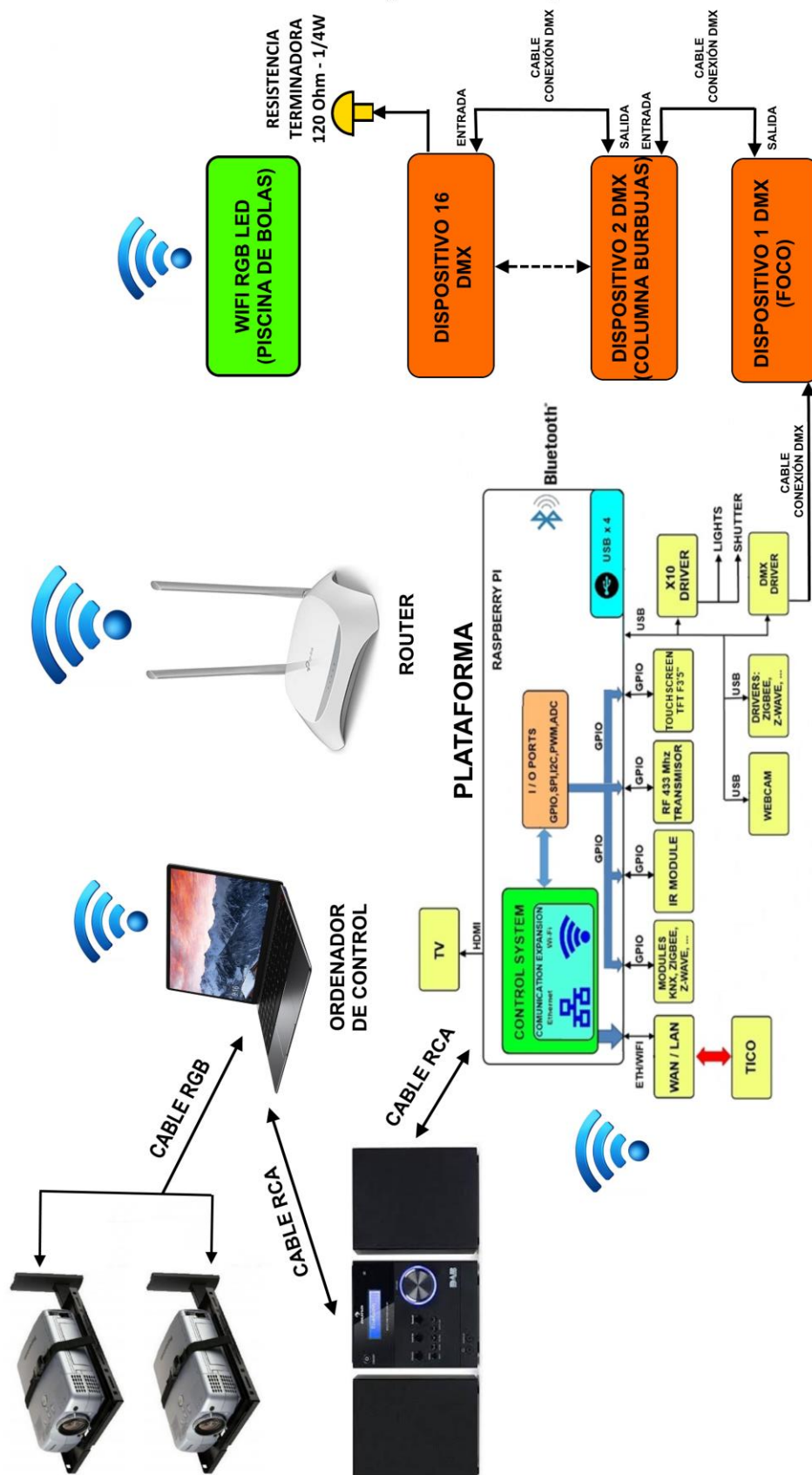


Figura 83. Esquema de conexión del servicio de anticipación de contextos en la sala multisensorial

Los dos sistemas de iluminación (DMX y wifi) son controlados y regulados, de manera individual o conjunta, mediante un panel de control integrado en la plataforma cuyo aspecto se muestra en la Figura 84. El panel de control contiene los principales elementos que incorpora cualquier tablero DMX comercial.

Tanto el foco como la columna de burbujas, disponen de cuatro canales de control para la regulación de la iluminación: canal 1 luz roja, canal 2 luz verde, canal 3 luz azul y canal 4 para regulación de intensidad y rapidez de parpadeo.

Como se puede observar en la Figura 84, la primera dirección (16), corresponde al foco RGB y la segunda dirección (20) corresponde a la piscina de bolas. Tomando estas direcciones y teniendo en cuenta que cada dispositivo cuenta con cuatro canales de control, se puede integrar la regulación de los dos dispositivos en una única pantalla.

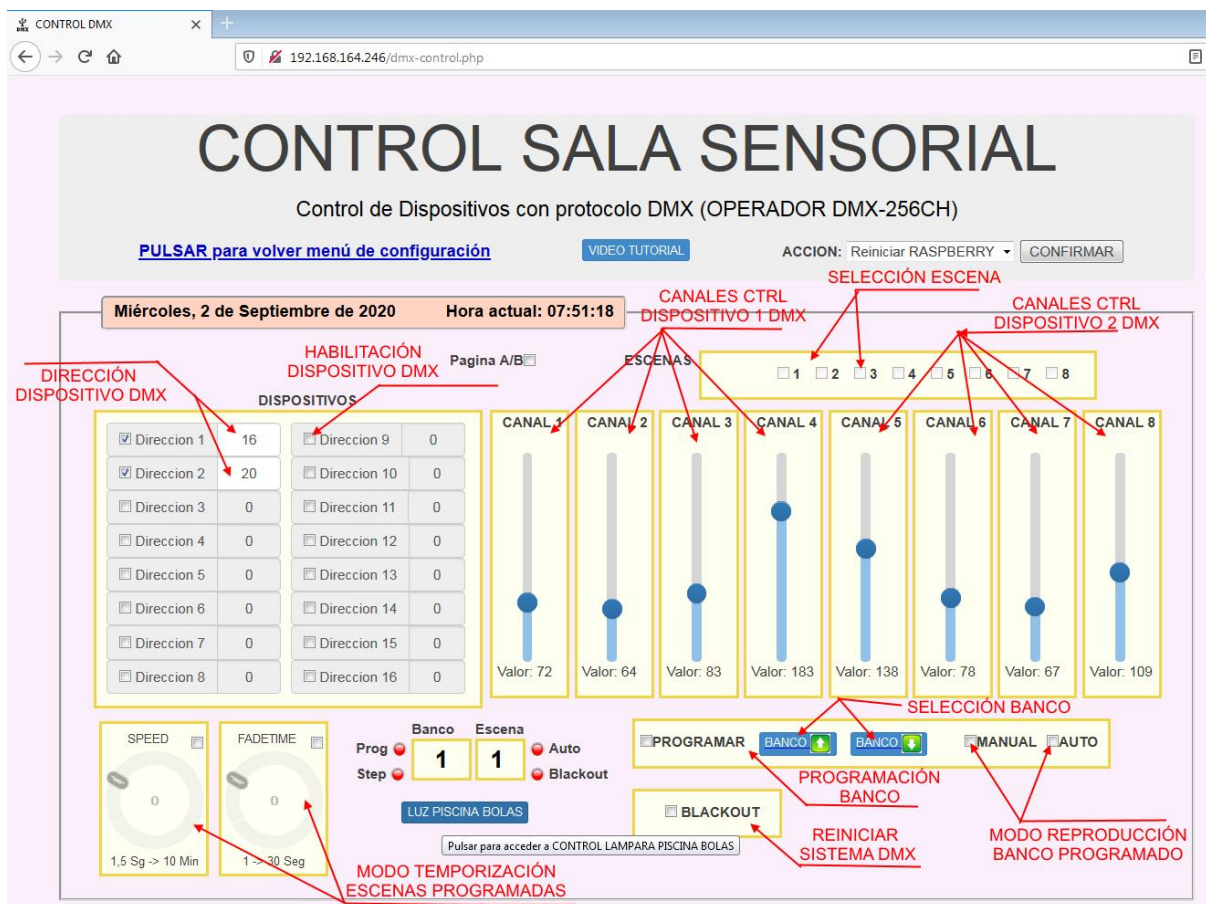


Figura 84. Panel de control de dispositivos DMX y wifi

También se puede programar y almacenar 8 escenas por cada banco, realizando así una secuencia de luces en un máximo de 30 bancos. Una vez programados las escenas en los bancos, se puede seleccionar y reproducir de forma manual o automática cada banco de dos maneras diferentes:

- Estableciendo un tiempo de ejecución (*fadetime*), donde el sistema calcula el tiempo que permanece activa cada secuencia, para que las 8 secuencias se ejecuten en el tiempo seleccionado.
- Regulando el tiempo de ejecución de cada escena (*speed*). En este modo cada escena dura el tiempo seleccionado, siendo la duración total de la secuencia de escenas el tiempo seleccionado por 8.

Por otro lado, desde este tablero también se accede a otro panel de control que regula el modo de funcionamiento de la tira de led instalada en la piscina de bolas (Figura 85).

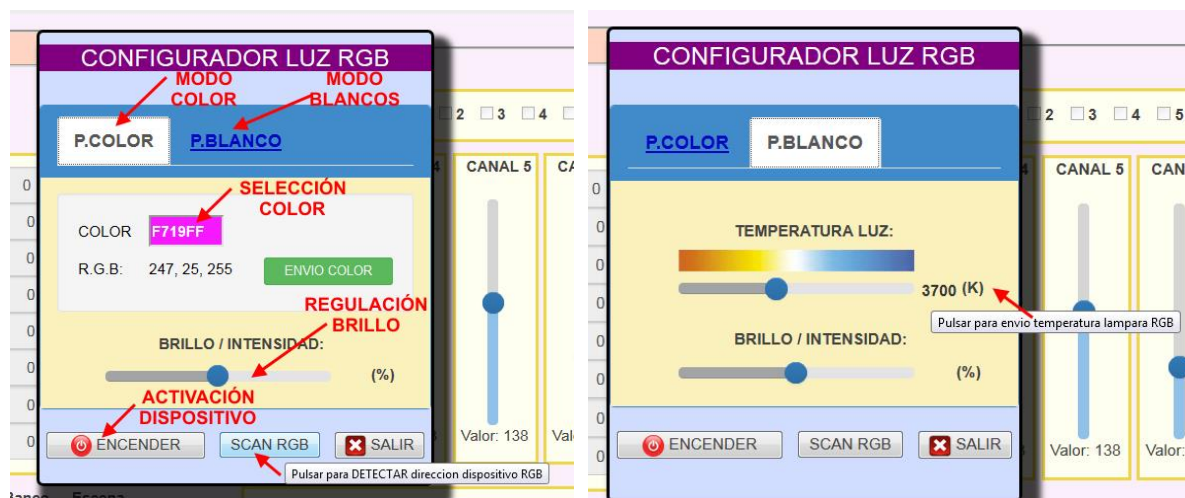


Figura 85. Panel de control dispositivo RGB wif.

Este tablero dispone de la capacidad de detectar un dispositivo de iluminación wifi mediante un botón de escaneo. Una vez detectado se realizará la conexión automática a la plataforma. Previamente en el dispositivo wifi, se deberá haber programado la red a la que se quiere conectar.

Desde este panel, se puede regular el color y su intensidad, grados de luz blanca o cálida, encender o apagar.

En la Figura 86 se muestra el funcionamiento de este servicio en la sala multisensorial

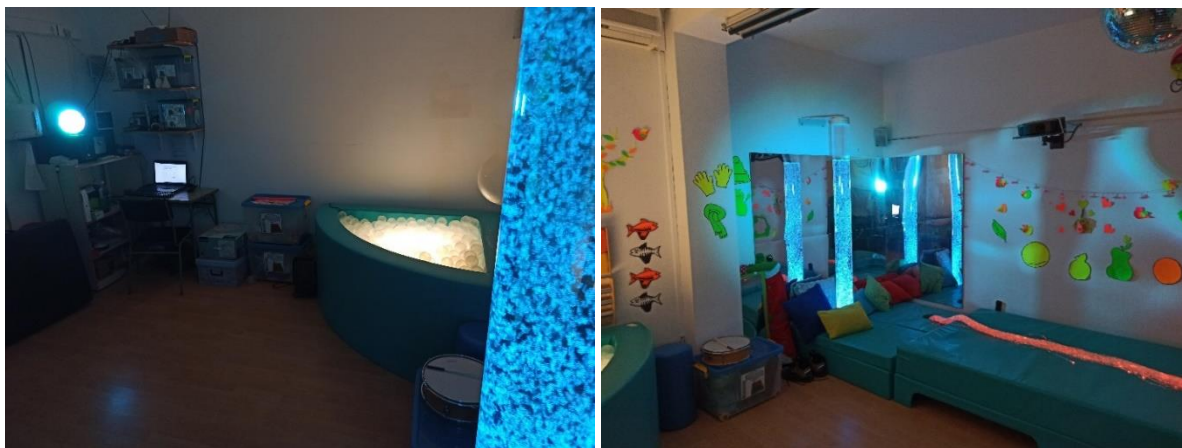


Figura 86. Aspecto del funcionamiento de la sala multisensorial.

Cabe resaltar que, debido a la COVID19, ha quedado pendiente la evaluación con niños debido a que los trabajos en la sala multisensorial han sido suspendidos por medidas preventivas.

5.5. Resumen del capítulo

En este capítulo se ha descrito el sistema del control de entorno presentando los distintos módulos electrónicos que lo integran, cómo se relaciona la interfaz gráfica con la aplicación TICO y cómo interacciona con los distintos tipos de usuarios, ajustándose todo ello al funcionamiento del control de entorno, estructura de las bases de datos y modelos de datos descritos en el capítulo anterior (apartados 4.1.1 y 4.1.3).

También se muestra el esquema de la instalación, distribución en el aula y aspecto final de la plataforma dentro del aula de trabajo del colegio.

Se muestra la metodología de trabajo llevada a cabo, la cual servirá como estrategia común para que nuevos niños sean entrenados. También se muestra cómo los niños pueden usar el sistema de control de entorno para mejorar su autonomía personal.

Después de varios meses trabajando con diversos tipos de niños de diferentes edades y condiciones físicas y cognitivas, se muestran los resultados e impacto en el entrenamiento de algunas interacciones básicas e interacciones causa-efecto.

También se muestra el impacto en la satisfacción y la actitud de los niños, ya que se entiende que es un elemento crucial en el aprendizaje de conceptos y habilidades.

Por último, se describe un nuevo servicio de anticipación de contextos, como una extensión del control de entorno. Este servicio incluye los elementos de una sala de estimulación multisensorial con el objetivo de obtener un ambiente inmersivo para el alumno que lo pueda colocar en un contexto determinado por el profesor.

CAPÍTULO 6. ORIENTACIÓN TEMPORAL EN EDUCACIÓN ESPECIAL

6.1 Introducción.

6.2 Descripción de la tecnología.

6.2.1 Estructura tecnológica y funcionalidades.

6.2.1.1 Electrónica.

6.2.1.2 Software.

6.2.1.3 Comunicaciones

6.2.2 Descripción de la interfaz de usuario

6.2.3 Soporte cognitivo y social.

6.3 Metodología y resultados.

6.3.1 Metodología de intervención.

6.3.2 Resultados obtenidos.

6.3.3 Discusión.

6.4 Servicio de contención conductual.

6.5 Resumen del capítulo.

6. ORIENTACIÓN TEMPORAL EN EDUCACIÓN ESPECIAL

Este capítulo describe el diseño de una aplicación de OT integrada en la plataforma a desarrollar, su interfaz HMI y un estudio llevado a cabo con niños del colegio. El propósito consiste en realizar un prototipo que permita trabajar a los profesores, la gestión del tiempo de los niños, tanto individual como grupal, pudiendo planificar tareas.

En este capítulo se proporciona una descripción técnica de la plataforma desde el punto de vista del diseño (apartado 6.2), una descripción de la metodología de la intervención realizada con los usuarios, la presentación y discusión de los resultados obtenidos (apartado 6.3).

La sección 6.2.1 presenta la estructura tecnológica de la plataforma: electrónica, *software*, tipo de comunicaciones y aspecto final de la instalación. En la sección 6.2.2 se habla de la interfaz de usuario, tanto en modo administrador como en modo usuario.

En el apartado 6.3.1 describe la metodología de trabajo llevada a cabo para el estudio realizado con varios niños seleccionados en el CPEE Alborada. En el apartado 6.3.2 se muestran los resultados obtenidos y finalmente, en el apartado 6.3.1 se presentan las interpretaciones de los resultados obtenidos.

El trabajo descrito en este capítulo ha dado lugar a una publicación en la revista Sensors [202] y una comunicación en el congreso internacional ISAMI 2018 (9th International Symposium on Ambient Intelligence) [203].

6.1. Introducción

La OT se priorizó cómo una capacidad básica para mejorar la autonomía personal por parte de profesionales de la educación del CPEE Alborada en Zaragoza [200]. Durante más de 10 años se ha mantenido una colaboración entre la Universidad de Zaragoza y el colegio Alborada para concienciar socialmente sobre la discapacidad y en la búsqueda de soluciones para las dificultades de los niños. Un área de colaboración es la OT.

En ese marco, se busca una comprensión más profunda de las funciones cognitivas del entrenamiento del tiempo, así como una herramienta práctica para mejorar esta área en niños con necesidades especiales.

Para formalizar la intervención y evaluar sus resultados se ha utilizado una metodología de investigación básicamente empírica con evaluación previa a la intervención, durante la intervención y posterior a la intervención. La población final son niños en escuelas de educación especial. Las metas del entrenamiento con niños incluyen:

- Mejorar la percepción del tiempo.
- Gestionar el tiempo y la agenda.
- Suavizar las emociones frente a los cambios de tareas, al avisar de su cercanía.

Se realizó un estudio con 16 niños en 12 aulas de cuatro escuelas de educación especial. Se diseñó una metodología para valorar, por comparación de los registros de observación realizados, las evaluaciones anterior y posterior a la intervención, las cuales se basan en la CIF de la OMS. Los resultados muestran una mejora constante en el rendimiento relacionado con la orientación en el tiempo.

En este primer proceso de validación, se estructuró una prueba para los dos primeros objetivos, enfocándose en cómo esta capacitación afecta al rendimiento general de los niños y que incluye capacidades de OT.

6.2. Descripción de la tecnología

Se ha diseñado, desarrollado y evaluado un dispositivo para entrenar a los niños en la OT. Para ello se utiliza una pantalla especialmente diseñada para mostrar el tiempo de forma fácil y accesible: el transcurso del tiempo se representa mediante una fila de elementos luminosos. El paso del tiempo se representa encendiendo o apagando secuencialmente y gradualmente cada elemento luminoso cada 15 min.

Una agenda, con múltiples opciones, relaciona las tareas programadas y la duración de estas con el tiempo actual representando dichas tareas mediante pictogramas estándar para una mayor accesibilidad. Las notificaciones de las tareas futuras, tanto en la elaboración de la planificación como en la anticipación de cambios, utilizan información visual y auditiva.

La agenda puede convertirse en un lenguaje de pictogramas de comunicación alternativo y aumentativo ya utilizado por los niños, apoyando las actividades individuales y de clase en la agenda.

El DOT utiliza la idea del "punto" como unidad de tiempo. Esta idea es frecuentemente utilizada en educación especial y también en apoyo a adultos con deterioro cognitivo. El DOT fue diseñado por primera vez para personas con la enfermedad de Alzheimer, por sus fases relativamente largas en las que la persona puede realizar sus tareas diarias solo si se las recuerda.

Cuando se rediseñó para la escuela de educación especial, se mantuvo la idea original de la "visualización del tiempo por puntos" vertical que incluye áreas de visualización para las actividades de clase, tomando como plantilla su agenda de pizarra.

En una versión previa y para las actividades relacionadas con un niño que tiene que salir de clase, se agregó una segunda columna vertical para anticipar los cambios de tareas de los niños y brindarles orientación sobre los próximos eventos, su duración y el tiempo que les queda. Por defecto, cada elemento de la línea vertical, un punto, representa 15 minutos. Esta primera versión se muestra en la [Figura 87](#): la columna de tiempo a la izquierda corresponde a las actividades que son comunes a una clase; la columna de más a la derecha es para eventos individuales, como un alumno que va a fisioterapia o al gimnasio.

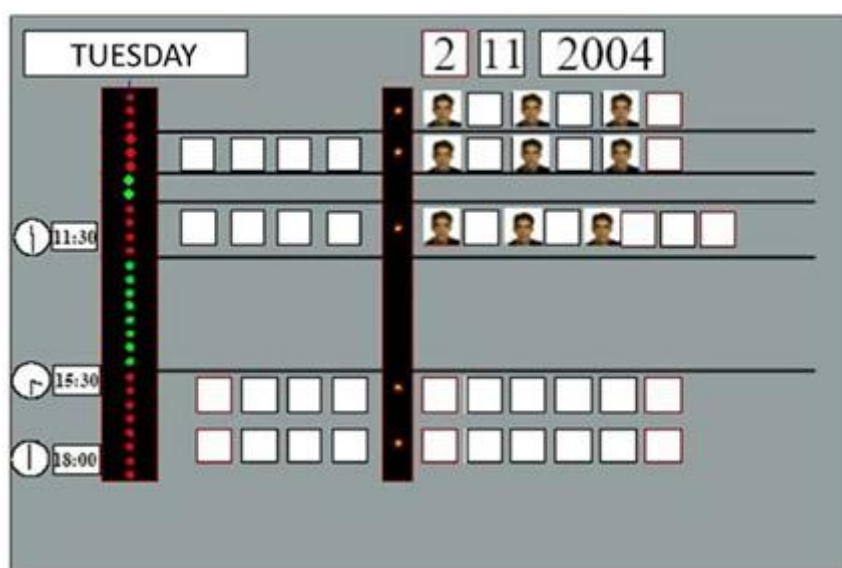


Figura 87. Primera adaptación de DOT a la agenda de la pizarra.

La segunda versión atendió tanto la flexibilidad de configuración como la mejora del uso y las necesidades de fabricación, normativas y de homologación: los puntos de la fila de tiempo se convierten en un cuadro cerrado como se muestra en la [Figura 88](#), que luego se podría añadir a la agenda de la pizarra, volviéndose muy similares a la versión original para personas mayores, que se colgaba en la sala de estar o en la cocina.



Figura 88. Segunda versión y un ejemplo de uso en el aula.

El DOT actual agrega una pequeña computadora dedicada conectada a la columna de tiempo, con una pantalla pequeña para pictogramas y un altavoz para información multimedia. Se ha mejorado el *software* del usuario, lo que le brinda al profesor un amplio rango de configuración.

La plataforma actual está compuesta por:

- Una caja larga de plástico traslúcido con una fila de 40 elementos luminosos, con área en ambos lados para adjuntar pictogramas pegados a imanes.
- Una computadora de una sola placa que maneja los elementos luminosos.
- Un altavoz para melodía o mensajes de voz asociados.
- Una pantalla para mostrar el pictograma de la acción actual o una secuencia de pictogramas simple.

- El paquete de *software* para programar la agenda y configurar la información reproducida y mostrada.

A continuación, se pasa a la descripción pormenorizada de la plataforma.

6.2.1. Estructura tecnológica y funcionalidades.

El elemento principal del DOT es una fila de elementos luminosos (leds RGB) instalados en un panel de plástico translúcido moldeado de 81 x 19 x 6 cm. Tales elementos son configurables tanto en color como en brillo desde el *software* (*Figura 89* y *Figura 93*). La fila de elementos luminosos se coloca en vertical. En ambos lados hay un panel metálico dentro del plástico que permite que los imanes con indicaciones de tiempo o tareas se puedan colocar fácilmente (*Figura 89a*).

Cada elemento representa una unidad de tiempo. Los estudios cognitivos de Svensk [139] concluyeron un cuarto de hora como la unidad de tiempo más adecuada para cada elemento para discapacidades cognitivas, por lo que ese es el valor predeterminado establecido.

Se exigió flexibilidad a este respecto; algunas residencias de ancianos necesitaban sus agendas divididas en unidades de media hora y algunas funciones adicionales, como la contención del comportamiento solo necesitaba minutos, por lo que el tiempo es configurable desde la aplicación de *software*.

Por defecto, el color del led representa el momento en el que se encuentra la tarea, esto es pasado, actual o futuro. Cada led se enciende o cambia de color con el paso del tiempo. De todos modos, el color se puede decidir y configurar también con total flexibilidad desde la aplicación de *software*.

Los eventos que vendrán pronto son anunciados de manera visual y acústica por la computadora dedicada ubicada en la parte superior del DOT. Así se dan estímulos para llamar la atención con suficiente tiempo para evitar la ansiedad y motivar al usuario.

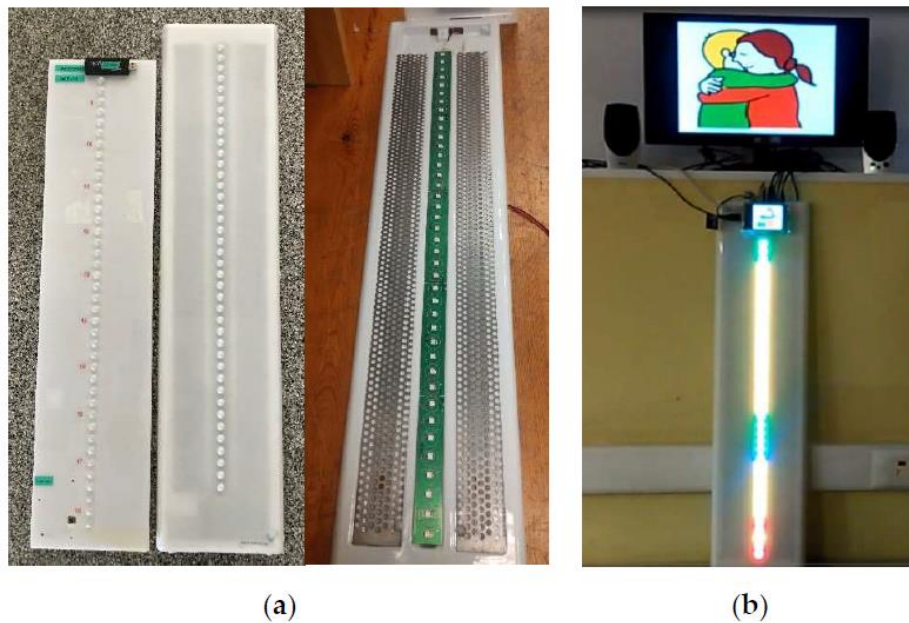


Figura 89. (A) DOT versión 2: aspecto exterior e interior; (B) DOT versión 3: aspecto exterior.

6.2.1.1. *Electrónica*

La electrónica actual consta de una pantalla táctil TFT LCD de 3,5" con comunicación SPI, los dispositivos electrónicos de visualización controlados por comunicación I2C y una computadora dedicada para configuración, interfaz hombre-máquina, comunicaciones de red y otros módulos de *software* que integran el DOT en el marco de la plataforma AAL para la educación.

Los dispositivos electrónicos de visualización son cinco placas led intercomunicadas. Cada una incluye ocho ledes RGB de alto brillo junto con sus chips de control (MAX7315). Cada placa tiene tres chips de control, uno para cada color básico, y está controlado por una interfaz I2C. Todas las placas led están conectadas en serie para ser administradas por un solo puerto I2C.

El prototipo actual utiliza una Raspberry Pi como una computadora dedicada: es una computadora de una sola tarjeta de bajo costo específicamente desarrollada para fines educativos. Las versiones anteriores del DOT utilizaban protocolo Zigbee con un módulo de microcontrolador y un circuito de comunicación Zigbee para operar las placas led desde una computadora remota. La placa de microcontrolador proporcionó autonomía con respecto a la computadora del aula, pero limitó la funcionalidad sobre la retroalimentación y la conectividad multimedia (*Figura 90 a*).

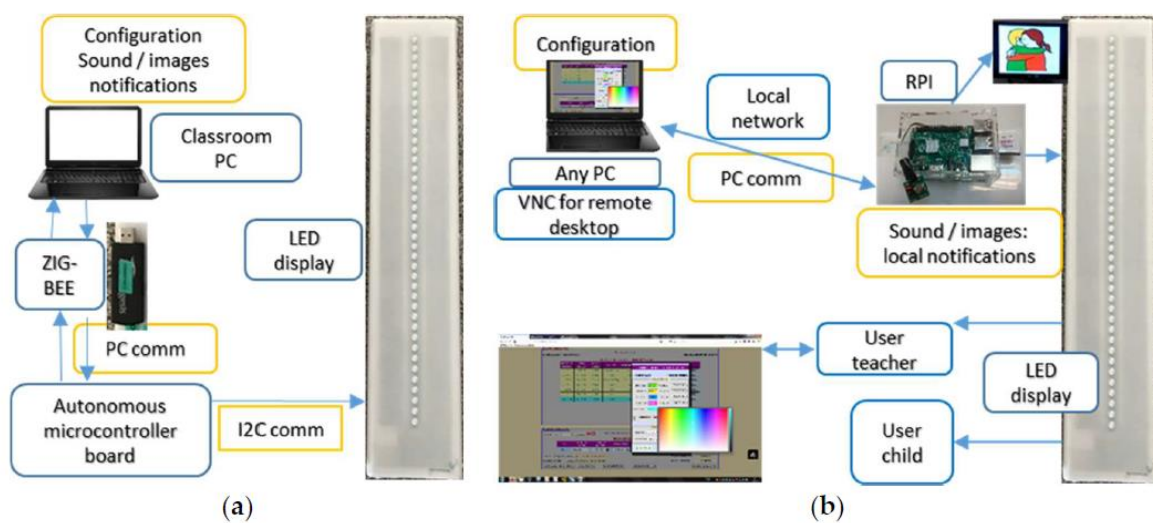


Figura 90. (A) DOT versión 2; (B) DOT versión 3.

Actualmente se puede acceder al sistema modular actual que se muestra en la [Figura 90 b](#), ya sea a través de un escritorio remoto desde una terminal / computadora inteligente o desde una página web, por lo que la accesibilidad es fácil desde diferentes plataformas.

De la segunda a la tercera versión, la inteligencia del dispositivo se migró de la placa del microcontrolador (que necesitaba comunicación con el PC del aula), al RPI dedicado que controla completamente el dispositivo: ledes, imágenes y mensajes de sonido. Sugerido por los maestros, también del segundo al tercer prototipo, se ha agregado una pantalla TFT de 3.5" de 320 x 480 píxeles para mostrar el pictograma asociado con cada una de las tareas programadas, un conjunto de altavoces para reproducir localmente el sonido asociado con la tarea correspondiente, un dispositivo wifi para comunicación inalámbrica y una cámara web. Las placas led se controlan a través del conector RPI-GPIO que emula I2C.

6.2.1.2. *Software*

El DOT utiliza el sistema operativo Raspbian [\[179\]](#) basado en Debian 9 Stretch [\[204\]](#), que es un sistema operativo de código abierto y gratuito optimizado para el *hardware* RPI.

El *software* incluye un módulo de configuración que se muestra en la [Figura 91](#) y [Figura 93](#), un servidor web HTTP de código abierto (Apache), un lenguaje de programación de propósito general de código del lado del servidor para el desarrollo de páginas web dinámicas (php), un sistema de gestión de datos de base de datos (MySQL) y una herramienta para administrar

bases de datos MySQL (phpMyAdmin). Dicha arquitectura proporciona una gestión de acceso de usuario sólida y una integración sencilla en la plataforma AAL con otras aplicaciones al compartir información a través de la base de datos.

Se han desarrollado múltiples aplicaciones web para manejar varias bases de datos (usuarios y permisos, configuración de DOT y registros entre otros). Además, el *software* también ejecuta algunas aplicaciones de Python para la gestión de la cámara web, la comunicación I2C, las aplicaciones de reproducción de audio y video y los futuros sensores y actuadores externos a través de comunicación RF a 433 MHz.

6.2.1.3. Comunicaciones

La comunicación con la plataforma se puede realizar a través de la conexión, como cliente, de un terminal SSH y como escritorio remoto, ya sea de forma local (conectándose directamente al RPI a través de *ethernet* o *wifi*) o de forma remota, ya que la plataforma cuenta con un servicio DDNS. Esto permite modificar las tareas del DOT programándolas de forma remota.

Para mejorar la facilidad de uso y la flexibilidad de la plataforma, la comunicación se puede establecer desde cualquier computadora, teléfono inteligente, tableta, independientemente del sistema operativo utilizado (Windows, Linux, Android, Mac OS, etc.).

6.2.2. Descripción de la interfaz de usuario

La interfaz de usuario integra las características obtenidas en varios talleres y ensayos específicos realizados con profesores.

La estrategia del desarrollo fue mantener un sistema de configuración fácil y estándar a través de valores por defecto y opciones para editar una configuración inicial y guardarla como una diferente.

Al mismo tiempo, desde el colegio, se exigía una flexibilidad total, por lo que la plataforma también permite proporcionar una total flexibilidad para todas las acciones de intervención previstas a través de funciones de HMI más elaboradas.

Se puede trabajar con el DOT desde dos modos:

- Modo administrador.
- Modo usuario.

A continuación, se pasa a describir ambos modos.

Modo Administrador

Para acceder a este modo, se parte del acceso desde el menú principal de la plataforma ([Figura 65A](#)). Pulsando el botón “*CONFIG. SISTEMA*” se accede al control de identificación de usuario mediante usuario y contraseña ([Figura 68A](#)). Una vez identificado en sistema de control se accede a la pantalla principal de configuración ([Figura 68B](#)).

Pulsando el botón de “*CONFIGURAR DOT*” se accede a la ventana principal ([Figura 91](#)).

La pantalla de menú se divide en dos ventanas: la información de la tarea programada en la parte superior y la edición de la tarea en la zona inferior.

La ventana de información de tareas programadas muestra la fecha y hora actual y la lista de tareas programadas para todo el día y toda la semana, junto con la herramienta de selección para eliminar o editar las tareas una por una. El estado de la tarea en el tiempo (pasado, actual y pendiente) se codifica con diferentes patrones de color: el color de fondo corresponde a los días: gris para los días pasados, amarillo para las tareas del día actual y cian / azul para tareas de los días futuros. El color de fuente muestra el tiempo de la tarea con respecto al momento presente: las tareas terminadas tienen una fuente verde, las tareas actuales de color púrpura y las tareas pendientes de color azul.

La lectura de las tareas se realiza leyendo directamente sobre la base de datos “*DB_TAREAS*” donde se almacenan ([Figura 37](#)).

LECTURA EN BASE DE DATOS

FECHA: Viernes, 20 de Septiembre de 2019 VIDEO TUTORIAL [Volver a menú principal](#) Hora actual del servidor: 19:25:42

LISTADO DE TAREAS PROGRAMADAS

DÍA DE LA SEMANA	HORA INICIO	HORA FINAL	EVENTO	OBSERVACION	Nº LEDS	ESTADO	ACCION
MIÉRCOLES	18:05:00	18:05:35	hOLA sANTIago	Dar un abrazo	35	TERMINADO	ELIMINAR EDITAR
JUEVES	09:00:00	12:00:00	Inicio de tarea	todos juntos	12	TERMINADO	ELIMINAR EDITAR
JUEVES	14:45:00	16:30:00	eeee	eeee	7	TERMINADO	ELIMINAR EDITAR
JUEVES	16:45:00	17:45:00	eeee	eeee	4	PENDIENTE	ELIMINAR EDITAR
JUEVES	18:30:00	18:45:00	eeee	eeee	1	PENDIENTE	ELIMINAR EDITAR
JUEVES	18:45:00	19:00:00	eeee	eeee	1	PENDIENTE	ELIMINAR EDITAR
VIERNES	17:45:00	18:15:00	eeee	eeee	2	PENDIENTE	ELIMINAR EDITAR

ESCRITURA EN BASE DE DATOS

ACCION: Apagar WEBCAM CONFIRMAR Hora comienzo actividades: 12:00:00 CAMBIAR ACCION: CARGAR LISTA TAREAS CONFIRMAR

PROGRAMAR / EDITAR TAREA

ID	DÍA DE LA SEMANA	HORA DE INICIO	HORA FINAL	EVENTO	OBSERVACION
ID:	LUNES	00:00:00	00:00:00	Tarea (max 20 caract)	Escribir Observación (max 40 caract)

Seleccionar Pictograma: Examinar... No se ha seleccionado ningún archivo. Pictograma seleccionado: No hay pictograma

Seleccionar Sonido: Examinar... No se ha seleccionado ningún archivo. Sonido seleccionado: No hay sonido

CREAR TAREA MODIFICAR TAREA ENVIAR ARCHIVOS REFRESCAR PANTALLA CONFIGURAR D.O.T - LCD RESETEAR TABLA TAREAS

Figura 91. Menú principal DOT HMI para administrador.

La ventana inferior en la [Figura 91](#) muestra la ventana de edición, donde se puede:

1. Crear nuevas tareas.
2. Editar cualquier tarea programada para cambiar el día de la semana, la hora de inicio, la hora de finalización, el nombre de la tarea e incluir notas.
3. Enviar pictogramas y sonidos a una carpeta de la galería local para su uso posterior.
4. Asociar un pictograma y un sonido a una tarea.
5. Cargar / guardar tareas configuradas desde / a un archivo externo ([Figura 94](#))([Figura 95](#)).
6. Importar tareas creadas desde TICO ([Figura 92B](#)).
7. Inicializar la lista de tareas.
8. Editar la hora de inicio de la actividad diaria.
9. Encender / apagar una cámara web para ayudar al usuario mediante la visualización del tiempo transcurrido o el entorno ([Figura 92A](#)).
10. Poner en marcha / detener el DOT ([Figura 92A](#)).
11. Encender / apagar la plataforma ([Figura 92A](#)).



Figura 92. (A) Operaciones externas del sistema de control

(B) Operaciones con ficheros

En la [Figura 93](#) se muestra la ventana emergente para cada tarea, que permite acciones adicionales:

1. Habilitar y deshabilitar la pantalla táctil y el tablero de luces.
2. Configurar preferencias en códigos de color y brillo de tareas pendientes, actuales, terminadas y no programadas.
3. Configurar las tareas que encienden los ledes.
4. Poder realizar pruebas de color de led para verificar directamente el resultado de color en la pantalla física.
5. Configurar la base de tiempo (horas, minutos, segundos).
6. El factor multiplicativo para cada punto luminoso (x1, x5, x10 y x15), con "minutos" y "x15" como valor predeterminado (cada punto significa 15 min como valor predeterminado).
7. Dar la opción de seleccionar valores pre-configurados por defecto.

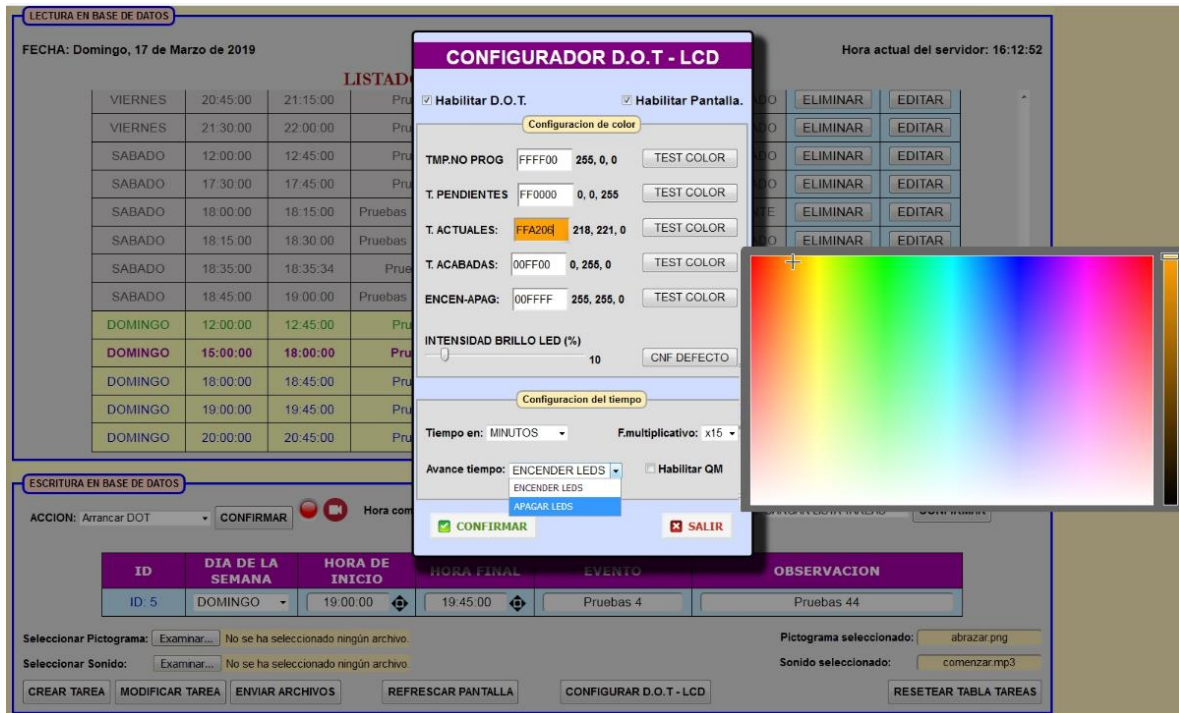


Figura 93. Ventana emergente para configuración del DOT

CARGAR BASE DE DATOS

Cargar Backup: No se ha seleccionado ningún archivo.

Debe seleccionar un fichero valido

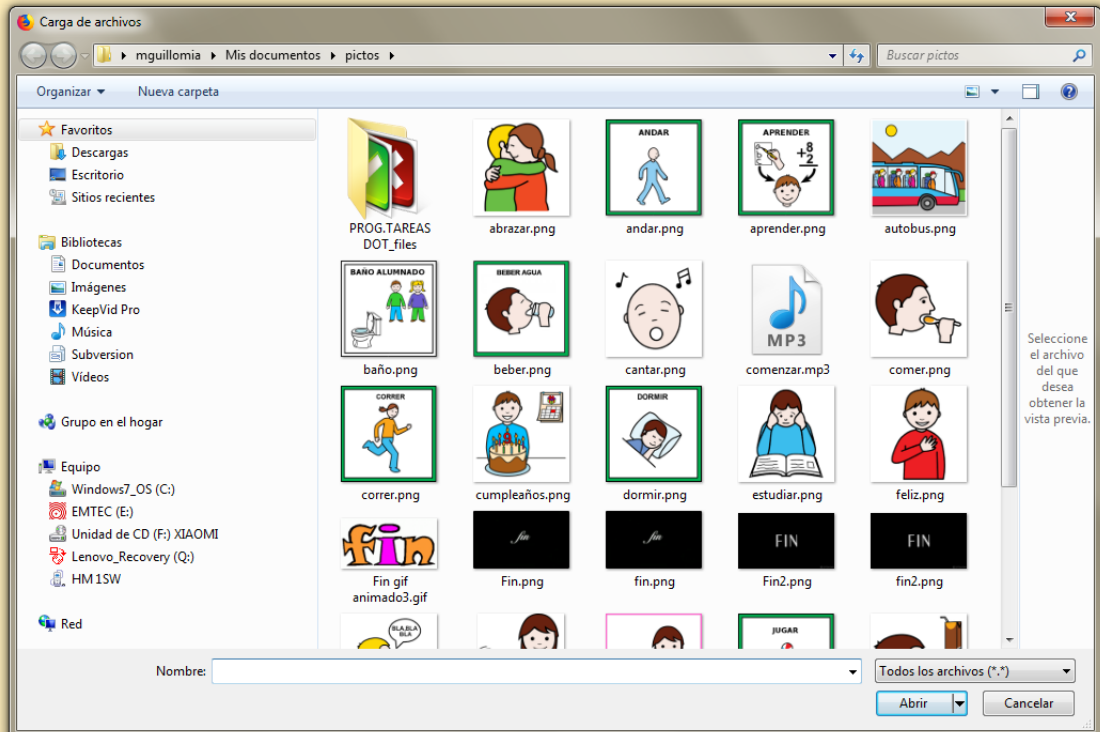


Figura 94. Cargar lista de tareas

LECTURA EN BASE DE DATOS

FECHA: Jueves, 11 de Enero de 2018

Volver a menú principal

Hora actual del servidor: 20:44:59

LISTADO DE TAREAS PROGRAMADAS

DÍA DE LA SEMANA	HORA INICIO	HORA FINAL	EVENTO	OBSERVACION	Nº LEDS	ESTADO	ACCION
JUEVES	09:00:00	12:00:00	Inicio de tarea	todos juntos	12	TERMINADO	ELIMINAR EDITAR
JUEVES	14:45:00	16:30:00	eeee	eeee	7	TERMINADO	ELIMINAR EDITAR
JUEVES	16:44:00	16:44:35	hOLA sANTIAGO	Dar un abrazo	35	TERMINADO	ELIMINAR EDITAR
JUEVES	16:45:00	17:45:00	eeee	eeee	4	TERMINADO	ELIMINAR EDITAR
JUEVES	18:30:00	18:45:00	eeee	eeee	1	TERMINADO	ELIMINAR EDITAR
JUEVES	18:45:00	19:00:00	eeee	eeee	1	TERMINADO	ELIMINAR EDITAR
VIERNES	17:45:00	18:15:00	eeee	eeee	2	PENDIENTE	ELIMINAR EDITAR

ESCRITURA EN BASE DE DATOS

ACCION: Arrancar DOT CONFIRMAR

SELECCIONAR PICTOGRAMA: Examinar... No se ha seleccionado

SELECCIONAR SONIDO: Examinar... No se ha seleccionado

CREAR TAREA MODIFICAR TAREA ENVIAR ARCHIVOS REFRESCAR PANTALLA CONFIGURAR D.O.T - LCD RESETEAR TABLA TAREAS

Abriendo dot-backupDB.sav

Ha elegido abrir:

dot-backupDB.sav
que es: sav File (4,4 KB)
de: http://192.168.43.13

¿Qué debería hacer Firefox con este archivo?

☐ Abrir con Examinar...

☒ Guardar archivo

☐ Hacer esto automáticamente para estos archivos a partir de ahora.

Cancelar Aceptar

CARGAR TAREAS SALVAR TAREAS

Pulsar para E

OBSERVACION

Escribir Observación (max 40 caract)

Pictograma seleccionado: No hay pictograma

Sonido seleccionado: No hay sonido

Figura 95. Salvar lista de tareas

La configuración de las tareas se guarda en la base de datos “DB_TAREAS” (Figura 37) y se puede exportar el contenido de la tabla a un fichero (Figura 95).

También se puede importar tareas desde ficheros creados desde TICO (Figura 92B). Para ello, en el editor de TICO se deberá modificar un archivo de trabajo que presente la estructura mostrada en la Figura 96. Con un solo fichero se pueden importar varias tareas que se incluirán en la interfaz de configuración del DOT.

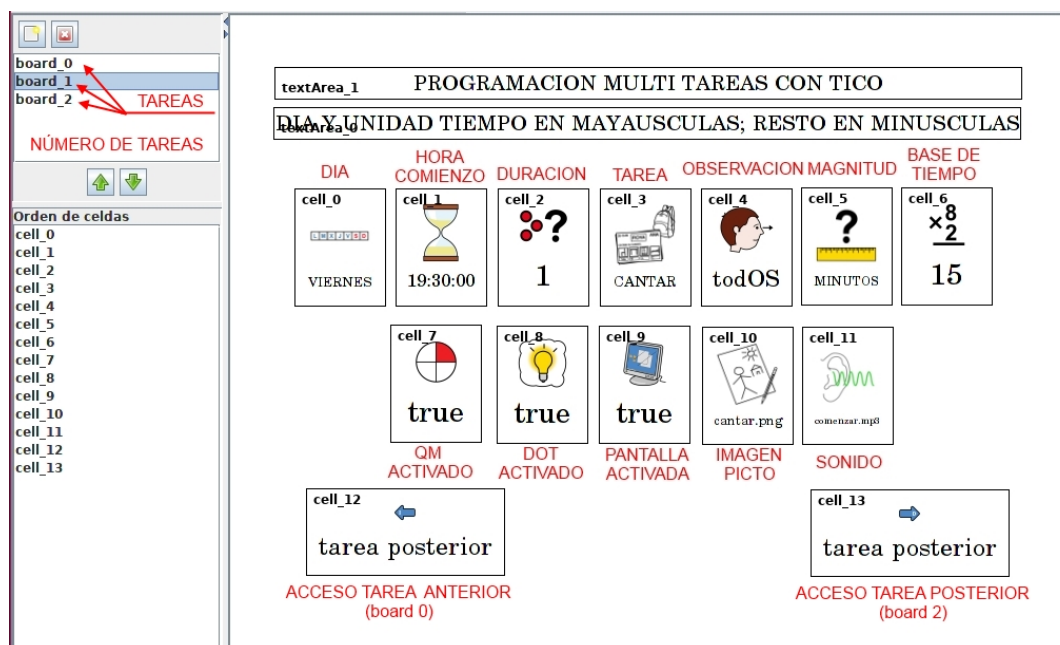


Figura 96. Aspecto fichero de programación de tareas desde TICO

Como se puede observar, el contenido de esta interfaz y su funcionalidad, cumple lo expuesto en capítulo 4 en lo referente a los diagramas de flujo de datos, en el apartado del DOT (Figura 15).

Modo Usuario

Para acceder a este modo, se parte del acceso desde el menú principal de la plataforma (Figura 65A). Pulsando el botón “DISP.ORI.TEMP” aparece la pantalla mostrada en la Figura 97.

La lectura de las tareas se realiza leyendo directamente sobre la base de datos “DB_TAREAS” donde se almacenan (Figura 37). Este modo sólo es de lectura. El usuario no puede realizar modificaciones sobre las tareas programadas.

La ventana de información de tareas programadas muestra la fecha y hora actual y la lista de tareas programadas para todo el día. El estado de la tarea en el tiempo (pasado, actual y pendiente) se codifica con diferentes patrones de color:

- Color de fondo gris: para las horas pasadas.
- Color de fondo amarillo: para la tarea presente y tareas futuras.

El color de fuente muestra el tiempo de la tarea con respecto al momento presente: las tareas terminadas tienen una fuente gris, las tareas actuales de color púrpura y las tareas pendientes de color azul.

En la lista se muestra el color configurado por el administrador, para las tareas futuras, presentes o pasadas, la hora de comienzo de la tarea, el estado (si es pasado, presente o futuro), la tarea y la observación.

DISPOSITIVO DE ORIENTACION TEMPORAL (D.O.T)			
Tabla de tareas programadas SOLO para QUINCEMINUTALES			
PULSAR para volver menú principal		VIDEO TUTORIAL	ACCION: Reiniciar RASPBERRY CONFIRMAR
Viernes, 20 de Septiembre de 2019 Hora actual: 16:45:47			
HORA	ESTADO	TAREA	OBSERVACION
12:00:00	TAREA TERMINADA	Pruebas 1	Pruebas 11
12:15:00	TAREA TERMINADA	Pruebas 1	Pruebas 11
12:30:00	TAREA TERMINADA	Pruebas 1	Pruebas 11
12:45:00	N.P	N.P	N.P
13:00:00	N.P	N.P	N.P
13:15:00	N.P	N.P	N.P
13:30:00	N.P	N.P	N.P
13:45:00	N.P	N.P	N.P
14:00:00	N.P	N.P	N.P
14:15:00	N.P	N.P	N.P
14:30:00	N.P	N.P	N.P
14:45:00	N.P	N.P	N.P
15:00:00	N.P	N.P	N.P
15:15:00	N.P	N.P	N.P
15:30:00	N.P	N.P	N.P
15:45:00	N.P	N.P	N.P
16:00:00	N.P	N.P	N.P
16:15:00	N.P	N.P	N.P
16:30:00	N.P	N.P	N.P
16:45:00	N.P	N.P	N.P
17:00:00	N.P	N.P	N.P

Figura 97. Menú principal DOT HMI para usuario

Cuando haya cambio de tareas (*Figura 98*), la tarea actual con fondo de color amarillo y texto púrpura, junto con su pictograma cambiará de estado, desaparecerá el pictograma, el fondo y el texto se volverá gris y aparecerá para la siguiente tarea un nuevo pictograma, un cambio de texto a color púrpura y un sonido que recoge la acción programada.

LECTURA EN BASE DE DATOS

FECHA: Viernes, 5 de Julio de 2019

VIDEO TUTORIAL

Volver a menú principal

Hora actual del servidor: 16:42:

LISTADO DE TAREAS PROGRAMADAS

DÍA DE LA SEMANA	HORA INICIO	HORA FINAL	EVENTO	OBSERVACION	Nº LEDS	ESTADO	ACCION
VIERNES	16:30:00	16:45:00	TAREA 23232	OBSERVACION TAREA 23232	1	ACTUAL	ELIMINAR EDITAR
VIERNES	16:45:00	17:00:00	TAREA 8997	OBSERVACION TAREA 758587	1	PENDIENTE	ELIMINAR EDITAR
VIERNES	18:30:00	18:45:00	TAREA 0	OBSERVACION TAREA 0	1	PENDIENTE	ELIMINAR EDITAR
VIERNES	19:30:00	19:45:00	TAREA 1	OBSERVACION TAREA 1	1	PENDIENTE	ELIMINAR EDITAR
VIERNES	19:42:00	19:42:34	TAREA SIMULTANEA	OBSERVACION	34	PENDIENTE	ELIMINAR EDITAR
VIERNES	19:45:00	20:15:00	TAREA 2	OBSERVACION TAREA 2	2	PENDIENTE	ELIMINAR EDITAR

18.1.168/dotviewer.php

90%

Buscar

menú principal (121 n.º de no leídos) ~...

	16:15:00	N.P	N.P	N.P
16:30:00		TAREA ACTUAL	TAREA 23232	OBSERVACION TAREA 23232
16:45:00		TAREA PENDIENTE	TAREA 8997	OBSERVACION TAREA 758587
17:00:00		N.P	N.P	N.P
17:15:00		N.P	N.P	N.P
17:30:00		N.P	N.P	N.P
17:45:00		N.P	N.P	N.P
18:00:00		N.P	N.P	N.P
18:15:00		N.P	N.P	N.P

Figura 98. Proceso de cambio de tarea

Además, está la posibilidad de enviar al móvil del cuidador, mediante la aplicación *Telegram*, el comienzo de la tarea (Figura 99).

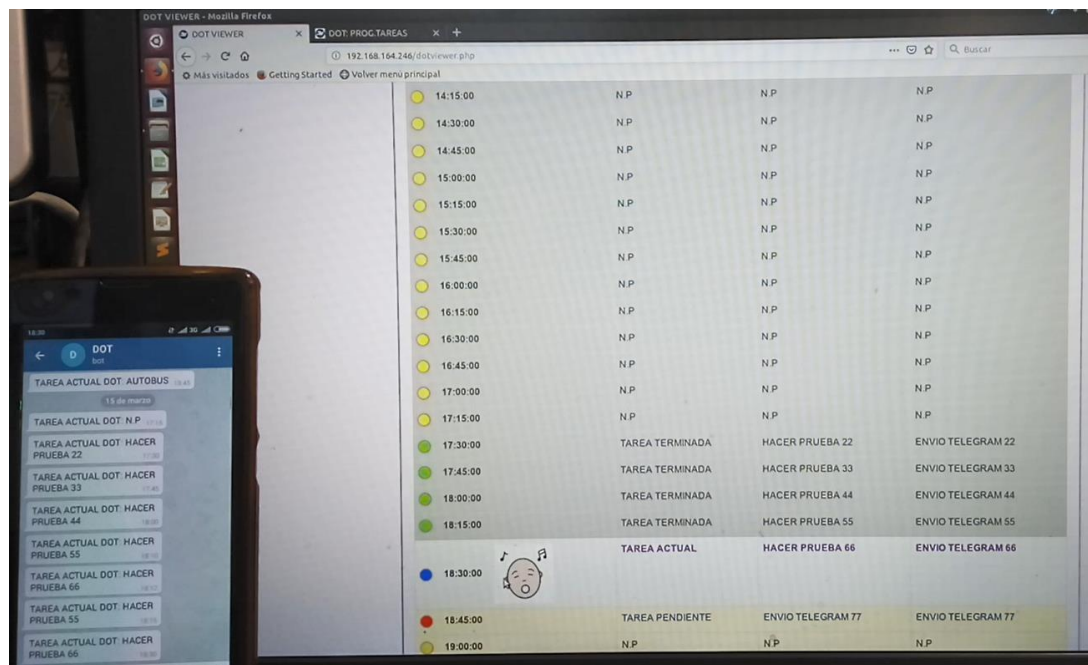


Figura 99. Tarea recibida en móvil mediante Telegram

Para activar y/o desactivar el servicio de envío de tarea mediante *Telegram*, se debe entrar en el menú principal de configuración mediante el control de identificación de usuario y

contraseña (Figura 68). Seleccionando la opción de “CONFIGURAR RED”, se entra en el menú de configuración de red donde se pueden ajustar los parámetros de red ethernet, wifi DDNS y activar Telegram (Figura 100).

Figura 100. Pantalla de configuración de red

6.2.3. Soporte cognitivo y social.

Como en el caso del control de entorno, se ha preparado la interfaz multiusuario de la plataforma para trabajar el reparto del tiempo en las diferentes tareas que pueden tener una actividad. El DOT se puede utilizar como soporte para realizar actividades grupales para que el profesor utilice la herramienta tecnológica en sus propias dinámicas sociales dentro de la clase; para que los chicos aprendan a asignar tiempo a las tareas de forma coherente.

Se puede escribir en el editor de TICO una secuencia de acciones para un momento del día (p.ej. la tarde). Se puede importar al DOT guardándose en la base de datos de las tareas. El trabajo a nivel grupal sería el planificar unas actividades en la agenda para la tarde (p.ej. baile, matemáticas, recreo, preparar el café de las visitas del viernes, relajación, etc). Asignando a cada alumno una parte de la tarea a planificar, es cada alumno el encargado de poner en el TICO de la agenda el icono correspondiente al café, otro el sonido, otro la duración ... así

sucesivamente. Entre todos los alumnos de la clase se hace una página de TICO y luego esa página sube al DOT.

De nuevo es una actividad grupal donde cada uno tiene una responsabilidad o el profesor va pasado la responsabilidad de uno a otro, con lo cual es el profesor el que regula el nivel de participación o el nivel de protagonismo de cada chico para repartir el tema social que se quiera trabajar.

Como puede verse, esta plataforma sigue siendo una herramienta que, además de dar apoyo cognitivo, da un apoyo al entrenamiento e interacción social.

Como se dijo en el control de entorno, si un niño aprende a controlar sus propios impulsos y además es consciente del tiempo que lleva haciéndolo, se aumenta la socialización de ese niño. Esto es una ayuda directa, tanto en el control de entorno como en el DOT, estando la dimensión social soportada por la interfaz multiusuario y el profesor.

6.3. Metodología y resultados

La experiencia de evaluación se ha llevado a cabo en cuatro escuelas diferentes de educación especial. Se instalaron 12 DOT durante 4 meses. Se instalaron otros dos dispositivos en las salas de profesores para que los maestros los probaran. Se dieron cursos de capacitación de usuarios para los maestros involucrados y se brindó apoyo a través de asistencia telefónica y visitas.

También se realizó la selección de participantes junto con la escuela; se diseñó la herramienta de evaluación basada en CIF; se informó y se hicieron los formularios de consentimiento informado para los tutores de cada niño. Se realizaron evaluaciones individuales y se analizaron los datos obtenidos. El diseño del estudio ha priorizado el efecto directo en las habilidades de los niños y su uso como herramienta educativa.

Los equipos de profesores se capacitaron en la configuración y el uso del dispositivo, así como en la dinámica de observación y sus bases.

El estudio fue realizado por una persona experta en este campo, que diseñó esta metodología e intervención. Dicho estudio no es del autor de la presente tesis, pero sí se recoge dicho

estudio para certificar la validez de la plataforma, la cual se adaptó a la metodología para que se pudiera llevar a cabo.

La evaluación tomó 16 elementos de CIF para evaluar el efecto del DOT como herramienta educativa, incluidos los elementos relacionados con el enfoque de atención, las interacciones sociales involucradas y la ejecución de tareas. Fue realizado por evaluadores con sólida capacitación y experiencia en evaluación de CIF.

Se concluye que el DOT es un instrumento de asistencia válido. Hay evidencias de mejora de las habilidades posiblemente debido a la generación de automatismo, más que debido al aprendizaje, como se esperaba en un período de tiempo tan reducido.

6.3.1. Metodología de intervención

El objetivo principal de la metodología es evaluar los efectos del uso del DOT como herramienta educativa sobre las capacidades o habilidades de los niños relacionadas con "actividades y participación", en la notación de la OMS. Algunas circunstancias que influyen en nuestra población objeto son la enorme heterogeneidad en las capacidades de los niños y el número limitado de participantes disponibles con un rango de capacidad establecido. Como la muestra es pequeña y para obtener cierta relevancia de los resultados, se diseña una metodología estructurada. A su vez, esto implica la necesidad de limitar tanto los perfiles de los niños como el número y el tipo de eventos a probar.

La secuencia de la evaluación comienza con una evaluación de CIF de los diferentes elementos del uso de DOT en clase, después de una semana de capacitación. A continuación, los DOT se utilizan durante el período de experimentación y los maestros registran sus observaciones. Al final del período, se realiza una segunda evaluación de CIF. Los resultados se obtendrán de la comparación de las dos evaluaciones y del análisis de los registros de observación.

El experimento se basa en la notificación y ejecución de dos tareas por día para cada niño con un programa de acción fija en cada una de las cuatro escuelas participantes. Para cada tarea el DOT anuncia la acción con un estímulo visual y luego con uno auditivo. Primero se cambia el color del elemento que representa el momento actual y se muestra un pictograma para describir la actividad por venir. Los pictogramas están tomados de la suite ARASAAC [205], se

utilizan ampliamente en la escuela y los niños están muy familiarizados con la mayoría. Los estímulos auditivos llegan más tarde y están reservados al momento en el que se ejecuta la acción.

Esta estrategia de notificación se ha tomado del consenso estándar en las notificaciones de prevención de riesgos donde las señales indican las acciones y el sonido es el momento de ser realizado.

Para cada niño se programa un evento individual y un evento grupal. De esta manera se evalúan ambas dimensiones y se incluyen ambas dinámicas: la separación del grupo y el mimetismo en eventos grupales. La separación significa que el niño necesita tomar la iniciativa y no seguir a los demás, donde se esperan dificultades o un buen funcionamiento. Un ejemplo de notificación individual puede ser la acción, ir a terapia del habla; El ejemplo de grupo puede ser ir a almorzar o cepillarse los dientes con el resto del grupo.

Participantes: Proceso de selección

En el primer análisis de usuarios se identificaron varios tipos de usuarios involucrados: niños, maestros, padres de niños que supervisan y autorizan la participación de sus hijos y juntas directivas escolares.

El primer paso se dio con las juntas directivas y, en algunos casos, con el Consejo Escolar en el que están representados los padres, los maestros y el personal de apoyo. La presentación incluyó la descripción de la herramienta, sus características principales, los objetivos principales de este proyecto y las pautas del proceso de evaluación. Los maestros ofrecieron su participación como voluntarios y eligieron a los niños con los que trabajarían. Luego, los maestros explicaron el proyecto a las familias invitadas a participar, recogieron el consentimiento informado firmado y se mantuvo en depósito en la misma escuela.

Escuelas y clases de educación especial

Las escuelas participantes han sido tres escuelas públicas: Alborada, Piaget y Angel Rivière, y una privada, San Martín de Porres de la asociación ATADES, como se muestra en la [Tabla 8](#).

Colegio	Número de niños	Número de Clases	Número de profesores y colaboradores
CPEE Alborada	6	6 Clases, 1 Sala de Dirección	6 Profesores, 3 personas de dirección
San Martín de Porres (ATADES)	4	2 Clases	2 Profesores, Director
CPEE Piaget	5	3 Clases	3 Profesores, Coordinador de estudios
CPEE Rivière	1	1 Clase, 1 sala de profesores	1 Profesor, Director
Total	16	12 Clases, 2 Salas. 14 DOTs	12 Profesores, otro personal 6

Tabla 8. Participantes por centro y clases.

La evaluación se centra en los efectos individuales, por lo que en la metodología se eligió inicialmente tener un niño por clase como punto de partida. Como el número de niños era bajo, se incrementó a dos niños en cuatro clases por lo que finalmente la estructura fue:

- Cuatro clases con dos niños por DOT.
- Ocho clases con un niño por DOT.
- Un total de 16 niños han usado DOT en sus rutinas escolares diarias, durante 3.5 meses.

Descripción de los participantes

Las siguientes tablas detallan algunas características de los participantes según los datos proporcionados por las escuelas, desde la edad hasta la discapacidad. La [Tabla 9](#) muestra que el intervalo de edad de los participantes fue muy amplio, de 7 a 19 años, para aumentar el número de participantes seleccionados.

Edad	Número
19	1
12 a 15	9
7 a 11	6

Tabla 9. Edad de los participantes

La [Tabla 10](#) muestra el alto grado de discapacidad que tenían la mayoría de los participantes.

% de Discapacidad	Número
Discapacidad leve del 25 al 49%	3
Discapacidad severa del 50 al 95%	12
No provista	1

Tabla 10. Grados de discapacidad de los participantes.

El nivel de competencia curricular de los niños se muestra en la [Tabla 11](#) :

Nivel de competencia Curricular	Número
1ª fase de educación (correspondiente a 2 ó 3 años en escuelas normalizadas)	7
2ª fase de educación (correspondiente a 4 ó 5 años en escuelas normalizadas)	6
Sin información registrada	3

Tabla 11. Nivel de competencia curricular de los participantes.

La [Figura 101](#) resume las características de los participantes. La mayoría de los niños presentan un alto nivel de discapacidad, con edades comprendidas entre los 7 y los 19 años y con un bajo nivel de competencia curricular equivalente a 2 a 5 años de desarrollo normalizado.

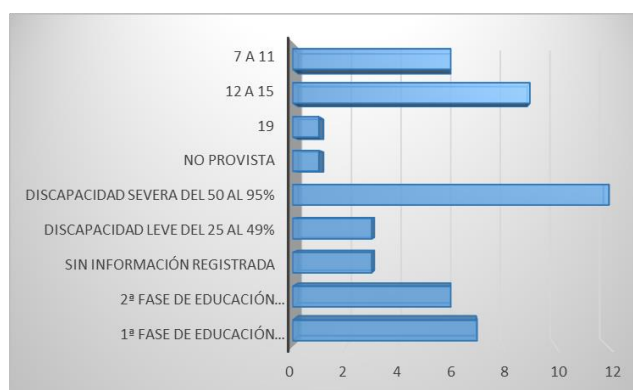


Figura 101. Características de los participantes

Proceso de evaluación

El proceso de evaluación se estructura en varias fases, colaborando en cada una con el equipo de la escuela.

A continuación, se detalla la secuencia de acciones:

- Presentación del proyecto a juntas directivas escolares.

- Presentación del proyecto a profesores. Selección de candidatos tanto para niños como para profesores.
- Recuperación de datos de niños seleccionados. Traducción a la CIF.
- Formación a docentes: actividad grupal.
- Instalación del DOT en las aulas.
- Formación y refuerzo individual a los profesores participantes, asistencia directa y telefónica.
- Primera evaluación CIF del uso de DOT en clase.
- Uso del DOT según lo previsto, observaciones registradas por los profesores.
- Segunda evaluación de CIF del uso de DOT en clase.
- Entrevistas a profesores sobre la funcionalidad y usabilidad del dispositivo en la clase.
- Grupo de debate: reunión grupal en la que se ponen en común las incidencias, se aplican soluciones, se comparten opiniones sobre el DOT como recurso educativo y la repercusión del uso del DOT sobre el comportamiento humano.

Con respecto al uso en clase, hubo un acuerdo para encender el dispositivo tan pronto como empezaran las clases y tenerlo durante todo el día escolar. De esta manera, el paso del tiempo se representó mediante el encendido secuencial de elementos luminosos y con notificaciones de color y sonido en el momento configurado. Las reacciones observadas de los niños se rellenaron en una plantilla de registro que se envió a los investigadores semanalmente.

Manuales y Protocolos

Junto con la capacitación directa, se proporcionaron varios manuales con la instalación del DOT.

Manual y proceso de instalación: donde se describen las acciones para instalar el DOT. Los maestros realizaron la instalación por sí mismos, por lo que se verificó la sostenibilidad y la comprensión del manual. En cada escuela la situación fue diferente: en Alborada y Piaget había ordenadores en las aulas, en las que se utilizó un proceso de congelación para permitir al usuario cambiar la configuración. En ATADES y Rivière no había ordenador, así que algunos de los niños no pudieron usarlo.

Manual de localización: La ubicación del DOT afecta a la eficacia y la percepción de los niños. Se desarrollaron recomendaciones para la ubicación DOT, basadas en el enfoque de atención visual y ergonómica para los niños. Más tarde se incluyeron pautas específicas después de visitar las aulas de educación especial.

La [Figura 102](#) muestra la cantidad de información que rodea al DOT, una vez ubicado en una clase.

El resumen de claves de ubicación es el siguiente:

- Instalar en un lugar lo más despejado posible de otros estímulos para que la percepción sea más fácil y con menos margen de error.
- Situar enfrente o en diagonal de los niños en la clase, por razones de visibilidad.
- Ubicar en un lugar sin luz artificial o luz solar directa para evitar reflejos que podrían dificultar la visión.
- La altura de los ojos de los niños debe estar en el centro del dispositivo.

Manual del usuario: explica cómo configurar los eventos, las notificaciones, el color de los ledes, etc.

Protocolo de observación: explica la forma en que se espera que los maestros observen y actúen con el DOT y la información que se debe recopilar para la validez de la investigación.



Figura 102. DOT sin pantalla instalada en el aula, con las luces apagadas.

Incidencias de uso

A continuación, se indican algunas dificultades de observación y valoración de uso que se han detectado:

El volumen de notificaciones de sonido era bajo cuando el ruido ambiental era alto o cuando otros programas reproducían videos o música.

Algunos dispositivos no tenían espacio suficiente para una buena discriminación visual debido al exceso de información en muchas aulas.

Cuando en la escuela se cambió de turno partido a un día continuo, hubo algunas dificultades en la programación de eventos, que se resolvió con una actualización de *software*.

Otras dificultades de evaluación fueron inherentes al tipo de niños con los que se trabajó. Era relativamente frecuente tener ausencias debido a enfermedades y alteraciones en su estado de ánimo debido a cambios en la medicación, crisis de ansiedad, llanto, agresividad, etc.

Por otro lado, las escuelas suelen realizar varias excursiones y actividades fuera del aula.

Diseño de prueba de evaluación, basado en la CIF

Se utilizó un diseño de evaluación doble, realizando evaluaciones individuales antes y después de la experiencia, en base a la CIF. Esta herramienta tiene entre sus aplicaciones la capacidad de evaluar el impacto que una tecnología de soporte tiene en sus usuarios.

Esta evaluación tiene algunas circunstancias particulares a tener en cuenta:

- La gran variedad de usuarios y su comportamiento y dificultades que dependen en gran medida de su nivel de bienestar a lo largo del día.
- El alcance a corto plazo. La acción disponible tomó 4-5 meses con vacaciones intermedias, lo que se considera insuficiente para obtener modificaciones estables en los cambios y tendencias que algunos usuarios presentaron.
- El proceso de selección deja el experimento con pocos candidatos, por lo que tenemos un rango de edad amplio y un número relativamente pequeño de participantes que solo permite una aproximación a los resultados individuales.

La CIF evalúa el funcionamiento de las personas para responder a las demandas en diversas áreas de la vida. Para nuestro estudio interesan los aspectos vitales relacionados con el funcionamiento desde una perspectiva individual y social.

Se seleccionó un conjunto de 16 ítems del capítulo de Actividades y Participación de la CIF: aquellos que describen las capacidades implícitas para dar respuestas a las demandas relacionadas con el aprendizaje de la OT. La selección se realizó en función de las demandas de DOT: mirar, escuchar, hacer una tarea simple, entender un icono, etc. Se asignó un porcentaje de dificultad para cada uno.

1. Aprender y aplicar el conocimiento:

A. Experiencias sensoriales con intención.

1. Mirar a: establecer la mirada intencional hacia la interfaz.
2. Escuchar: percibe el sonido y fija la mirada hacia la fuente.

B. Aprendizaje básico:

3. Adquisición de habilidades básicas: ser capaz de ejecutar las acciones indicadas.

C. Aplicación del conocimiento:

4. Centrar la atención: enfocar intencionalmente la atención en los estímulos mientras ocurren.
5. Resolver problemas simples: tomar acciones exploratorias y/o encontrar soluciones para lograr un objetivo.

2. Demandas y tareas generales:

6. Para realizar una tarea simple: ejecutar una tarea después de recibir la notificación.
7. Rutinas diarias completas: establecer y corregir patrones de tiempo y secuencias a partir de notificaciones del DOT.
8. Gestión del estrés: mantener un comportamiento dentro de los márgenes tolerables durante el proceso de uso del DOT.

3. Comunicación:

A. Comunicación - recepción

9. Mensajes hablados de comunicación-recepción: entender los comentarios de los maestros y de otros si existen.
10. Símbolos y señales de comunicación-recepción: comprender el significado de los símbolos y los estímulos auditivos.

B. Comunicación - producción

11. Hablar: de manera comprensible con intención comunicativa.
12. Producción de mensajes no verbales: mediante letreros, dibujos o cualquier otro mensaje no verbal para expresar y/o comunicar algo.

4. Movilidad:

13. Recorrer distancias cortas. Caminar dentro con acierto.

5. Interacciones y relaciones interpersonales:

A. Relaciones interpersonales particulares:

14. Relación con extraños: establecer vínculos temporales con extraños con fines específicos (en relación con los evaluadores).

15. Relación con personas en posición de autoridad: mantener una relación de respeto con los profesionales.

16. Relaciones informales con compañeros: con respeto y atención.

Cada ítem se clasificará en cinco niveles de dificultad, según el rango de dificultad mostrado en la [Tabla 12](#):

Etiqueta	Nivel de dificultad	Dificultad en %	Valor medio de dificultad (%)
0	Sin dificultad	0%	0%
1	Dificultad baja	5 al 24 %	14,50%
2	Dificultad moderada	25% al 49%	37%
3	Dificultad elevada	50% al 95%	72,50%
4	Total dificultad	96% al 100%	98%

Tabla 12. Rangos de porcentaje de dificultad por categoría y valor medio tomado para el estudio cuantitativo.

6.3.2. Resultados obtenidos.

Evaluación CIF

De los 16 niños involucrados en el entrenamiento, finalmente sólo 10 tenían datos suficientes para proporcionar una evaluación válida con las pruebas de antes y después de la experimentación. Con el fin de evitar cualquier mala interpretación de los mecanismos subyacentes involucrados en obtener la información y realizar las acciones indicadas, se contó

el número de ítems que los niños realizaban con menos dificultad en la segunda evaluación con respecto a la primera. En los próximos planes de evaluación se planificarán acciones de evaluación que buscarán información acerca de los mecanismos subyacentes agregando más registros de observación y teniendo más tiempo de entrenamiento. Además, se necesitan tiempos de entrenamiento más largos para inferir los resultados de aprendizaje.

Los resultados obtenidos muestran mejoras tanto de forma cualitativa como cuantitativa. Para una medida cuantitativa global de dicha mejora, se introdujo un nuevo parámetro "nivel de restricción", que mide el porcentaje de dificultad general de la prueba. Cada nivel de dificultad se cuantifica con el valor medio del rango de dificultad en % mostrado en la [Tabla 12](#). El nivel de restricción se define como:

$$\text{Nivel de Restricción} = \frac{\sum [(n^\circ \text{ de ítems en nivel de dificultad}) \times (\text{valor medio de dificultad})]}{\sum [(n^\circ \text{ de ítems en nivel de dificultad})]} \quad (1)$$

Datos y resultados individuales

Los datos de la [Tabla 13](#) muestran la primera evaluación de la CIF con los 16 ítems citados anteriormente para el código de niño 010201. Doce de los ítems caen en la categoría "dificultad elevada" y cuatro en "dificultad moderada".

La dificultad moderada tiene un porcentaje medio del 37% y la dificultad elevada del 72.5% ([Tabla 12](#)), por lo que para la primera evaluación de este niño, su nivel de restricción es:

$$\text{Nivel de Restricción} = \frac{(4 \times 37\%) + (12 \times 72.5\%)}{16} = 63.63 \% \quad (2)$$

Las cifras de la segunda evaluación se muestran en la [Tabla 14](#). Cinco elementos evaluados como de “dificultad elevada” en la primera evaluación pasaron a “dificultad moderada” y baja en la segunda. Su nivel de restricción después de la experimentación con el DOT fue:

$$\text{Nivel de Restricción} = \frac{(2 \times 14.5\%) + (7 \times 37\%) + (7 \times 72.5\%)}{16} = 49.72 \% \quad (3)$$

Esto resulta en una disminución del nivel de restricción de 63,63% a 49,72%, mejorando en casi un 14%.

Código 010201 1ª Evaluación	Número de items
Sin dificultad	0
Dificultad baja (5% al 24%)	0
Dificultad moderada (25% al 49%)	4
Dificultad elevada (50% al 95%)	12
Dificultad total (96% al 100%)	0
ACTIVIDADES CON RESTRICCIÓN	16
NIVEL DE RESTRICCIÓN	63,63%

Tabla 13. Primera evaluación para el código de niño 010201, 11 años de edad.

Código 010201 2ª Evaluación	Número de items
Sin dificultad	0
Dificultad baja (5% al 24%)	2
Dificultad moderada (25% al 49%)	7
Dificultad elevada (50% al 95%)	7
Dificultad total (96% al 100%)	0
ACTIVIDADES CON RESTRICCIÓN	16
NIVEL DE RESTRICCIÓN	49,72%

Tabla 14. Segunda evaluación para el código de niño 010201, 11 años de edad.

Plantillas de observación para profesores

Durante el proceso, los maestros evaluaron el grado de dificultad de los ítems simples como escuchar, mirar, caminar y realizar una tarea sencilla. Un ejemplo para un niño se muestra en

las [Figura 103--104](#), donde el eje horizontal representa días de entrenamiento para la actividad. Los huecos en los datos corresponden a fines de semana.

La evaluación es aquí subjetiva y muy personalizada. Los maestros conocen a los niños durante meses o años y han establecido una relación con ellos a través del tiempo: por un lado, esto los hace más adecuados para detectar cambios a partir de su patrón común, incluso cambios sutiles o cambios que no están enfocados en la evaluación diseñada; por otro lado, la observación puede ser alterada debido a la atención y las expectativas proyectadas hacia los niños. La importancia de las observaciones es muy valiosa para modular y completar la perspectiva de los resultados individuales.

A continuación, se muestra un ejemplo del tipo de datos adquiridos y alguna interpretación abierta. Un valor más bajo en esas cifras significa mayor nivel de autonomía:

0 significa que no hay dificultad para esa actividad y 4 significa dificultad total, de acuerdo con los cinco niveles definidos en la [Tabla 12](#).

Escuchar: Este niño ha mejorado la función "escuchar" a través de los días. En este contexto, escuchar significa una intención. Como se muestra en la [Figura 103](#), alcanza un nivel de no dificultad en dos semanas. También muestra que los lunes las dificultades son mayores, mientras que de martes a viernes mejoran sistemáticamente.

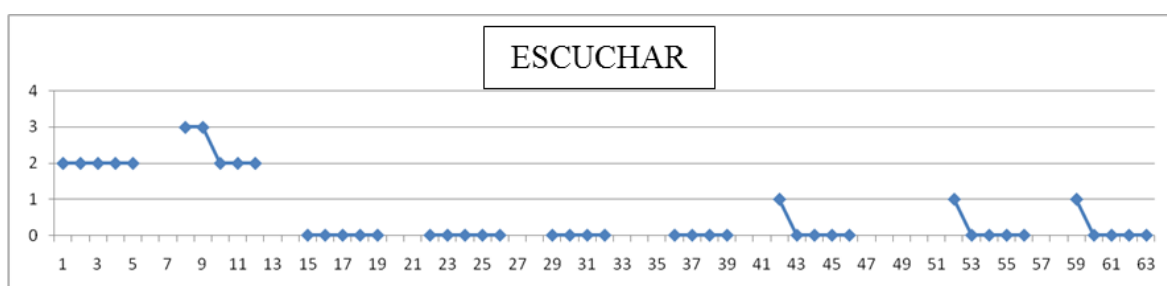


Figura 103 "Escuchar" alcanzó pronto un nivel de no dificultad con el entrenamiento..

Mirar: significa una intención. La mejora se alcanza también en dos semanas, aunque la dificultad no se reduce a cero.

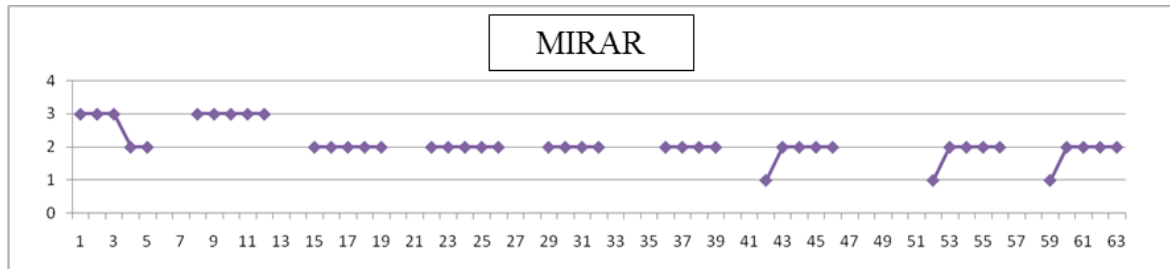


Figura 104. "Mirar" llegó pronto a un nivel de dificultad leve con el entrenamiento.

Caminar: Caminar no es solo vagar, sino que necesita la intención de ir a un lugar específico, con un objetivo. En este caso, el niño no ha tenido problemas para caminar, después de un período de entrenamiento de dos semanas.

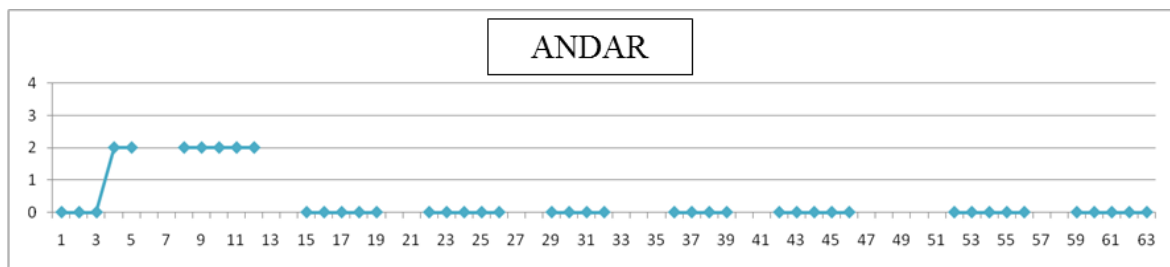


Figura 105. "Caminar" alcanzó pronto un nivel de no dificultad con el entrenamiento.

Realizar una tarea simple: este ítem ha tardado más en mostrar alguna mejora. En el punto medio del proceso, mejora de dificultad moderada a sin dificultad.

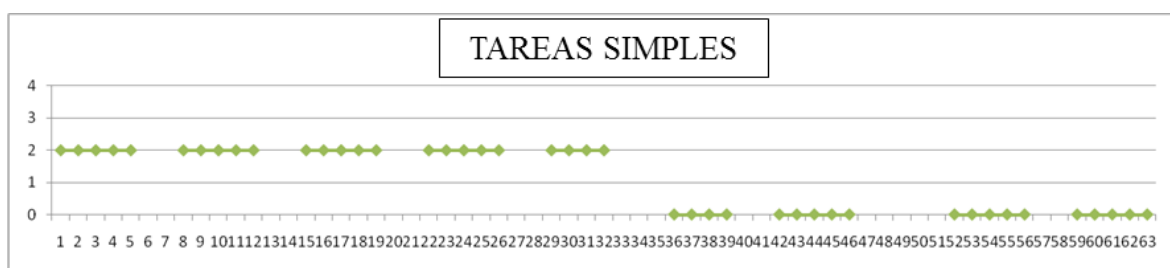


Figura 106. "Tarea simple" alcanzó un nivel de sin dificultad en el punto medio del período de entrenamiento.

Resultados finales

De la evaluación de la CIF se puede obtener un vector de diferencia, definido para registrar las diferencias entre la primera y la segunda evaluación. Sus elementos son las restas del número de elementos que caen en cada nivel de dificultad.

Se evalúa el nivel de dificultad antes del entrenamiento y después de éste, mostrando una representación gráfica entre las diferencias.

En la [Figura 107](#) se muestra la representación gráfica, para cada niño, entre las diferencias en el número de ítems por nivel de dificultad. Los valores negativos en el nivel de gran dificultad significan que ese nivel ha desaparecido.

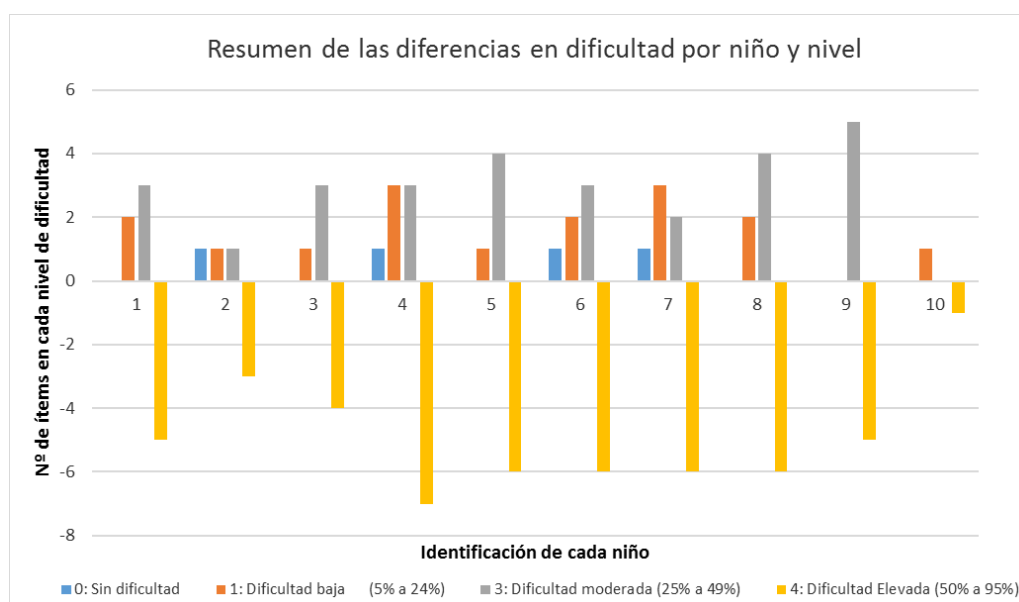


Figura 107. Resumen de las diferencias en el número de elementos por nivel de dificultad para los 10 niños evaluados

Se define "mejora global" al resultado general sumando todas las contribuciones de los elementos por parámetro de dificultad para cada niño individual. Como se muestra en la [Figura 108](#), 49 elementos disminuyeron su nivel de dificultad elevada a otras de dificultad inferior; esto es una mejora del 30% de los ítems.

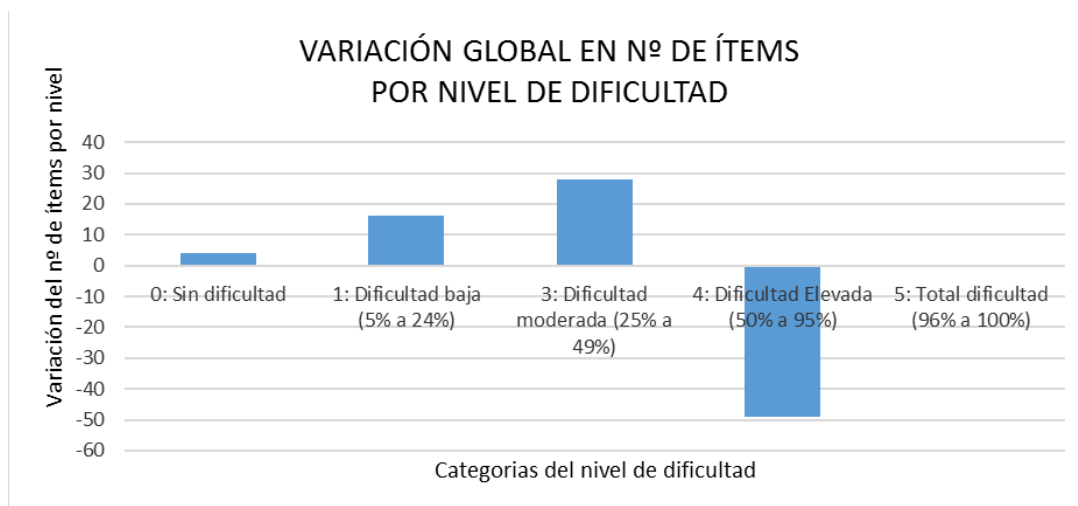


Figura 108. Número de elementos (49) que tuvieron grandes dificultades y mejoraron a categorías de menos dificultad

Estudiando el grupo en conjunto, la [Figura 108](#) muestra el vector de diferencia global (agregando los individuales) que muestra gráficamente la disminución en los elementos con gran dificultad (menos 49) que se desplazan a dificultades menores, aumentando en 29 elementos para dificultad moderada, 16 en dificultades ligeras y 4 entrando al nivel de no dificultad. Junto con la [Figura 107](#), se muestra evidencia de una mejora general constante.

Tomando todos los datos de la [Figura 108](#) y la ecuación (1) se obtiene alrededor de un 14% de mejora en el valor medio de todos los niveles individuales de restricción.

La [Figura 109](#) muestra la mejora de cada niño, incluida la información de la edad con la que no hay una correlación. Las elipses rojas de la [Figura 109](#) resaltan mejoras significativas en el rango del 10% al 18% en más de la mitad de los niños.

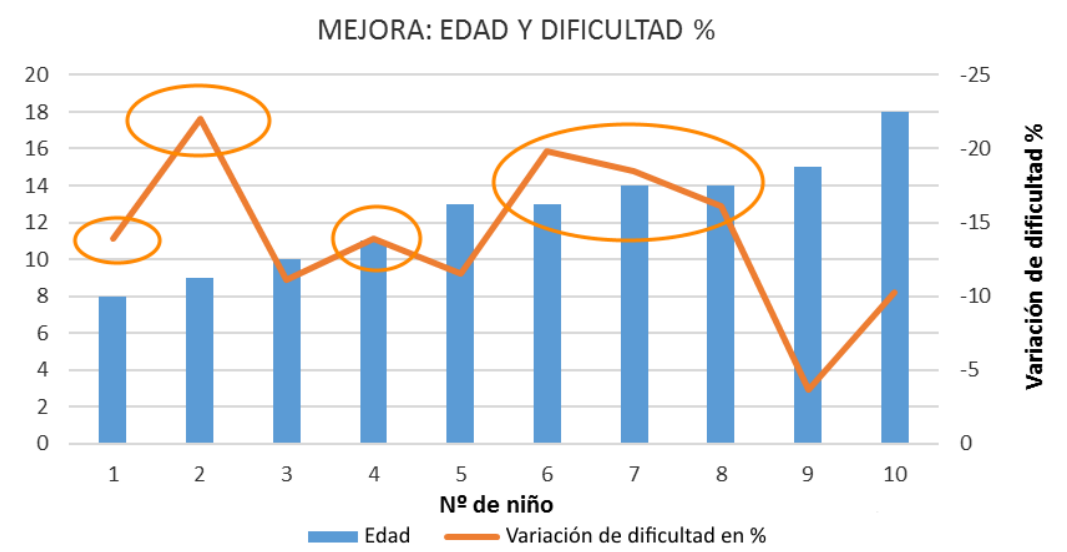


Figura 109. Edad (azul, eje izquierdo) y mejora (% de disminución en el grado de dificultad, naranja, eje derecho).

6.3.1. Discusión

Los resultados demuestran que el DOT puede ser una herramienta útil para capacitar en capacidades de OT como tareas de agenda.

Todos los niños que participaron en la experiencia mostraron alguna mejora. Esto significa el establecimiento de algún tipo relación causa-efecto, asociando estímulos específicos a las tareas correspondientes.

La mejora tiene un valor medio global de alrededor del 14% de disminución en el nivel de restricción para las tareas involucradas.

Es obvio que se necesita un experimento más largo para concluir si se producen cambios estables en el tiempo, que se considerarían fruto de un aprendizaje, mientras que los cambios transitorios son automatismos. Los cambios registrados hasta ahora se refieren principalmente a la capacidad de realizar una tarea o acción más que a un proceso de aprendizaje en sí mismo. La respuesta es, principalmente, el establecimiento de un "reflejo condicionado básico", o relación causa-efecto, ya que es escuchar el estímulo y desencadenar una acción.

Para ver las conexiones sinápticas involucradas, se necesita una repetición más prolongada del proceso de estímulo-respuesta. Estos resultados, sin embargo, evidencian la posibilidad de haberlos aprendido.

La colocación del DOT en el aula fue difícil en algunos escenarios. Esto se detectó fácilmente al principio del experimento, por lo que se desarrolló un manual para mejorarla. Aun así, siguen existiendo dificultades, principalmente porque el exceso de información oculta la información principal.

En las clases de educación especial visitadas hay abundante material visual, carteles, imágenes, etc., que hacen que sea más difícil enfocar la atención a todos los mensajes.

6.4. Servicio de contención conductual

El servicio de contención conductual fu creado por los propios profesores para cubrir la necesidad de reconducir conductas disruptivas y disponer del servicio de OT para apoyar al alumno en la concreción del paso del tiempo y del restante para conseguir la recompensa.

A nivel tecnológico consiste en un sistema que muestra el progreso de un intervalo temporal y una pantalla que explicita en pictogramas qué acción está transcurriendo y qué secuencia es la propuesta.

Se apoya a nivel cognitivo en la comprensión de la relación del paso del tiempo con el apagado secuencial de los elementos luminosos, dando soporte a la motivación para la contención (*Figura 98 y Figura 110*).

Si un niño aprende a controlar sus propios impulsos y además es consciente del tiempo que lleva haciéndolo, y del que le resta por mantener el esfuerzo para obtener el resultado deseado, se aumenta su control emocional, y posiblemente su consciencia de estado emocional, primeros pasos para una gestión emocional positiva y la mejora consecuente en la socialización de ese niño.

La dimensión social de este servicio viene por dos direcciones:

- El resultado de la dimensión individual inicial de este servicio se verá plasmado en las relaciones sociales, por lo que vemos que también atiende a esta dimensión social, además de la cognitiva.

- Se pueden plantear dinámicas grupales de contención conductual, en que cada alumno de la clase se verá afectado por el comportamiento colectivo.

Los profesores han probado con su propia metodología de intervención este servicio y asegurado su eficacia.

Miércoles, 2 de Septiembre de 2020		Hora actual: 08:08:59	
HORA	ESTADO	TAREA	OBSERVACION
12:00:00	TAREA PENDIENTE	Pruebas 1	Pruebas 11
12:15:00	TAREA PENDIENTE	Pruebas 1	Pruebas 11
12:30:00	TAREA PENDIENTE	Pruebas 1	Pruebas 11
12:45:00	N.P	N.P	N.P
13:00:00	N.P	N.P	N.P
13:15:00	N.P	N.P	N.P
13:30:00	N.P	N.P	N.P
13:45:00	N.P	N.P	N.P
14:00:00	N.P	N.P	N.P
14:15:00	N.P	N.P	N.P
14:30:00	N.P	N.P	N.P
14:45:00	N.P	N.P	N.P
15:00:00	N.P	N.P	N.P
15:15:00	N.P	N.P	N.P
15:30:00	N.P	N.P	N.P
15:45:00	N.P	N.P	N.P
16:00:00	N.P	N.P	N.P
16:15:00	N.P	N.P	N.P
16:30:00	N.P	N.P	N.P
16:45:00	N.P	N.P	N.P
17:00:00	N.P	N.P	N.P
17:00:00	N.P	N.P	N.P
17:15:00	N.P	N.P	N.P
17:30:00	N.P	N.P	N.P
17:45:00	N.P	N.P	N.P
18:00:00	TAREA PENDIENTE	Pruebas 6	Pruebas 6
18:15:00	TAREA PENDIENTE	Pruebas 6	Pruebas 6
18:30:00	N.P	N.P	N.P
18:45:00	TAREA PENDIENTE	Pruebas 66	Pruebas 66
19:00:00	N.P	N.P	N.P
19:15:00	N.P	N.P	N.P
19:30:00	TAREA PENDIENTE	Pruebas 666	Pruebas 666
19:45:00	TAREA PENDIENTE	Pruebas 666	Pruebas 666
20:00:00	TAREA PENDIENTE	Pruebas 666	Pruebas 666
20:15:00	N.P	N.P	N.P
20:30:00	N.P	N.P	N.P
20:45:00	N.P	N.P	N.P
21:00:00	N.P	N.P	N.P
21:15:00	N.P	N.P	N.P
21:30:00	N.P	N.P	N.P
21:45:00	N.P	N.P	N.P



Figura 110. Progreso de intervalo temporal virtual y real de contención conductual

6.5. Resumen del capítulo

En este capítulo se ha realizado un breve recorrido por las distintas transformaciones por las que ha ido evolucionando el DOT a medida que se fue trabajando en el colegio con él. Se ha descrito la aplicación del DOT, integrada en la plataforma desarrollada, su estructura tecnológica (electrónica, *software*, tipo de comunicaciones) y aspecto final, las cuales han ido cambiando en cada versión, conservando la esencia de los objetivos que se desea trabajar:

- Capacitar en la percepción del tiempo.
- Gestionar el tiempo y la agenda.
- Suavizar las emociones ante los cambios de tareas al avisar de su cercanía.

También se ha descrito la interfaz HMI desde dos puntos de vista: modo administrador y modo usuario. Desde el lado de administrador, se ha visto cómo el profesor puede configurar el modo de trabajo del DOT y puede dirigir la gestión del tiempo del usuario, tanto individual como grupal, pudiendo planificar tareas. Desde el lado usuario, se ha visto que sólo es posible la visualización de las tareas programadas para cada momento del día.

Como se dijo anteriormente, la población final a la que va destinada esta herramienta son niños en escuelas de educación especial. Con esta aplicación se busca una comprensión más profunda de las funciones cognitivas del entrenamiento del tiempo, así como una herramienta práctica para mejorar esta área en niños con necesidades especiales.

Con el fin de constatar este hecho y poder evaluar la eficacia de esta herramienta, se ha explicado la metodología, básicamente empírica, utilizada para valorar las evaluaciones anteriores y posteriores al uso del DOT en el aula, las cuales se basan en la CIF de la OMS.

Se ha descrito el estudio realizado con 16 niños en 12 aulas de cuatro escuelas de educación especial. Se ha llegado a la conclusión de que los resultados obtenidos reflejan una mejora constante en el rendimiento relacionado con la orientación del tiempo.

CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS.

7.1 Resumen.

7.2 Conclusiones.

7.2.1 Conclusiones por objetivos.

7.2.2 Conclusiones de la plataforma tecnológica.

7.2.3 Conclusiones por servicios.

7.3 Carencias detectadas.

7.4 Trabajos futuros.

7.4.1 Futuros trabajos por objetivos.

7.4.2 Futuros trabajos en la plataforma tecnológica y servicios.

7.5 Resumen del capítulo.

7. CONCLUSIONES Y FUTUROS TRABAJOS

En este capítulo se realiza un resumen del trabajo realizado sin entrar en detalles (apartado 7.1), se recogen las conclusiones generales del trabajo de tesis (apartado 7.2) desde distintos puntos de vista. También se exponen las carencias detectadas (apartado 7.3), los trabajos futuros y las mejoras a realizar en la plataforma (apartado 7.4).

7.1. Resumen

El principal objetivo de esta tesis doctoral es diseñar, desarrollar e instalar una plataforma que sirva como herramienta de apoyo a los docentes de educación especial y a las personas con discapacidad cognitiva para el trabajo diario en clase y que puedan continuar ese trabajo desde casa. Esta tesis está motivada por los problemas planteados por los profesores del colegio público de educación especial Alborada, quienes solicitaron apoyo tecnológico que les ayudara a poder solventar algunas de sus dificultades de diversa índole con las que se enfrentaban en clase. Durante la fase de estudio se planteó la posibilidad de diseñar una plataforma móvil que integrara las diversas soluciones para los problemas planteados: control de entono, dispositivo de orientación temporal y control de dispositivos de escenografía para sala multisensorial. El sistema también debería cumplir una serie de requisitos de accesibilidad, usabilidad y diseño.

Identificadas las necesidades a cubrir, se realizó una búsqueda bibliográfica acerca de algún estudio, patente o producto comercial que pudiera satisfacer los requerimientos de los usuarios. Se llegó a la conclusión de que no existía ningún sistema o dispositivo lo suficientemente apropiado que se ajustara a las necesidades planteadas. Como consecuencia, se desarrolló un primer prototipo basado en una tecnología:

- capaz de contener un sistema operativo de libre distribución, que fuera embebido y que tuviera capacidad de ampliación mediante módulos comerciales adaptables y con capacidad para distintos tipos de comunicaciones;
- que se pudiera trabajar con aplicaciones estándares de programación y bases de datos, con amplia información y librerías de trabajo.

El primer paso fue desarrollar el control de entorno que se instaló en la biblioteca del colegio. Dicho prototipo era capaz de controlar distintos dispositivos domóticos comerciales. El interfaz de usuario era capaz de interpretar “al vuelo”, mediante cualquier navegador de cualquier dispositivo móvil, ficheros que contenían diseños de tableros realizados con la aplicación TICO. Para hacer compatible TICO con los dispositivos domóticos, se desarrollaron programas que manejaran los diferentes protocolos domóticos de comunicación y se modificó algún fichero de configuración del editor de TICO para poder invocar las órdenes que accionaban los distintos dispositivos desde el entorno del editor de TICO. También se incluyeron otras aplicaciones que pudieran ser interesantes para trabajar la asociación de los elementos virtuales y los elementos reales, y el entrenamiento de habilidades visuales y motoras, siendo incluidas como herramientas de ayuda y complemento al profesor, con el fin de entrenar el manejo del control de entorno por parte de los usuarios con problemas de coordinación visual y/o motora, p. ej.: puzzles, juegos de habilidad manual y espacial, dibujo, de entrenamiento de control de entorno, etc.

Tras las primeras pruebas se llevaron a cabo unas sesiones de formación a los profesores del colegio sobre el servicio de control de entorno. Con el visto bueno de todos ellos, se realizó una prueba con varios alumnos, obteniendo unos resultados muy favorables y realizando una valoración del empleo del control de entorno para los alumnos participantes. Finalmente se realizó una publicación en un número monográfico dedicado a tecnologías AAL de la revista *Sensors*.

El segundo paso fue desarrollar el DOT. Se partió de un DOT realizado con anterioridad por el Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones de la UNIZAR. El sistema de control de dicho dispositivo fue sustituido totalmente por el sistema de control del control de entorno, realizando las correspondientes adaptaciones electrónicas para el manejo de las luces del panel.

Relativo a la programación, se realizó el desarrollo para la edición y visualización de las actividades de toda la semana en tiempo real. Se implementó la capacidad de importar tareas diseñadas desde el sistema de CAA utilizado, TICO, guardar y cargar listas de tareas. El DOT incluye la posibilidad de envío de mensajes mediante *Telegram* que indique al cuidador la

tarea que se está realizando. Se incluyó la virtualización del DOT, de manera que no fuera necesario el panel de luces físico. También se integraron acciones externas como encendido, apagado y reinicio de la plataforma y manejo de una *webcam*. Además de lo dicho anteriormente, se incorporó todo lo realizado en el mismo sistema de control de entorno, evolucionando este hacia una plataforma multiservicios. Se amplió su funcionalidad con la incorporación de sesiones de trabajo multiusuario para su utilización en apoyo social en la clase.

Finalizado este paso, se realizaron varias sesiones de formación con los profesores. Tras la finalización y visto bueno se publicaron los resultados en la revista *Sensors*. Quedó pendiente sin embargo la evaluación específica de la mejora de capacidades de orientación temporal, básicamente por dos grandes motivos: el método KaTid se probó en un conjunto de niños encontrando que se necesita un nivel cognitivo menor que el contemplado por aquel método, lo que requiere de un nuevo diseño del test. Por otra parte, se ha producido una renovación casi completa del equipo docente del colegio que se preparó y formó para la realización de la evaluación el curso anterior, con lo que la necesaria puesta a punto con las tareas prioritarias dejó sin tiempo disponible para realizar la investigación y en ese curso escolar ya no dio tiempo a repetir la formación y planteamientos especificados.

Este servicio de OT, con las adaptaciones necesarias en cuanto a la metodología de uso, ha servido para la implementación y uso del servicio de contención conductual, creado por los mismos profesores a partir de la tecnología suministrada. A falta de una evaluación formalizada de este servicio, la realimentación recibida de los profesores que lo han utilizado es muy positiva tanto en comprensibilidad como en eficacia en la propia contención y adiestramiento de los alumnos con comportamientos disruptivos.

El tercer y último paso fue el desarrollo del control de un servicio de anticipación de contextos y elementos de escenografía, partiendo de los elementos de una sala multisensorial. Ello se integró dentro de la plataforma que contiene el control de entorno y el DOT. Se implementaron dos protocolos estándares de control de iluminación (por medio de DMX y wifi) y un tablero para el manejo de las luces. Como en las fases anteriores, se realizó una sesión formativa a los docentes acerca del manejo del control de escenografía y se realizaron

diversas experiencias con niños, no llegando a recoger datos ni pudiendo realizar todavía una valoración de la utilidad del servicio aparte de la buena sensación subjetiva de los profesores involucrados.

La plataforma integra un servidor web con una interfaz para su gestión. El sistema es configurable, personalizable y puede ser adaptado a las necesidades concretas del usuario. Además, para mejorar la usabilidad de la plataforma, se pueden configurar los ficheros TICO y tamaño de pantalla, para visualizar y agrandar los botones de manejo de la interfaz.

7.2. Conclusiones

7.2.1. Conclusiones por objetivos

Se establecieron cinco

Objetivos del trabajo de tesis descritos en el capítulo 1, sección 1.3, basándose cada uno de ellos en una hipótesis. Las conclusiones son las siguientes:

Objetivo 1:

Después de varias reuniones con los profesores para conocer sus necesidades relativas al control de entorno, se estudiaron las posibles soluciones, eligiendo la preferida por los profesores. Se adaptó la tecnología y se probó el grado de aprendizaje y el alcance del beneficio por usar los sistemas integrados con su lenguaje de CAA.

Se llegó a la conclusión que el uso de interfaces análogos a los de CAA capacitaba el aprendizaje de los servicios, y que el uso de sistemas de control de entorno en población de educación especial mejora su grado de autonomía personal. Con ello se reunían evidencias para una primera validación de la hipótesis 1.

Objetivo 2:

Después de estudiar la problemática expuesta por los profesores al abordar el adiestramiento de alumnos con muy baja capacidad cognitiva, y la ventaja que suponía para ellos a nivel de enseñanza de la realimentación directa que asocia los elementos virtuales con sus reales representados y las operaciones realizadas en el “espacio virtual” con las realizadas en el

“espacio real”, se desarrolló una plataforma que integra un sistema de servicios capaz de ofrecer al alumno un instrumento para su adiestramiento, que incluye la interfaz adaptable y análoga a la CAA utilizada con elementos virtuales que representan elementos reales y asociando acciones sobre ellos.

Se comprueba, basada en la observación directa de los profesores, que la combinación de los servicios de control de entorno y CAA ofrece un nuevo método de entrenamiento de funciones básicas: por una parte, la comprensión de la función causa-efecto y por otra la relación del ítem abstracto de la interfaz de usuario con la realidad que representa (p.ej.: icono persiana y elemento real persiana) y las acciones a realizar sobre ellos. Esta primera evidencia apunta como válida la hipótesis 2, y muestra que se ha conseguido el objetivo de dar soporte tecnológico a esta investigación.

Objetivo 3:

Se logró adaptar el servicio de OT de una versión anterior a las nuevas necesidades del adiestramiento y apoyo en OT del departamento de orientación del colegio Alborada y sus profesores.

Se modificó el *hardware* para obtener una tecnología más autónoma del ordenador de la clase, manejada por un miniordenador local, y manejable de forma remota, que pudiera emitir sonido y disponer de una pantalla gráfica para mostrar pictogramas o secuencias de los mismos desde el lugar donde está el visualizador del paso del tiempo, aumentando el control sobre el color, nivel de iluminación y modos de funcionamiento

Se realizó una adaptación del *software* de interfaz de usuario a su uso mediante paneles similares a su CAA, siguiendo las pautas de diseño contrastadas con los profesores, y preparando su uso para actividades tanto individuales como grupales. También se realizó una virtualización del dispositivo físico de orientación temporal, de forma que no fuera necesario mover el dispositivo y poder visualizarlo desde cualquier navegador web para alumnos que pudieran tratar con ese nivel de abstracción.

Relativo a la evaluación, contamos con una primera fase dirigida y promovida por la investigadora Mercedes García-Camino, que encontró mejora en ítems de la CIF relacionados

con la actividad y con la autonomía personal del alumno. Sin embargo, no llegó a realizarse la evaluación más específica en ítems de orientación temporal diseñada para medir el beneficio de la intervención en orientación temporal en la población elegida. Nos quedamos sin poder completar la evaluación específica de capacidades de autonomía en el manejo del tiempo que propone el método KaTid. Se ha obtenido una primera evidencia de la veracidad de la hipótesis 3, limitada por lo breve de la intervención y el enfoque muy estructurado y basado en funciones de la CIF, y queda por comprobar la eficacia en la mejora específica de capacidades de orientación temporal en la población de niños de educación en el sistema educativo español.

Objetivo 4:

Incorporar herramientas de habilitación cognitiva y de apoyo permitió trasladar patrones de aprendizajes previos a la mejora de la función cognitiva en otros servicios. Esto se ha realizado usando una interfaz estándar de comunicación alternativa para el manejo del sistema, el esquema de la agenda de clase para mostrar las secuencias de tareas o eventos y la mejora de la orientación temporal.

Se consiguió adaptar una herramienta de apoyo cognitivo en una plataforma de servicios, centrada en el uso de una interfaz conocida, suponiendo como ventaja aprovechar la capacidad de manejo y comprensión previamente adquirida. También se ha podido concluir la eficacia de la realimentación del paso del tiempo en la contención conductual de forma subjetiva, aunque sostenida en el tiempo por parte del profesorado, dejando la formalización de esta evaluación para acciones futuras.

De esta forma se ha recabado una primera evidencia de la corrección de la hipótesis 4.

Objetivo 5:

Se consiguió implementar dispositivos de estimulación multisensorial y regulación emocional en el aula y trabajar con ellos, demostrando que son un apoyo al adiestramiento según el estado emocional del alumno y su potencial regulación emocional. El control de los dispositivos se incluyó como una opción más de la plataforma, su usabilidad ha sido comprobada por los profesores del colegio Alborada.

Con esto queda la tecnología preparada para el despliegue del servicio de anticipación de contextos, que requiere de una fase de diseño colaborativo con el profesorado para su finalización.

Debido a los cambios inesperados de este curso pasado 2019-2020 debido a la COVID-19, ha faltado la valoración de la hipótesis 5 que hace referencia a la evaluación de la mejora en la regulación emocional para la autonomía del alumno en sus facetas emocional y social.

Sin embargo, parte de estos cambios en 2020 nos ha permitido comprobar que hay potencial para este sistema también en la educación a distancia, y la flexibilidad tecnológica que tiene el trabajo de esta tesis, como se detalla en el apartado dedicado a la plataforma.

7.2.2. Conclusiones específicas de la plataforma tecnológica

El desarrollo de la plataforma tecnológica ha logrado alcanzar los criterios de accesibilidad, modularidad, simplicidad en las tecnologías y comunicaciones convencionales. La plataforma desarrollada cumple con el objetivo principal de accesibilidad para alcanzar las especificaciones funcionales diseñadas colaborativamente por diferentes agentes de la comunidad educativa, universitaria y de educación especial: poner a disposición una herramienta abierta y de bajo costo con mayor accesibilidad cognitiva y un apoyo cognitivo y social directo. Así, se posibilita explorar cuán lejos los niños pueden utilizar el control de entorno y servicios de apoyo de índole cognitiva y social, con la capacitación escolar adecuada.

Se cumplió con el criterio de un desarrollo asequible ya que se basó en elementos modulares comerciales y un sistema simple de control formado por una computadora centralizada de placa simple de bajo coste y modular, permitiendo que la plataforma fuera móvil y fácil de manejar. Con la utilización de la solución tecnológica seleccionada se obtuvo una reducción de costes importante, un estándar de modularidad en las placas (para futuras ampliaciones) e incorporación de sensores. Además, trajo consigo una disponibilidad inmediata de la tecnología necesaria a la hora de adquirirla o ampliarla. También el aseguramiento de que el fabricante cumpla con la legislación europea y posibilitar así la instalación según la normativa existente.

Se consiguió el compromiso de albergar diversos tipos de estándares y regulaciones los cuales se pueden administrar desde la misma interfaz TICO, haciendo que el estándar empleado y/o el fabricante sean transparentes para el usuario. Dichos estándares incluidos en la plataforma, hicieron que la selección del sistema domótico se pueda adaptar al usuario y al entorno físico.

Como se ha utilizado un sistema operativo de código abierto y gratuito optimizado para el *hardware* basado en Linux y herramientas estándares para el desarrollo de la programación de las funciones de la plataforma, se permite que cualquier programador pueda introducir nuevo código para nuevas funciones o personalizar las existentes utilizando cualquier entorno.

Otro logro fue que la plataforma integrara las herramientas de trabajo empleadas diariamente con los niños, para que se manejaran desde diferentes dispositivos móviles (tabletas, teléfonos inteligentes, ordenadores). Debido a la facilidad de uso y la flexibilidad de la plataforma, la comunicación se puede establecer desde cualquier computadora, teléfono inteligente, tableta, independientemente del sistema operativo utilizado (Windows, Linux, Android, Mac OS, etc.).

Este desarrollo puede conectarse en red con una WAN y poder acceder a ella desde cualquier punto de esta. La comunicación con la plataforma se puede realizar a través de la conexión, como cliente, de un terminal SSH y como escritorio remoto, ya sea de forma local (mediante *ethernet* o *wifi*) o de forma remota, ya que la plataforma cuenta con un servicio DDNS.

Se cumplió con la exigencia de una flexibilidad total para todas las acciones de intervención previstas a través de funciones de la interfaz más elaboradas. Debido a la flexibilidad de la interfaz se puede acceder a todos los servicios previstos de manera sencilla, pudiendo adaptarlos a cada caso particular y a diversas circunstancias.

La interfaz de usuario integra las características obtenidas en varios talleres y ensayos específicos realizados con profesores. La interfaz de la plataforma está basada en una aplicación web con dos partes diferenciadas: una destinada al administrador y otra destinada al usuario. La interfaz es personalizable y se puede adaptar completamente al usuario. Cada uno de los servicios que integra la plataforma ha sido probado en laboratorio e instalado en el colegio.

Con motivo de la pandemia de la COVID-19 se observó la necesidad de disponer de estos servicios en las casas de los alumnos, con el fin de seguir trabajando y no perder lo aprendido. Por ello se trasladaron los servicios de esta plataforma a un servidor dispuesto en el Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones de la UNIZAR, excluyendo el manejo de sistemas físicos no disponibles desde sus hogares, como la electrónica del control de entorno, elementos de la sala multisensorial y ciertos servicios de la plataforma que a distancia no tenían sentido. Mediante cualquier aplicación de videoconferencia grupal, el profesor tiene contacto con los alumnos y pueden interaccionar entre ellos compartiendo pantalla y utilizando por tanto la interfaz de la plataforma. Esto ha permitido comprobar la adaptabilidad de lo desarrollado en esta plataforma demostrando que se migra rápidamente (una semana) a los cambios de soporte *hardware*.

Debido a la estandarización de las herramientas empleadas para la programación del sistema de control de la plataforma, se pudo llevar a cabo dicha migración a un soporte diferente en tan poco tiempo.

7.2.3. Conclusiones por servicios

En el servicio de control de entorno, se ha obtenido resultados positivos tanto atendiendo a la funcionalidad como a la tecnología.

- De funcionalidad: porque el alumno puede manejar el entorno de su casa, y puede entrenar la asociación de los elementos virtuales y los elementos reales y su coordinación visomotriz.
- De tecnología: con la plataforma desarrollada, desde TICO se maneja una variedad de buses y tecnologías, ampliable para que pueda comunicar con cualquier tipo de dispositivo no propietario.
- Adicionalmente, el servicio dispone de un único sistema de control sobre el entorno, y de varias interfaces diferentes e individualizables que actúan sobre él y refrescan los estados de los dispositivos que incluyen de forma dinámica. Esto permite que el profesor realice trabajos grupales configurando previamente la interfaz de cada alumno participante según su nivel de capacidad, y realizando en clase dinámicas en las que varios alumnos actúan de forma colaborativa sobre el entorno de su aula, potenciando por tanto el adiestramiento en la dimensión social. Este soporte se basa en poder realizar actividades grupales para que

el profesor utilice la herramienta tecnológica en sus propias dinámicas sociales dentro de la clase; para que los chicos aprendan a convivir, tengan más relación, marcar pautas, etc. La interacción social se realiza mediante una actividad grupal donde cada uno tiene una responsabilidad o el profesor va pasando la responsabilidad de uno a otro, con lo cual es el profesor el que regula el nivel de participación o el nivel de protagonismo de cada chico en el tema social que se quiera trabajar.

En el caso del servicio de orientación temporal, se ha desarrollado e instalado el sistema completo, listo para ser utilizado y evaluado en campo. A nivel de observación subjetiva de los profesores, este sistema cumple con lo solicitado: muestra el paso del tiempo y las tareas asociadas, aporta detalle con pictogramas por pantalla de la tarea en curso, avisa con anticipación ante cambios de actividad, y ofrece la posibilidad de diseñar y editar la agenda en formato TICO, tanto como trabajo individual como colectivo o grupal, que posteriormente se descarga en el software del servicio y regula el dispositivo físico según ha sido editado. Para los alumnos con mayor nivel cognitivo, esto permite la revisión y ajuste de los tiempos planificados y posteriormente empleados realmente para cada tarea, es decir, un adiestramiento específico en la planificación de la agenda personal.

El servicio de contención conductual ha sido reportado por los profesores como eficaz. Se ha diseñado a partir del servicio de OT. Se ha incluido la pantalla para mantener explícita la secuencia de acciones que se le propone al alumno con su esfuerzo progresivo y su recompensa, y el progresivo apagado de los elementos luminosos que apoyan la percepción del paso del tiempo y la contención a mantener por parte del alumno.

Las evidencias positivas que hemos recabado se sustentan en las observaciones y entusiasmo de los profesores que lo han utilizado, quedando pendiente la realización de una evaluación más formalizada que pruebe lo que las citadas evidencias apuntan.

El servicio de anticipación de contextos ha sido el que ha quedado en un estado de menor maduración. En su parte funcional queda por poner en uso, adaptar la intervención y tal vez la tecnología para posteriormente abordar intervenciones y evaluaciones con mayor rigor metodológico.

La parte tecnológica ha permitido combinar los dos elementos principales en que se basa este servicio:

- Por una parte, en la capacidad inmersiva de las tecnologías multimedia, principalmente visual con el uso de dos o más pantallas y también con la inmersión sonora, cuya integración ha sido directa dado lo estándar de estas funciones y de los programas utilizados.
- Por otra parte, en la integración de elementos de la sala de estimulación multisensorial y otros, que permiten una estimulación directa hacia la relajación o activación del alumno, que han sido puestas a punto en laboratorio y probadas en campo con los profesores que planeaban utilizarlas, reportando satisfacción del grado de funcionamiento y facilidad de uso.

Respecto a los otros elementos considerados que no suelen estar en salas de estimulación multisensorial, podemos mencionar la síntesis de sonidos con ritmos configurables dinámicamente, sonidos binaurales y las imágenes dinámicas con distintos grados de velocidad o frecuencia espacial, que han sido probados por separado y requieren de una fase de integración para su uso.

Además, la plataforma dispone de un servicio de entrenamiento de habilidades visuales y motoras para ser incluido como herramienta de ayuda y complemento al profesor, con el fin de entrenar el manejo del control de entorno por parte de los usuarios con problemas de coordinación visual y/o motora.

7.3. Carencias detectadas

Esta plataforma y sus potenciales beneficios se han comunicado a Servicios Sociales de la DGA, Cruz Roja Zaragoza y Departamento de Educación de Aragón. También el Departamento de Ingeniería Electrónica y Comunicaciones de la UNIZAR es conocedor del trabajo realizado. Tanto desde la UNIZAR como desde las instituciones aragonesas no se recibieron los apoyos administrativos, materiales y económicos requeridos para la difusión de esta tecnología a nivel social ni tampoco para acercar esta plataforma a las viviendas de los alumnos, habiéndolo solicitado el equipo investigador y sabiendo que, por parte del colegio, hay un buen número de alumnos preparados para su manejo y familias interesadas en su implantación.

Otra dificultad para el desarrollo ha sido no poder crear un producto propio comercial, ya que las ayudas prestadas están dedicadas a asociaciones y empresas. Esto supondría un gran desembolso económico a nivel particular para la fabricación, pruebas a las que se debe someter el desarrollo, certificaciones, homologaciones, trámites de registro y gastos administrativos. Esto ha hecho que fuera imposible el poder terminar el estudio emprendido.

Se desestimó la participación de empresas externas, debido a la dificultad de consensuar intereses de afán de lucro empresarial y la orientación del proyecto desde un principio a un fin social sin ánimo de lucro al que tuvieran acceso personas con menos recursos económicos.

7.4. Futuros trabajos

En la realización de esta tesis se observa alguna línea de investigación que podría abordarse en el futuro. La mejora continua y aumento de la calidad y fiabilidad se ha basado en la [Figura 111](#) siendo aplicada a la filosofía general durante la realización de la tesis [\[206\]](#).

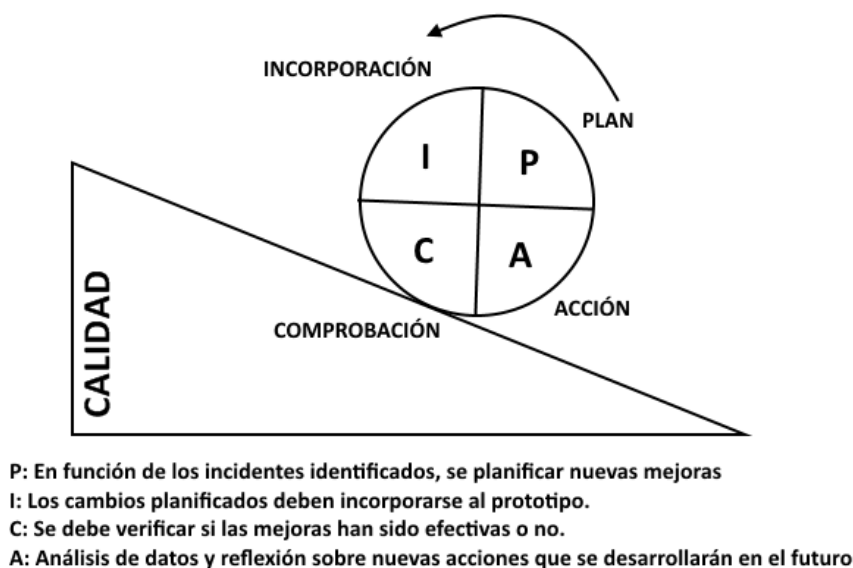


Figura 111. Representación de la mejora continua utilizada para incorporar nuevas mejoras [206].

Siguiendo la misma estructura que el apartado anterior, se dividirán los trabajos futuros por apartados.

7.4.1. Futuros trabajos por objetivos

1. Evaluar el objetivo 3 para medir el beneficio de la intervención en OT en la población elegida. Esto pondrá en evidencia si la hipótesis 3 donde se plantea que la incorporación de la tecnología para mejorar la OT es eficaz en la población de niños de educación en el sistema educativo español y aumenta su autonomía personal.
2. Valorar la hipótesis 5 para medir la mejora en la regulación emocional y su repercusión en las habilidades sociales perseguidas.
3. Ahondar en la hipótesis 2 diseñando sesiones, píldoras formativas, específicas para el entrenamiento en asociación de elementos virtuales y reales, operaciones con ellos y coordinación viso-motriz del alumno.
4. Ahondar en la dimensión social del entrenamiento en cada uno de los servicios que la incorporan, diseñar pautas de intervención específicas por servicio y evaluar la mejora potencial de su utilización.
5. Diseñar sesiones educativas específicas tanto para intervención como para evaluación:
 - De control de entorno colaborativo, por ej.: a través del “*story-telling*” participativo.
 - De planificación de la agenda y la realimentación de lo adecuado de la misma según el tiempo invertido en realidad en cada actividad y las ganas o no que les quedaban a los alumnos de continuación de la misma.
 - De sesiones de anticipación de contextos por inmersión multimedia combinadas con elementos relajantes o estimulantes.

7.4.2. Futuros trabajos en la plataforma tecnológica y servicios

1. Incorporar a la plataforma un sistema de detección de elementos de control de entorno activados. Esto es útil para saber el estado de funcionamiento de los elementos del control de entorno que están activados y no volverlos a accionar, ya que podría interferir con otra actividad que se esté realizando.
2. Incorporación de nuevas funcionalidades. Aprovechando la flexibilidad y modularidad de la plataforma, se podrían añadir nuevos controladores de manejo, módulos de monitoreo de funciones fisiológicas (pulsómetros, acelerómetros, pulseras de muñeca), nuevas prestaciones adaptándolas a cada discapacidad en particular.

3. Adaptación de la interfaz gráfica o del sonido a cada alumno en función de su discapacidad.
4. Comprobar la funcionalidad del servidor remoto para intervenciones no presenciales, implementado en el departamento, realizando sesiones de trabajo en remoto mediante sesiones de videoconferencia grupal y valorar la experiencia del teletrabajo interaccionando con los alumnos.
5. Aprovechando el servidor como plataforma, se puede incorporar el control electrónico del control de entorno, del DOT y de la sala multisensorial, para ser incorporado a cualquier ordenador personal.
6. La realización de un sistema que mantenga actualizada la versión de *software* de la plataforma. Ello permitiría realizar un auto mantenimiento de la plataforma a distancia y tener las herramientas actualizadas para incorporar nuevas funciones en la plataforma y poder actualizar la interfaz, con sólo dar a un botón. Esto facilitaría muchísimo el trabajo a personas con poco o ningún conocimiento informático.
7. Instalación y prueba de la plataforma completa en los hogares de los alumnos.
8. Aprovechando la aplicación *Telegram* se puede incluir un botón de ayuda o peligro que avise a uno o varios teléfonos de diversos cuidadores.
9. Adaptación de esta plataforma para trabajar con personas en las primeras fases de demencia y Alzheimer.
10. Trabajar con el DOT en niños sin discapacidad o personas adultas la planificación y gestión del tiempo en las tareas para conseguir un mejor rendimiento. Se podría estudiar el antes y después para comprobar sus déficits iniciales, establecer correcciones y verificar los avances.
11. Con respecto a la sala multisensorial, se pueden aprovechar las características de manejo de luces y sonido para aplicarlos a los ritmos circadianos trasladando a los usuarios a estados óptimos de aprendizaje y relajación.
12. Asociando por ejemplo colores con ritmo, en la agenda se podría añadir la información del ritmo planificado en cada tiempo o tarea, sólo con poner una bandera de un color antes de cada actividad.

7.5. Resumen del capítulo

En este capítulo se ha expuesto la motivación y el objetivo de esta tesis, identificando las necesidades a cubrir y concluyendo la no existencia de un sistema similar que se ajuste a esas necesidades. Se ha realizado un breve recorrido histórico por las fases que constituyeron el estudio, desarrollo, montaje y puesta en marcha de la plataforma. También se describe algunos de los rasgos más destacables de ella.

Se detallan las conclusiones para cada uno de los servicios implementados: control de entorno, orientación temporal, contención conductual y anticipación de contextos.

Se exponen las carencias y dificultades encontradas para crear un producto comercial, apoyar la fabricación, la difusión de esta tecnología a nivel social y para el acercamiento de esta plataforma a las viviendas de los alumnos y a la sociedad en general.

Finalmente, se exponen varias líneas de trabajo futuro en la plataforma tecnológica y de servicios desarrollada.

Referencias bibliográficas

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] «AraSuite download | SourceForge.net». [En línea]. Disponible en: <https://sourceforge.net/projects/arasuite/>. [Accedido: 28-nov-2020].
- [2] Organización Mundial de la Salud, «Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud: CIF». OMS, Ginebra, 2001.
- [3] M. Cuenot, «Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud», *EMC - Kinesiterapia - Med. Física*, vol. 39, n.º 1, pp. 1-6, feb. 2018.
- [4] G. Janeslätt, «Validity in assessing time processing ability, test equating of KaTid-Child and KaTid-Youth», *Child. Care. Health Dev.*, vol. 38, n.º 3, pp. 371-378, may 2012.
- [5] Hernando Adame Morales. Zitta Edelmira Zapata Suárez, «Caracterización de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en la educación especial», (TFG), Universidad Santo Tomás, Coveñas - Sucre, 2016.
- [6] S. P. Navarro, B. Rosa, y O. Lopez De Arechavaleta, «Educación Especial, Nuevas Tecnologías y Aprendizaje Musical Logic versus heuristic reasoning and social judgment. Social and educational implications View project», *Rev. electrónica en Ciencias Soc. y Humanidades Apoyadas por Tecnol.*, vol. 3, n.º 2, pp. 23-23, 2014.
- [7] M. Rodríguez Correa y M. J. Arroyo González, «Las TIC al servicio de la inclusión educativa», *Digit. Educ. Rev.*, vol. 25, n.º 1, pp. 108-126, 2014.
- [8] C. Coll y C. Monereo, *Psicología de la educación virtual. Aprender y enseñar con las Tecnologías de la Información y la Comunicación*. Madrid: Ediciones Morata S.L, 2008.
- [9] Ana María Galindo Marín, «Usos De Las Tic Como Herramientas Cognitivas En Los Procesos De Enseñanza Y aprendizaje En Una Secuencia Didáctica del Área De Lengua Castellana En La Ie Suroriental De Pereira: Un Acercamiento Constructivista», (TFG), Universidad Tecnológica de Pereira, Pereira, 2017.

- [10] Á. M. Beltrán Rodríguez, «Una mirada a las tecnologías de apoyo o tecnologías adaptativas, aplicadas a la educación inclusiva en el sistema educativo de personas en condición de discapacidad. Monografía», (TFG), Universidad Nacional abierta y distancia (UNAD), Chía, 2017.
- [11] J. A. Ferreyra, A. Méndez, y M. A. Rodrigo, «El uso de las TIC en la Educación Especial: Descripción de un Sistema Informático para Niños Discapacitados Visuales en Etapa Preescolar», *Rev. Iberoamericana Technol. en Educ. y Educ. en Technol.*, vol. 1, n.º 3, pp. 55-62, 2009.
- [12] D. Luque Parra y R. Infante, «Necesidades técnicas del alumnado con discapacidad en la Universidad de Málaga», *Rev. Nac. e Int. Educ. Inclusiva*, vol. 12, n.º 2, p. 8, 2019.
- [13] «Diagnostic Criteria for Intellectual Disability», *The American Association On Intellectual And Developmental Disabilities (AAIDD)*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.mentalhelp.net/intellectual-disorders/aaidd-diagnostic-criteria-for-intellectual-disability/>. [Accedido: 17-feb-2020].
- [14] J. L. Prefasi Gomar, Salva; Magal Royo, Teresa; Garde, Francisco; Giménez López, «Tecnologías de la información y de la comunicación orientadas a la educación de personas con discapacidad cognitiva», *Rev. Latinoam. Technol. Educ.*, vol. 9, n.º 2, pp. 107-124, 2010.
- [15] Observatorio Estatal de la Discapacidad, «La Accesibilidad Cognitiva en España: estado de situación», *Repositorio Iberoamericano sobre discapacidad*, 2016. [En línea]. Disponible en: <http://riberdis.cedd.net/handle/11181/4955>. [Accedido: 13-feb-2020].
- [16] J. Peral-López, «Accesibilidad universal y territorio. TIC y accesibilidad cognitiva», *Prism. Soc. Rev. Investig. Soc.*, vol. 26, pp. 1-26, 2019.
- [17] M. L. Guenaga, A. Barbier, y A. Eguíluz, «La accesibilidad y las tecnologías en la información y la comunicación», *Trans. Rev. traductología*, n.º 11, pp. 155-169, 2007.

- [18] W3C, «Pautas de accesibilidad del contenido en la Web 2.1», *Universidad de Alicante*, 2018. [En línea]. Disponible en: <http://accesibilidadweb.dlsi.ua.es/?menu=wcag-2.1>. [Accedido: 23-may-2020].
- [19] Irene_Burn, «Las normas en ergonomía de software - CCM», *CCM*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://es.ccm.net/faq/1632-las-normas-en-ergonomia-de-software#iso-ts-16071-la-accesibilidad-a-interfaces>. [Accedido: 23-may-2020].
- [20] AENOR, «Comité CTN 139/SC 8 SISTEMAS Y DISPOSITIVOS PARA LA TERCERA EDAD Y LA...», *Normalización Española UNE*, 2018. [En línea]. Disponible en: [https://www.une.org/encuentra-tu-norma/comites-tecnicos-de-normalizacion/comite/?c=CTN 139/SC 8](https://www.une.org/encuentra-tu-norma/comites-tecnicos-de-normalizacion/comite/?c=CTN%20139/SC%208). [Accedido: 23-may-2020].
- [21] L. Pérez-Castilla Álvarez, M. Sebastián Herranz, D. Abril Abadín, y C. I. Delgado Santos, «Tecnología de apoyo y accesibilidad cognitiva: de la autonomía a la participación», *Tecnol. y Comun. IMSERSO*, p. 159, 2016.
- [22] D. Luque Parra y G. Rodríguez Infante, «Tecnología de la Información y Comunicación aplicada al alumnado con discapacidad: un acercamiento docente», *Rev. Iberoam. Educ.*, vol. 49, n.º 3, p. 3, abr. 2009.
- [23] M. E. Lázaro Jiménez, «“El uso de las TIC (Tecnologías de la información y la comunicación) para los jóvenes con discapacidad”», 2015.
- [24] D. Roberts-Yates, Christine; Silvera-Tawil, «Better Education Opportunities for Students with Autism and Intellectual Disabilities through Digital Technology», *Int. J. Spec. Educ.*, vol. 34, n.º 1, pp. 197-210, 2019.
- [25] R. Sánchez Montoya, «Discapacidad: hacia las TIC invisibles», *Creática y Fundación FREE Iberoamericana para la Cooperación en Educación Especial y Tecnologías Adaptativas*. Universidad de Cádiz, Cadiz, p. 6.

- [26] P. M. Sanz, Cecilia; Moralejo, Lucrecia; Artola, Verónica; Salazar Mesía, Natalí; Guisen, Andrea; Baldassarri, Sandra; Manresa Yee, Cristina; Pesado, *Paradigmas de interacción persona-ordenador en el ámbito de la educación y la educación especial: avances del proyecto y resultados*. La Plata: Universidad Nacional de La Plata, 2016.
- [27] S. Baldassarri, C. Ortea Suárez, y E. Cerezo, «Evaluación de diferentes paradigmas de interacción con niños de educación especial», (TFM), Universidad de Zaragoza, 2011.
- [28] C. Coll, P. F. Berrocal, y M. M. Zabala, *La interacción social en contextos educativos*. Madrid: Siglo XXI de España Editores, S.A, 1995.
- [29] M. Terrazas Acedo, S. Sánchez Herrera, y M. Becerra Traver, «Las TIC como herramienta de apoyo para personas con Trastorno del Espectro Autista (TEA)», *Rev. Educ. Inclusiva*, vol. 9, n.º 2, pp. 102-136, 2016.
- [30] Y. De La Fuente Robles y J. Hernández-Galán, «Las tecnologías de la información y la comunicación como entorno de convergencia tecnológica: El design thinking aplicado a la discapacidad intelectual», *Rev. Int. Sociol.*, vol. 72, n.º EXTRA 1, pp. 93-112, 2014.
- [31] J. J. Meilán García, V. M. Salgado Vez, J. M. Arana Martínez, J. Carro, y C. Jenaro Río, «Entrenamiento cognitivo y mejora de la memoria prospectiva en jóvenes con retraso mental leve», *Rev. Investig. Educ.*, vol. 26, n.º 1, pp. 227-245, 2008.
- [32] M. E. M.-F. Macarena Pazos González, Manuela Raposo-Rivas, «Las TIC en la educación de las personas con Síndrome de Down: un estudio bibliométrico | Pazos González | Virtualidad, Educación y Ciencia», *Virtualidad, Educ. y Cienc.*, vol. 6, nº 11, pp. 1-20, 2015.
- [33] M. de los Á. C. Brenes, «La tecnología asistiva como disciplina para la atención pedagógica de personas con discapacidad intelectual», *Rev. Electrónica "Actualidades Investig. en Educ."*, vol. 12, nº2, pp. 1-27, 2012.
- [34] Y. Gómez, Luz Stella. Londoño, «Las TIC en la enseñanza y el aprendizaje en escenarios de comunicación bimodal en el programa de Medicina de la Universidad Tecnológica de Pereira», (TFM) Universidad Tecnológica de Pereira, 2012.

- [35] J. Batanero, «Investigación sobre las TIC aplicadas a personas con discapacidad. Formación inicial del profesorado de Educación Primaria», *Int. J. Educ. Res. Innov.*, n.º 9, pp. 251-264, 2018.
- [36] B. Gros, «La educación más allá de la escuela», *Aprendizaje y educación en la sociedad digital*, 2013. [En línea]. Disponible en:
https://www.academia.edu/5255281/La_educación_más_allá_de_la_escuela.
 [Accedido: 20-feb-2020].
- [37] C. Bouck, Emily C.; Maher, «Special Education for Young Learners with Intellectual Disabilities», *Adv. Spec. Educ.*, vol. 34, pp. 55-71, 2019.
- [38] E. C. Bouck y C. Maher, «Special education for young learners with intellectual disabilities», *Adv. Spec. Educ.*, vol. 34, pp. 55-71, 2019.
- [39] B. M. Gómez y R. G. Ibáñez, «Estrés y estrategias de afrontamiento en personas con discapacidad intelectual: Revisión sistemática», *Ansiedad y Estrés*, vol. 23, n.º 1. Sociedad Española para el Estudio de la Ansiedad y el Estrés, pp. 38-44, 01-ene-2017.
- [40] Diana Marina Carrizalez Gonzalez, «Estrategias para desarrollar las habilidades sociales de un alumno con discapacidad intelectual integrado a una escuela regular con servicio de usaer», (TFM), Benemérita y Centenaria Escuela Normal del Estado de San Luís Potosí, 2019.
- [41] S. R. Pernia y P. O. Rueda, «Los centros de educación especial como centros de recursos en el marco de una escuela inclusiva. Reseña para un debate», *Profr. Rev. Curric. y Form. del Profr.*, vol. 20, n.º 1, pp. 323-339, 2016.
- [42] I. V. Valdés, D. M. Fernández, y S. G. Iglesias, «Reflexiones sobre la comunicación y la interacción social en el escolar con retraso mental», *Mendive. Rev. Educ.*, vol. 13, n.º 1, pp. 40-46, 2014.
- [43] M. P. i D. Gemma Díaz Garolera, *Diseño y aplicación de un programa para mejorar las relaciones sociales de personas con discapacidad intelectual*. Oviedo: Universidad de Oviedo, 2017.

- [44] V. E. Roque Campos, «El uso de las TIC en la educación primaria Estrategias para favorecer el lenguaje en alumnos con discapacidad a través de los procesos cognitivos básicos.», (TFM), Benemérita y Centenaria Escuela Normal del Estado de San Luis Potosí, 2019.
- [45] N. L. Palacios Navarro, «Experiencia directa y ayudas físicas y verbales para desarrollar habilidades de interacción social en estudiantes de primaria con discapacidad intelectual y trastorno del espectro autista.», (Tesis) Instituto Pedagógico Nacional Monterrico, Lima, 2018.
- [46] D. C. Cabrera García, Victoria Eugenia ; Lizarazo Sandoval, Flor Alba; Medina Casallas, «Necesidades de relaciones sociales de niños y niñas con discapacidad intelectual en la familia y en la escuela», *Educ. y Desarro. Soc.*, vol. 10, n.º 2, pp. 86-101, 2016.
- [47] E. A. Díaz Díaz, «Desarrollo de las habilidades sociales en los estudiantes con discapacidad intelectual», *Rev. Varela*, vol. 18, n.º 50, pp. 128-140, 2018.
- [48] E. M. Simón Mateo, «Educación emocional y habilidades sociales con alumnos con necesidades educativas especiales: propuesta de intervención», (TFG) Universidad de Valladolid. Escuela Universitaria de Educación (Palencia), 2012.
- [49] D. F. J. del R. William Ricardo Rodríguez Dueñas, Gloria Marina Del Río Mantilla, «Innovación tecnológica de un aula multisensorial para discapacidad con herramientas informáticas libres», *Areté*, n.º 14, pp. 109-119, 2014.
- [50] M. del Gómez Gómez y Carmen, *Aulas Multisensoriales en Educación Especial*, 1.ª ed. Vigo: Ideaspropias, 2009.
- [51] Alfonso LÁZARO, Silvia BLASCO, y Ana LAGRANJA, «La integración sensorial en el aula multisensorial y de relajación: estudio de dos casos», *Rev. Electrónica Interuniv. Form. del Profr.*, vol. 13, n.º 4, 2010.

- [52] C. Marylin Figueroa Cruz, C. Gretel Vázquez Zubizarreta, y M. Alfredo Campoverde Molina, «Software educativo para el desarrollo de habilidades de la conducta adaptativa en personas con discapacidad intelectual», *Rev. Científico-Metodológica VARONA*, n.º 61, pp. 1-12, 2015.
- [53] L. Martín García, «Habilidades sociales y ocio en jóvenes con discapacidad intelectual», (TFM) Universidad de Valladolid, Valladolid, 2019.
- [54] S. Mota Rodríguez, «Programa de entrenamiento en habilidades sociales con alumnos con discapacidad psíquica», (TFG) Universidad de Valladolid, Valladolid, 2012.
- [55] Cáderno Vázquez Josefa, «La interacción social de las personas con discapacidad intelectual en centros educativos», *Rev. innovación y Exp. Educ.*, n.º 16, pp. 1-6, 2008.
- [56] José Manuel Marcos Rodrigo y D. R. Corral, «ARASAAC aula abierta», *ARASACC*. [En línea]. Disponible en: <http://aulaabierta.arasaac.org/>.
- [57] Balandin Susan, «Message from the president», *ISAAC Bull.*, n.º 67, p. 2, 2002.
- [58] Wikipedia Contributors, «Comunicación alternativa y aumentativa - Wikipedia, la enciclopedia libre», *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2020. [En línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Comunicación_alternativa_y_aumentativa. [Accedido: 24-feb-2020].
- [59] Laura Palazuelo Amez, «Charla informativa sobre comunicación alternativa y aumentativa», *Centro de Referencia Estatal*, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=Kadp0pjx8c>. [Accedido: 24-feb-2020].
- [60] M. Nazareno Mina, «Sonido y voz cantada, comunicación para niños con alteraciones del habla, en el Instituto de Apoyo, Capacitación e Investigación Sensorium - Quito», (TFG) Universidad Pontificia Católica del Ecuador, Quito, 2019.
- [61] D. Abril Abadín, C. Delgado Santos, y V. Ángela, «Comunicación Aumentativa y Alternativa. Guía de referencia», *CEAPAT*, vol. 3, n.º 2, pp. 6-12, 2009.

- [62] S. Fernandez Albuerne y M. J. Pino González, «Sistemas de comunicación alternativa», en *Apoyo a la comunicación*, 1ª ed., McGraw-Hill Interamericana de España S.L., Ed. 2013, pp. 68-81.
- [63] J. M. Marcos, D. Romero, J. D. Burró, y L. M. Morillas, «ARASAAC: Catálogo de Pictogramas en Color», ARASAAC, 2020. [En línea]. Disponible en: http://www.arasaac.org/pictogramas_color.php. [Accedido: 12-feb-2020].
- [64] TecnoAccesible, «Accesibilidad y tecnologías de apoyo», *Tecnodiscap*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.tecnoaccesible.net/tecnologia>. [Accedido: 24-feb-2020].
- [65] M. Mazzeo Concetta, «Los mejores sistemas aumentativos y alternativos de comunicación», *Psicologos Infantiles Madrid | Centro de Psicología Madrid (PSISE)*, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://psisemadrid.org/los-sistemas-aumentativos-y-alternativos-de-comunicacion-saac/>. [Accedido: 24-feb-2020].
- [66] G. V. Perez Reyes, Y. M. Carvajal Villamizar, y L. M. Guio Matheus, «Aplicación de herramientas de la comunicación y sistemas de comunicación en el lenguaje», *Rev. Científica Signos Fónicos*, vol. 3, n.º 2, jul. 2018.
- [67] M. F. Díaz Delgado, «Implementación de sistemas alternativos y aumentativos de comunicación a niños con trastorno del espectro autista del nivel inicial de la Unidad Educativa Especial Agustín Cueva Tamariz», (TFM) Universidad del Azuay, Cuenca - Ecuador, 2019.
- [68] M. Fried-Oken y M. Granlund, «AAC and ICF: A good fit to emphasize outcomes», *Augment. Altern. Commun.*, vol. 28, n.º 1, pp. 1-2, 2012.
- [69] K. Fried-Oken M, Beukelman D, Hux, «Current and Future AAC Research Considerations for Adults with Acquired Cognitive and Communication Impairments», *Assist. Technol.*, vol. 24, n.º 1, pp. 56-66, 2012.
- [70] M. Fried-Oken *et al.*, «AAC to support conversation in persons with moderate Alzheimer's disease», *Augment. Altern. Commun.*, vol. 28, n.º 4, pp. 219-231, dic. 2012.

- [71] P. Barría, F. Gonzalez, V. Barrientos, y A. Moris, «Estudio de validación de los sistemas Press & Say TAB y PRO en población pediátrica y adulta con alteraciones en las funciones comunicativas», *Centros de Rehabilitación Club de Leones Cruz del Sur*. Punta Arenas, Chile, pp. 1-66, 2019.
- [72] C. Ileana Vargas y G. R. Romero, «Aprendizaje por resolución de problemas en la cátedra de Administración Gerencial de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la Facultad Regional Resistencia de la Universidad Tecnológica Nacional», *XIII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*. pp. 251-260, 2018.
- [73] D. R. . Beukelman y P. Mirenda, *Augmentative and alternative communication: Supporting children and adults with complex communication needs*, 3.^a ed. Brookes Publishing Company, 2005.
- [74] C. Goossens, «Aided Communication Intervention Before Assessment: A Case Study of a Child with Cerebral Palsy», *Augment. Altern. Commun.*, vol. 5, n.º 1, pp. 14-26, 1989.
- [75] C. Harding, G. Lindsay, A. O'Brien, L. Dipper, y J. Wright, «Implementing AAC with children with profound and multiple learning disabilities: A study in rationale underpinning intervention», *J. Res. Spec. Educ. Needs*, vol. 11, n.º 2, pp. 120-129, jun. 2010.
- [76] C. Rowland y P. Schweigert, «Tangible Symbols: Symbolic Communication for Individuals with Multisensory Impairments», *Augment. Altern. Commun.*, vol. 5, n.º 4, pp. 226-234, ene. 1989.
- [77] P. Schweigert y C. Rowland, «Early Communication and Microtechnology: Instructional Sequence and Case Studies of Children with Severe Multiple Disabilities», *Augment. Altern. Commun.*, vol. 8, n.º 4, pp. 273-286, ene. 1992.
- [78] Antonio, A. I. Díaz Escobar Díaz, y V. Nistal Anta, *Ánálisis de aplicaciones para niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA)*. Madrid: Editorial DYKINSON, S.L, 2019.

- [79] S. Johnston, C. Nelson, J. Evans, y K. Palazolo, «The use of visual supports in teaching young children with autism spectrum disorder to initiate interactions», *AAC Augment. Altern. Commun.*, vol. 19, n.º 2, pp. 86-103, jun. 2003.
- [80] D. Nunes y M. F. Hanline, «Enhancing the Alternative and Augmentative Communication Use of a Child with Autism through a Parent-implemented Naturalistic Intervention», *Int. J. Disabil. Dev. Educ.*, vol. 54, n.º 2, pp. 177-197, jun. 2007.
- [81] R. A. Sevcik, M. A. Ronski, y L. Adamson, «Research directions in augmentative and alternative communication for preschool children», *Disability and Rehabilitation*, vol. 26, n.º 21-22. pp. 1323-1329, 04-nov-2004.
- [82] J. Stephenson, «The effect of color on the recognition and use of line drawings by children with severe intellectual disabilities», *CAA Augment. Altern. Commun.*, vol. 23, n.º 1, pp. 44-55, ene. 2007.
- [83] O. M. et al Van der Meer L, Sigafoos J, «Assessing preferences for AAC options in communication interventions for individuals with developmental disabilities: A review of the literature», *Res. Dev. Disabil.* 32, pp. 1422-1431, 2011.
- [84] R. Ramos Carballo, «Accesibilidad cognitiva y de la comunicación en el marco de una acción formativa», (TFG) Universidad de la Laguna. Santa Cruz de Tenerife. España, 2019.
- [85] M. Calleja-Reina, «Intervención con sistemas de CAA de alto nivel tecnológico atendiendo al perfil comunicativo del usuario». I Congreso Internacional de Educación e Intervención: Psicoeducativa, Familiar y Social, LAS Palmas de Gran Canaria (España), 2019.
- [86] M. Flores *et al.*, «A Comparison of Communication Using the Apple iPad and a Picture-based System», *Augment. Altern. Commun.*, vol. 28, n.º 2, pp. 74-84, jun. 2012.

- [87] M. Calleja, J. M. Rodríguez-Santos, y E. Gabau, «La comunicación aumentativa y alternativa para hacer frente a las necesidades de comunicación en usuarios de bajo perfil cognitivo», en *Disability and communication: scientific analysis, total communication, ICT tools and case studies*, McGraw-Hill, 2018, p. pp.163-176.
- [88] ARASAAC, «AraSuite: Cómo Descargar AraWord Gratis - Pictogramas para Enseñar», 2016. [En línea]. Disponible en: http://arasuite.proyectotico.es/index.php?title=Página_principal. [Accedido: 30-ene-2020].
- [89] D. W. communication paradigm . Boudet, J.F.; Vaquerizo, E.; Casas, R.; Marco, A.; Roy, A.; Garrido, B.; Damant, J.; Fagerberg, G.; Skehan, T.; Simsik, «Communication promotion in elderly population with daily environment, community services and people», en . *In Proceedings of the 14th Biennial Conference of the International Society for Augmentative and Alternative Communication (ISAAC)*.
- [90] J. Blanco, T.; Casas, R.;Marco, A.; Asensio, A.; Blasco, R.; Segura, J.;Moranchel, J.; Falcó, «La promoción de la comunicación en CEES desde la tecnología», en *In Proceedings of the 14th Biennial Conference of the International Society for Augmentative and Alternative Communication (ISAAC)*.
- [91] M. Weiser, «The computer for the twenty-first century», *Sci. Am*, vol. 3, pp. 94-104, 1991.
- [92] J. Abascal, J.; Sevillano, J.L.; Civit, A.; Jiménez, G.; Falcó, «Integration of heterogeneous networks to support the application of Ambient Intelligence in assistive environments», en *In Home-Oriented Informatics ad Telematics, Proceedings of the IFIP WG 9.3 HOIT2005 Conference; Sloane, A, 2005*, pp. 323-335.
- [93] G. M. . Byrne, C.; Collier, R.; O’Grady, M.; O’Hare, «User Interface Design for Ambient Assisted Living Systems», en *In Proceedings of the Distributed, Ambient and Pervasive Interactions 4th International Conference, DAPI 2016 Held as Part of HCI International 2016*, 2016.

- [94] M. Mulvenna *et al.*, «Visualization of data for ambient assisted living services», *IEEE Commun. Mag.*, vol. 49, n.º 1, pp. 110-117, ene. 2011.
- [95] W. Buxton, «Integrating the periphery and context: a new model of telematics», *Proc. Graph. Interface '95*, pp. 239–246, 1995.
- [96] F. Gullà, L. Cavalieri, S. Ceccacci, M. Germani, y R. Bevilacqua, «Method to Design Adaptable and Adaptive User Interfaces», en *Communications in Computer and Information Science*, vol. 528, Switzerland: Springer International Publishing, 2015, pp. 19-24.
- [97] M. Smirek, L.; Zimmermann, G.; Beigl, «Just as smart home or your smart home -A framework for personalized user interfaces based on eclipse smart home and universal remote console», *Procedia Comput. Sci.*, vol. 98, pp. 107–116, 2016.
- [98] V. Miori, D. Russo, y C. Concordia, «Meeting People's Needs in a Fully Interoperable Domotic Environment», *Sensors*, vol. 12, n.º 6, pp. 6802-6824, may 2012.
- [99] N. Gámez, J. Cubo, L. Fuentes, y E. Pimentel, «Configuring a Context-Aware Middleware for Wireless Sensor Networks», *Sensors*, vol. 12, n.º 7, pp. 8544-8570, jun. 2012.
- [100] S. Kartakis, V. Sakkalis, P. Tournakis, G. Zacharioudakis, y C. Stephanidis, «Enhancing Health Care Delivery through Ambient Intelligence Applications», *Sensors*, vol. 12, n.º 9, pp. 11435-11450, ago. 2012.
- [101] J. C. Alvarez, D. Alvarez, A. López, y R. C. González, «Pedestrian Navigation Based on a Waist-Worn Inertial Sensor», *Sensors*, vol. 12, n.º 8, pp. 10536-10549, ago. 2012.
- [102] A. Coronato, «Uranus: A Middleware Architecture for Dependable AAL and Vital Signs Monitoring Applications», *Sensors*, vol. 12, n.º 3, pp. 3145-3161, mar. 2012.
- [103] A. Muñoz, E. Serrano, A. Villa, M. Valdés, y J. A. Botía, «An Approach for Representing Sensor Data to Validate Alerts in Ambient Assisted Living», *Sensors*, vol. 12, n.º 5, pp. 6282-6306, may 2012.

- [104] E. Stav, S. Walderhaug, M. Mikalsen, S. Hanke, y I. Benc, «Development and evaluation of SOA-based AAL services in real-life environments: A case study and lessons learned», *Int. J. Med. Inform.*, vol. 82, n.º 11, pp. e269-e293, nov. 2013.
- [105] V. Alves, N. Niu, C. Alves, y G. Valença, «Requirements engineering for software product lines: A systematic literature review», *Inf. Softw. Technol.*, vol. 52, n.º 8, pp. 806-820, ago. 2010.
- [106] A. I. Martins, A. Queirós, M. Cerqueira, N. Rocha, y A. Teixeira, «The International Classification of Functioning, Disability and Health as a Conceptual Model for the Evaluation of Environmental Factors», *Procedia Comput. Sci.*, vol. 14, pp. 293-300, 2012.
- [107] universAAL IoT, «The open source platform that enables seamless interoperability of devices, services and applications», *universAAL IoT*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.universaal.info/>. [Accedido: 30-ene-2020].
- [108] L. R. Mosmondor M., Marinc A., Ibañez G., Boos H., Zentek T., Owda Z., «Universal Open Architecture and Platform for Ambient Assisted Living», en *D6.1-E: Training Plan and Training Material.*, 2011.
- [109] S. Hanke *et al.*, «universAAL – An Open and Consolidated AAL Platform», en *Ambient Assisted Living*, Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp. 127-140.
- [110] D. Simsik, A. Galajdova, D. Siman, M. Andrasova, S. Krajnak, y D. Onofrejova, «MonAMI platform, trials and results», en *2012 IEEE 10th International Symposium on Applied Machine Intelligence and Informatics (SAMi)*, 2012, vol. 17, pp. 325-328.
- [111] M. Šimšík, D.; Galajdová, A.; Siman, D.; Andrášová, «First experience of implementation of social services based on ICT in Slovakia», *Eur. J. Phys. Rehabil. Med.*, vol. 47, pp. 33-34, 2011.
- [112] G. Fagerberg *et al.*, «Platforms for AAL Applications», en *Eds.; Springer*, vol. 6446, Heidelberg, Germany, 2010, pp. 177-201.

- [113] T. Kleinberger, A. Jedlitschka, H. Storf, S. Steinbach-Nordmann, y S. Prueckner, «An Approach to and Evaluations of Assisted Living Systems Using Ambient Intelligence for Emergency Monitoring and Prevention», en *Springer*, vol. 5615, Heidelberg, Germany: Springer, 2009, pp. 199-208.
- [114] S. Müller y A. J. Sixsmith, «User requirements for ambient assisted living: results of the soprano project», *Gerontechnology*, vol. 7, n.º 2, abr. 2008.
- [115] A. Sixsmith *et al.*, «SOPRANO – An Ambient Assisted Living System for Supporting Older People at Home», en *LNCS; Mokhtari, M., Khalil, I. Bauchet, J., Zhang, D., Nugent, C., Eds Springer*, vol. 5597, Heidelberg, Germany: Springer, 2009, pp. 233-236.
- [116] M. Wolf, P.; Schmidt, A.; Klein, «SOPRANO-an extensible, open AAL platform for elderly people based on semantical contracts», en *In Proceedings of the 3rd Workshop on Artificial Intelligence Techniques for Ambient Intelligence (AITAmI 2008), 18th European Conference on Artificial Intelligence (ECAI 2008)*, Patras, Greece, 2008.
- [117] M.-R. Tazari, F. Furfari, J.-P. L. Ramos, y E. Ferro, «The PERSONA Service Platform for AAL Spaces», en *Handbook of Ambient Intelligence and Smart Environments*, Boston, MA: Springer US, 2010, pp. 1171-1199.
- [118] M. Amoretti, S. Copelli, F. Wientapper, F. Furfari, S. Lenzi, y S. Chessa, «Sensor data fusion for activity monitoring in the PERSONA ambient assisted living project», *J. Ambient Intell. Humaniz. Comput.*, vol. 4, n.º 1, pp. 67-84, feb. 2013.
- [119] N. Tu *et al.*, «Combine Qualitative and Quantitative Methods to Create Persona», en *2010 3rd International Conference on Information Management, Innovation Management and Industrial Engineering*, 2010, pp. 597-603.
- [120] P. AMIGO, «Ambient Intelligence for the networked home environment», *Resultados de investigaciones de la UE*, 2008. [En línea]. Disponible en: <https://cordis.europa.eu/project/id/004182/es>. [Accedido: 30-ene-2020].
- [121] E. Bekiaris y S. Bonfiglio, «The OASIS Concept», *LNCS; Stephanidis., Ed.; Springer*, vol. 5614, pp. 202-209, 2009.

- [122] P. Biswas *et al.*, «An Interoperable and Inclusive User Modeling Concept for Simulation and Adaptation», en *In Proceedings of the 20th Conference on User Modeling, Adaptation, and Personalization*, 2013, pp. 195-236.
- [123] C. Fernandez-Llatas *et al.*, «Ambient assisted living spaces validation by services and devices simulation», en *2011 Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society*, 2011, pp. 1785-1788.
- [124] J. Mavrommati, I.; Darzentas, «An overview of Aml from a user centered design perspective», *In Proceedings of the 2nd IET International Conference on Intelligent Environments*. Athens, Greece, pp. 81–88, 2006.
- [125] A. Whitmore, A. Agarwal, y L. Da Xu, «The Internet of Things—A survey of topics and trends», *Inf. Syst. Front.*, vol. 17, n.º 2, pp. 261-274, abr. 2015.
- [126] S. Solaimani, W. Keijzer-Broers, y H. Bouwman, «What we do – and don't – know about the Smart Home: An analysis of the Smart Home literature», *Indoor Built Environ.*, vol. 24, n.º 3, pp. 370-383, may 2015.
- [127] M. Chan, D. Estève, C. Escriba, y E. Campo, «A review of smart homes—Present state and future challenges», *Comput. Methods Programs Biomed.*, vol. 91, n.º 1, pp. 55-81, jul. 2008.
- [128] G. Janeslätt, *Time for time : Assessment of time processing ability and daily time management in children with and without disabilities*. Stockholm, Sweden: Karolinska, Institutet. Department of Neurobiology, Care Sciences and Society, 2009.
- [129] G. Janeslätt, M. Granlund, y A. Kottorp, «Measurement of time processing ability and daily time management in children with disabilities», *Disabil. Health J.*, vol. 2, n.º 1, pp. 15-19, ene. 2009.
- [130] T. Fernández Turrado, L. F. Pascual Millán, I. Aguilar Palacio, P. A. Burriel Roselló, L. Santolaria Martínez, y C. Pérez Lázaro, «Orientación en el tiempo y deterioro cognitivo», *Rev. Neurol.*, vol. 52, n.º 06, p. 341, 2011.

- [131] V.-F. Pierre y U. Jean-Claude, «A Cross-Cultural Comparison of Individual Time Orientations», en *In Proceedings of the 1993 World Marketing Congress. Developments in Marketing Science; Sirgy, M., Bahn, K., Erem, T., Cham, Switzerland: Springer, 2015*, pp. 257-261.
- [132] H. Difabio de Anglat, S. M. Vázquez, y M. Noriega Biggio, «Orientación temporal y metas vitales en estudiantes argentinos», *Rev. Psicol.*, vol. 36, n.º 2, pp. 661-700, 2018.
- [133] M. Wittmann y A. Sircova, «Dispositional orientation to the present and future and its role in pro-environmental behavior and sustainability», *Heliyon*, vol. 4, n.º 10, p. e00882, oct. 2018.
- [134] H. Salmerón Pérez, C. Gutiérrez Braojos, y S. Rodríguez Fernández, «The relationship of gender, time orientation, and achieving self-regulated learning», *Rev. Investig. Educ.*, vol. 35, n.º 2, p. 353, jul. 2017.
- [135] J. Castellà, G. Minguell, A. Muro, C. Sotoca, y S. Estaún, «Intervention based on Temporal Orientation to reduce alcohol consumption and enhance risk perception in adolescence», *Quad. Psicol.*, vol. 20, n.º 1, p. 53, abr. 2018.
- [136] S. J. Maglio y Y. Trope, «Temporal orientation», *Curr. Opin. Psychol.*, vol. 26, pp. 62-66, abr. 2019.
- [137] E. Romero, M.; Barberà, «Identificación de las dificultades de regulación del tiempo de los estudiantes universitarios en formación a distancia.», *Rev. Educ. a Distancia*, vol. 38, 2013.
- [138] A. . Ojeda, F.J.R.; Moyeda, I.X.G.; Velasco, «Time Orientation, self-regulation and attainment of learning in academic efficiency in university students», *Electron. J. Psychol. Iztacala*, p. 20, 2011.
- [139] A. Svensk, «Design for Cognitive Assistance», (Thesis) Lund University, Lund, Sweden, 2001.

- [140] A. Magnusson, C.; Svensk, «A research method using technology as a language for describing the needs both of people with intellectual disabilities and people with brain injuries», en *the 2nd European Conference on the Advancement of Rehabilitation Technology (ECART 2)*, 1993.
- [141] CERTEC Home, «Center for Rehabilitation Engineering Research Lund Institute of Technology». [En línea]. Disponible en: <http://www.certec.lth.se/english/>. [Accedido: 30-ene-2020].
- [142] Web site of Abilia, «Developing Assistive Technology for People with Cognitive Disabilities Based on Their Cognitive Abilities», *Abilia Home Page*. [En línea]. Disponible en: <https://www.abilia.com/en>. [Accedido: 30-ene-2020].
- [143] D. A. González Ordóñez, «Desarrollo de un planificador visual interactivo para niños con discapacidad cognitiva en clases de educación especial», (TFG) Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Informática, 2018.
- [144] E. Frank Lopresti, A. Mihailidis, y N. Kirsch, «Assistive technology for cognitive rehabilitation: State of the art», *Neuropsychol. Rehabil.*, vol. 14, n.º 1-2, pp. 5-39, mar. 2004.
- [145] G. Janeslätt, A. Kottorp, y M. Granlund, «Evaluating intervention using time aids in children with disabilities», *Scand. J. Occup. Ther.*, vol. 21, n.º 3, pp. 181-190, may 2014.
- [146] G. Arvidsson y H. Jonsson, «The impact of time aids on independence and autonomy in adults with developmental disabilities», *Occup. Ther. Int.*, vol. 13, n.º 3, pp. 160-175, sep. 2006.
- [147] Z. Industries, «Quarter Hour Watch Time Management ZYGO Industries», *ZYGO-USA.*, 2011. [En línea]. Disponible en: <http://ftp.zygo-usa.com/qhw.html>. [Accedido: 30-ene-2020].
- [148] Time Timer, «Introducing the new Time Timer MOD», *Time Timer web*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.timetimer.com/>. [Accedido: 30-ene-2020].

- [149] Watchminder, «How is the WatchMinder helping those with ADHD, LD, and Autism spectrum disorders?», *Watchminder web*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://watchminder.com/uses/ad-hd-ld-and-autism>. [Accedido: 30-ene-2020].
- [150] Attainment Company, «TimeCue: A single-message, speech output device linked to digital clock and timer», *Attainment Company web*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://www.attainmentcompany.com/timecue>. [Accedido: 30-ene-2020].
- [151] C. S. Incorporated, «isaac TM: equipping people for independence», 2005. [En línea]. Disponible en: <http://www.cosys.us/index.htm>. [Accedido: 30-ene-2020].
- [152] P. Gorman, R. Dayle, C.-A. Hood, y L. Rumrell, «Effectiveness of the ISAAC cognitive prosthetic system for improving rehabilitation outcomes with neurofunctional impairment», *NeuroRehabilitation*, vol. 18, n.º 1, pp. 57-67, abr. 2003.
- [153] T. Keating, «Picture Planner: An Icon-Based Personal Management Application for Individuals with Cognitive Disabilities», *Proceedings of the 8th International ACM SIGACCESS Conference on Computers and Accessibility, ASSETS*. Portland, Oregon, USA, 2006.
- [154] Tom Keating, «Picture Planner TM: An Icon Based Personal Management Application for Individual swith Cognitive Disabilities». Eugene Research Institute, Oregon, USA, pp. 1-5, 2006.
- [155] Educational App Store, «Best Time Management Apps for Students», *Educational App Store*. [En línea]. Disponible en: <https://www.educationalappstore.com/best-apps/best-time-management-apps-for-parents>. [Accedido: 30-ene-2020].
- [156] C. S. Media, «Top Time-Management Apps», *Common Sense Media*. [En línea]. Disponible en: <https://www.common sense media.org/lists/top-time-management-apps>. [Accedido: 30-ene-2020].
- [157] Kristina Hansen, «Student Occupational Time Line (SOTL)», *School-Ready Therapy™*, 2011. [En línea]. Disponible en: www.school-readytherapy.com/sotl.html.

- [158] J. L. Falcó, C. Muro, I. Plaza, y A. Roy, «Temporal Orientation Panel for Special Education», en *Miesenberger, K., Klaus, J., Zagler, W.L., Karshmer, A.I., Eds.; ICCHP, LNSC; Springer*, vol. 4061, Berlin/Heidelberg, Germany, 2006, pp. 831-838.
- [159] R. Blanco, T.; Asensio, A.; Cirujano, D.; Marco, A.; Falcó, J.L.; Casas, «Time Orientation Device for people with disabilities: Do you want to assess it?», *Proc. 26th Annu. Int. Technol. Pers. with Disabil. Conf. San Diego, CA, USA*, 2011.
- [160] M. Mandich, «International Classification of Functioning, Disability and Health», *Phys. Occup. Ther. Pediatr.*, vol. 27, n.º 2, pp. 1-4, abr. 2007.
- [161] Raúl Gallego Ortiz, «Elaboración de tableros dinámicos de comunicación con el programa editor TICO», *Silo.Tips*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://silo.tips/download/elaboracion-de-tableros-dinamicos-de-comunicacion-con-el-programa-editor-tico>. [Accedido: 20-ene-2020].
- [162] ARASAAC, «Arasaac: Catálogos», *ARASAAC - Gobierno de Aragón*, 2020. [En línea]. Disponible en: www.arasaac.org/catalogos.php. [Accedido: 20-ene-2020].
- [163] Lucichart, «Qué es un diagrama de flujo de datos», *Lucichart*, 2014. [En línea]. Disponible en: <https://www.lucidchart.com/pages/es/que-es-un-diagrama-de-flujo-de-datos>. [Accedido: 23-dic-2019].
- [164] M. H. Weik, «data-flow diagram», en *Computer Science and Communications Dictionary*, Boston, MA: Springer US, 2000, pp. 348-348.
- [165] «What is Entity Relationship Diagram (ERD)?», *Visual Paradigm*, ago-2005. [En línea]. Disponible en: <https://www.visual-paradigm.com/guide/data-modeling/what-is-entity-relationship-diagram/>. [Accedido: 23-dic-2019].
- [166] W. S. Davis y D. C. Yen, «Entity-relationship diagrams», en *The Information System Consultant's Handbook*, CRC Press, 2019, pp. 195-204.
- [167] R. S. Pressman, *Software engineering: A practitioner's approach*, 5.ª ed. New York: McGraw-Hill, 1982.

- [168] E. Yourdon, «Structured programming and structured design as art forms», en *Proceedings of the May 19-22, 1975, national computer conference and exposition on - AFIPS '75*, 1975, p. 277.
- [169] E. Yourdon, «Modern structured analysis». Yourdon Press, p. 672, 1989.
- [170] D. Riehle, «Framework Design: A Role Modeling Approach», (Thesis) Universidad Hamburg, Hamburg. Germany, 2000.
- [171] Rj45, «Simple Example of MVC (Model View Controller) Design Pattern for Abstraction», *The Code Project Open License (CPOL)*, 2008. [En línea]. Disponible en: <http://www.codeproject.com/Articles/25057/Simple-Example-of-MVC-Model-View-Controller-Design>. [Accedido: 04-oct-2019].
- [172] H. Schildt, *Java 2: the complete reference*, 5.^a ed. Osborne / McGraw - Hill, 2002.
- [173] T. Sillmann, «MVC – Model-View-Controller», en *Apps für iOS 10 professionell entwickeln*, München: Carl Hanser Verlag GmbH & Co. KG, 2016, pp. 323-338.
- [174] Arnold Doray, *Beginning Apache Struts*, 1.^a ed. Berkeley: Apress, 2006.
- [175] S. Burbeck, «Applications Programming in Smalltalk-80 (TM): How to use Model-View-Controller (MVC)», *evolutionofcomputing.org*, pp. 1-11, 1992.
- [176] R. Gómez, «Modelo Vista Controlador», *Web developer*, 2015. [En línea]. Disponible en: <http://rodrigogr.com/blog/modelo-vista-controlador/>. [Accedido: 04-oct-2019].
- [177] Debian proyect, «Acerca de Debian», *Debian*, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://web.archive.org/web/20181221235714/https://www.debian.org/intro/about.es.html>. [Accedido: 06-oct-2019].
- [178] Wikipedia Contributors, «Debian», *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Debian&oldid=119694093>. [Accedido: 25-dic-2020].

- [179] Wikipedia Contributors, «Raspbian», *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Raspbian&oldid=119861523>. [Accedido: 28-oct-2019].
- [180] Wikipedia Contributors, «Raspberry Pi», *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2019. [En línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi. [Accedido: 24-dic-2019].
- [181] Wikipedia Contributors, «dpkg», *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Dpkg>. [Accedido: 24-dic-2019].
- [182] «Debian -- Versiones de Debian». [En línea]. Disponible en: <https://www.debian.org/releases/index.es.html>. [Accedido: 06-oct-2019].
- [183] Debian, «Debian 9 “Stretch” publicado», *Debian web*, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.debian.org/News/2017/20170617>. [Accedido: 24-dic-2019].
- [184] Wikipedia Contributors, «Servidor HTTP Apache», *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2019. [En línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Servidor_HTTP_Apache&oldid=117818792.
- [185] Á. de León, «¿Qué es el servidor de producción?», *infrenetworking*, 2019. [En línea]. Disponible en: https://blog.infranetworking.com/que-es-apache-servidor/#Ventajas_de_Apache. [Accedido: 24-dic-2019].
- [186] A. James, «¿Qué es Apache?», *Pickaweb*, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.pickaweb.es/ayuda/que-es-apache/>. [Accedido: 24-dic-2019].
- [187] Wikipedia Contributors, «JavaScript», *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=JavaScript&oldid=121336944>.

- [188] Wikipedia Contributors, «jQuery», *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2020. [En línea]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/JQuery>. [Accedido: 06-dic-2020].
- [189] A. B. Castillo, «HTML : Características», *Blogger*, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://historiademihtml.blogspot.com/p/caracteristicas.html>. [Accedido: 08-oct-2019].
- [190] Wikipedia Contributors, «HTML», *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/HTML>. [Accedido: 24-dic-2019].
- [191] Wikipedia Contributors, «Hojas de estilo en cascada», *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2019. [En línea]. Disponible en: https://es.wikipedia.org/wiki/Hoja_de_estilos_en_cascada. [Accedido: 24-dic-2019].
- [192] C. Benavidez, «Características de las CSS», *Las CSS como herramienta para la accesibilidad características*, 2019. [En línea]. Disponible en: <http://www.sidar.org/recur/desdi/mcss/tareas/20011206/slide2-0.html>. [Accedido: 08-oct-2019].
- [193] Wikipedia Contributors, «PHP», *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=PHP&oldid=121176330>. [Accedido: 24-dic-2019].
- [194] Wikipedia Contributors, «MySQL», *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/MySQL>. [Accedido: 26-dic-2019].
- [195] DBASupport contribution, «Características de MySQL», *DBASupport*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.dbasupport.com.mx/index.php/bases-de-datos/mysql/mysql-administracion/132-caracteristicas-de-mysql>. [Accedido: 24-dic-2019].
- [196] Wikipedia Contributors, «phpMyAdmin», *Wikipedia, The Free Encyclopedia*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/wiki/PhpMyAdmin>. [Accedido: 24-dic-2019].

- [197] PhpMyAdmin Contributions, «phpMyAdmin: About», *phpMyAdmin*, 2019. [En línea]. Disponible en: http://www.phpmyadmin.net/home_page/index.php. [Accedido: 08-oct-2019].
- [198] F. P. Donate, *Protocolo HTTP*. Sevilla .España: Universidad de Sevilla.
- [199] M. Guillomía San Bartolomé, J. Falcó Boudet, J. Artigas Maestre, y A. Sánchez Agustín, «AAL Platform with a “De Facto” Standard Communication Interface (TICO): Training in Home Control in Special Education», *Sensors*, vol. 17, n.º 10, p. 2320, oct. 2017.
- [200] C. Alborada, «Colegio Público de Educación Especial Alborada», *Colegio Público de Educación Especial Alborada*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://cpeealborada.wordpress.com/>. [Accedido: 07-oct-2019].
- [201] «AraSuite: Cómo descargar AraWord gratis - Pictogramas para enseñar», *Descubre Cómo Hacerlo*, 2019. [En línea]. Disponible en: http://arasuite.proyectotico.es/index.php?title=Página_principal. [Accedido: 04-nov-2019].
- [202] M. A. Guillomía, J. L. Falcó, J. I. Artigas, y M. García-Camino, «Time orientation technologies in special education», *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, n.º 11, jun. 2019.
- [203] J. . Guillomía, M.A., Artigas, J.I., Falcó, «Time Orientation Training in AAL», en *(ISAmI'18), 9TH International Symposium on Ambient Intelligente, Toledo (Spain)*, 2018.
- [204] Debian, «Información sobre Debian “stretch”», *Debian web*, 2019. [En línea]. Disponible en: <https://www.debian.org/releases/stretch/index.es.html>. [Accedido: 27-dic-2019].
- [205] ARASAAC, «ARASAAC: Buscar pictogramas», 2019. [En línea]. Disponible en: <https://arasaac.org/pictograms/search/descargas?tab=1>. [Accedido: 27-dic-2019].
- [206] C. Clark, *Brainstorming: how to create successful ideas*. Pensilvania. USA: Wilshire Book Company, 1989.

Anexo

9. ANEXO CAPITULO 2

SISTEMAS ALTERNATIVOS Y AUMENTATIVOS DE COMUNICACIÓN

9.1. Sistemas de apoyo para la comunicación

Descripción de los sistemas de apoyo para la comunicación más importantes [62]:

Sistema SPC

- Es un sistema pictográfico de comunicación.
- Se caracteriza por la facilidad de interpretación.
- Posee una sintaxis propia. Carece de nexos de unión.
- Dispone de más de 3000 símbolos.
- Dispone de seis categorías: sustantivos, personas, verbos, términos descriptivos, términos diversos y términos sociales.

Sistema PECS

- Es un sistema de intercambio de imágenes. Intercambia símbolos entre la persona que no habla y su interlocutor.
- Es un método interactivo de comunicación.
- Se intercambia un símbolo para iniciar una petición, elección, etc.

Sistema Bliss

- No es necesario saber leer.
- Los símbolos son formas básicas.
- Permite crear nuevos significados.
- Los símbolos se agrupan por categorías identificadas por colores.

Sistema Picsyms

- Utiliza pictogramas clasificados en categorías semánticas.

- Su representación ayuda a interpretar, asociar y discriminar símbolos entre sí.
- Exige un nivel de abstracción.
- Existen símbolos con más de un significado.
- Los símbolos contienen representaciones reales y abstractas.
- Se emplean líneas gruesas para resaltar un objeto y finas para el resto.
- Se deben realizar adaptaciones de símbolos en función del individuo y el contexto social.
- Se puede combinar símbolos de otros sistemas.
- Se aprende de forma progresiva; de lo concreto a lo abstracto.

Sistema Rebus (Widgit Literacy Symbols –WLS-)

- Basado en pictogramas.
- Su principal característica es la realidad de los símbolos.
- Los símbolos son especialmente diseñados para apoyo a la lecto-escritura.
- Su estructura es clara, con un amplio vocabulario tratando de ser simple.
- Los símbolos son fáciles, otros deben ser memorizados.
- Está en constante proceso creación.

Sistema PIC

- Es un sistema basado en dibujos blancos sobre fondos negros.
- La palabra se escribe en blanco.
- Combina símbolos pictográficos e ideográficos.
- Es de comunicación limitada debido a la limitación de símbolos.
- Se puede complementar con símbolos de otros sistemas.
- Se utiliza en personas con limitación comunicación oral, graves problemas de aprendizaje y problemas visuales (por el contraste).

Sistema Minspeak

- Su objetivo principal es agilizar los procesos de comunicación.
- Emplea iconos y pictogramas unidos para crear una secuencia.
- El significado varía según la secuencia.
- Los iconos pueden tener diferentes significados.

- Los campos de trabajo son: Verbos, sustantivos, preposiciones y adjetivos.
- Puede usarse con dispositivos comunicadores de voz.
- Dependiendo del nivel cognitivo de la persona, se puede adaptar a ella.

9.2. Aplicaciones y ejemplos de los sistemas de apoyo

Dentro del *software* utilizado en el dispositivo, debe tenerse en cuenta el tipo de aplicaciones, que pueden ser gratuitas o de pago. El tipo de aplicación a utilizar estará condicionado por el sistema operativo de la máquina. La mayoría de los sistemas operativos de las tabletas y libros de comunicación son Linux o Android. Muy pocas llevan incorporado Windows.

Algunos ejemplos de aplicaciones para tabletas son [59]:

- Hablador: Es una aplicación gratuita de traducción texto – habla.
- PictoDroid: aplicación gratuita para dibujar.
- e-Mintza: es un sistema gratuito, personalizable y dinámico de comunicación aumentativa y alternativa.
- INTIC: APP gratuita para crear entornos personalizados para un acceso simplificado al ordenador y al móvil y un comunicador dinámico para personas hablen o tengan dificultades lectoescritora.
- The Grid 3: APP de pago muy potente. Puede adaptarse a diferentes modalidades de usuarios.

Permite control de entorno, conexión a internet y redes sociales, trabajar con niños la atención, memoria y mirada.

Los comunicadores electrónicos están especialmente diseñados para la comunicación y permiten diferentes formas de acceso y producción del lenguaje gracias a la electrónica y al *software*.

También permiten el acceso a la escritura y a la comunicación. Aparecen cuando se conoce los sistemas de procesamiento de señal a través de los ordenadores por voz sintetizada.

Hoy en día, estos dispositivos son los más utilizados por la facilidad de acceso a las nuevas aplicaciones y por la mayor necesidad de acceso a la comunicación.

Con los SAAC se puede construir [65]:

- Agendas:
Para anticipación y estructurar el tiempo. Son útiles con apoyo visual.
Ejemplo: Fundación Orange díaAdia.
- Rutinas:
Empleado para conocer las secuencias dentro de una tarea, p.ej.: ir al baño en el colegio.
Ejemplo: aprendicesvisuales.org.
- Historias:
Mediante personajes que hacen o expresan lo que se desea enseñar.
Se puede explicar conceptos o utilizar imágenes.
Ejemplo: aprendicesvisuales.org.
- Cuentos:
Están destinados a divertir a partir del empleo de cuentos.
Ejemplo: aprendicesvisuales.org.

9.3. Recursos y tecnologías

Algunos recursos y tecnologías SAAC son [65]:

Arasaac Constructor

- Es una aplicación gratuita para crear tableros de comunicación.
- Dispone de un gran catálogo de pictogramas.
- Se puede insertar audio en cada pictograma.
- Dimensionable según las características del usuario.
- Instalable en tableta, ordenador y móvil.
- Disponible en Linux, Android y Windows.
- Los pictogramas son personalizables con funciones adaptadas. En caso de no existir se pueden crear nuevas.
- Se puede tomar fotos desde *webcam* y desde la cámara del dispositivo electrónico.
- Se puede grabar sonidos.

Talk up!

- Es una app para construir frases con los pictogramas, fotos e imágenes.
- Dispone de sintetizador de voz.
- Se puede leer palabras sueltas o frases completas.
- Puede reproducir el sonido de un pictograma o de un conjunto de ellos.
- Es un cuadro de comunicaciones con muchas hojas de pictogramas seguidas, las cuales están clasificadas en base al criterio del educador o las necesidades del usuario.

#soyvisual

- App de la fundación Orange.
- Dispone de ejercicios de aprendizaje y comunicación.
- Está dividido por niveles de complejidad.
- Permite desarrollar la flexibilidad y competencias de abstracción.

specialQR (SPQR)

- App en colaboración de la Fundación Orange y BJ adaptaciones.
- Permite generar en el ordenador códigos QR para ser impresos y aplicarse posteriormente donde se necesite.
- Desde una app instalada en la tableta / móvil, se puede trasladar al lenguaje que más se adapte al usuario.
- Se puede adaptar a las características del usuario.
- Los códigos QR se pueden convertir en video, pictogramas, fotos, audio, signos, etc.

Dictapicto

- Permite convertir voz o escritura a imágenes.
- Las frases grabadas pueden convertirse en pictogramas.

BLUE

- Desarrollado para TEA.
- Emplea tableta o tablero de comunicación.

- Para instalar en sistema Android.
- Es un sistema monitor para padres y terapeutas pudiendo consultar:
 - Identificación de problemas.
 - Avance y dificultades en aprendizaje.
 - Reconocimiento de emociones.
 - Etc.
- Se trabaja online desde una cuenta particular, creando allí el diseño del tablero.
- Se puede crear pictogramas propios.
- Dispone de una gran variedad de pictogramas con sonido diseñados.
- Los pictogramas están clasificados por edad y sexo.

9.4. Cómo trabajar con los SAAC

Para seleccionar el usuario con quien trabajar se tendrá en cuenta el esquema de la [Figura 5 \[59\]](#):

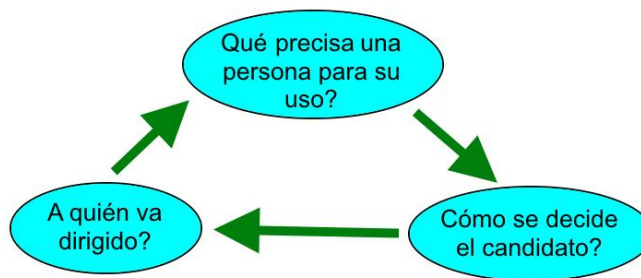


Figura 5. Criterio de trabajo con SAAC

En base a esta figura, se tendrá en cuenta lo siguiente:

Características del usuario.

- Condiciones de comunicación.
- Capacidades cognitivas.
- Potencial físico.
- Expectativa e interés del usuario.
- Tener en cuenta:
 - a. Edad (niño o adulto).
 - b. Patología base de la que se parte.

Condiciones de comunicación.

- Poseer contenido comunicativo:
 - a. Que tenga capacidad comunicativa.
 - b. Que tenga algo de que tenga que informar.
- Satisfacer determinadas necesidades.
- Medio que permite la comunicación.
- Capacidad.
- Interés por la comunicación.

Capacidades cognitivas.

- Nivel de mínimos de:
 - a. Atención.
 - b. Memoria.
 - c. Inteligencia.
 - d. Capacidad para recordar.
- Contacto ocular.
- Capacidad de:
 - a. Imitar.
 - b. Diferenciar objetos, imágenes.
- Tener capacidad espacial básica.
- Destreza en el lenguaje receptivo.

Potencial físico.

- Ver la funcionalidad del cuerpo del destinatario.
- Tener en cuenta qué partes del cuerpo se mueven, ya que cualquier mínimo movimiento de cualquier parte del cuerpo se podrá manejar un SAAC.
- Se deberá realizar ajustes en el sistema para adaptarlo al usuario.

Interés del usuario.

- Ser respetuoso con el usuario.

- Saber que instrumento es útil para él.
- Se debe adaptar a su expectativa personal.

Contexto familiar

- Ambiente / clima familiar.
- Estructura familiar.
- Nivel cultural y socioeconómico.
- Actividades del usuario en el contexto familiar.
- Intereses de la familia.

Contexto social

- No limitar al individuo a la hora de comunicarse.
- Tener paciencia y saber esperar.

Finalmente cabe señalar la estructura que interviene alrededor de los SAAC. Esta viene representada en la [Figura 6](#). Cada uno de las partes integrantes que trabajan con los SAAC realizan funciones específicas dentro del proceso.



Figura 6. Partes que intervienen en un proceso SAAC.