



**FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PAMPA**

SAAC-Droid: una herramienta de ayuda a la comunicación

Presentada a la Facultad de Ingeniería de la UNLPam como parte de los requisitos para la obtención del título de Ingeniero en Sistemas

Autores: A.P. Sofía Aguirre
A.P. Héctor Daniel Pérez

Director: Lic. Guillermo J. Lafuente
Co-Director: Ing. Alejo S. Giles
Colaborador: Ing. Martín J. Muguero

General Pico - 2012

SAAC-Droid: una herramienta de ayuda a la comunicación

Resumen

La comunicación es uno de los pilares básicos en los que se sustenta la convivencia entre personas dentro de una sociedad. Cuando una persona tiene afectados los órganos que participan en la comunicación oral puede potenciar o suplir sus funciones mediante gran variedad de ayudas técnicas dentro del área de la comunicación aumentativa y alternativa. El trabajo realizado intenta solventar, en la medida de lo posible dicho obstáculo y tiene como objetivo permitir a un usuario con capacidades comunicacionales reducidas establecer una comunicación no lingüística (reproducción de sonidos y comunicación visual utilizando pictogramas) con las personas que lo rodean, mediante una aplicación desarrollada para dispositivos móviles con sistema operativo Android.

Abstract

Communication is one of the pillars on which the coexistence of people within a society rests. When a person's speech organs are affected he can enhance or supplement the functions through a variety of assistive technologies in the area of augmentative and alternative communication. This project tries to solve this problem and the main goal is to allow a user with reduced communication skills to establish a non-linguistic conversation (playing sounds and visual communication using pictograms) with people around him, using an application developed for mobile devices with the Android operating system.

Introducción

Los seres humanos necesitan transmitir información con mensajes a sus semejantes, ya sea para el ámbito personal o laboral. Para esto disponen de múltiples maneras para comunicarse, pero se podrían catalogar en dos grupos bien diferenciados: lingüísticos y no lingüísticos. Es decir, se puede clasificar en los que se emplea el lenguaje (ya sea escrito u oral) y en los que no es necesario emplearlo para transmitir un mensaje (visual, gestual y acústica). Sin embargo, en todos los tipos de comunicación humana la más potente es la oral; cuando una persona tiene afectados los órganos que participan en ésta puede potenciar o suplir sus funciones mediante gran variedad de ayudas técnicas en el área de la comunicación aumentativa y alternativa.

La aplicación desarrollada ayuda al usuario a comunicarse con otras personas. La manera de conseguirlo es mediante imágenes y sonidos (comunicación no lingüística) para determinadas situaciones cotidianas. A través de estos símbolos pictográficos, el usuario podrá comunicarse con cualquier persona, logrando una comunicación básica universal.

En la actualidad existen dispositivos electrónicos como las *tablets* y *smartphones* (teléfonos inteligentes) provistos cada vez con mayores funcionalidades al tiempo que son cada vez más accesibles tanto en precio como en disponibilidad. Atentos a la realidad, se diseñó un software que corre sobre una plataforma libre en un dispositivo electrónico como ser una *tablet*, que funciona como SAAC (Sistemas Alternativos y Aumentativos de Comunicación), de modo de poder reemplazar los sistemas pictográficos convencionales y a la vez comunicar a una guardia o un familiar acerca de la necesidad del usuario.

Sistemas Alternativos y Aumentativos de Comunicación (SAAC)

Los sistemas alternativos de comunicación van dirigidos hacia aquellas personas que no tienen lenguaje oral y que es imposible que se dé a corto o largo plazo, o que se considera que el esfuerzo necesario para que el lenguaje se dé no es rentable y se necesita encontrar un sistema para que el sujeto se comunique. Los sistemas aumentativos de comunicación son aquellos que han sido diseñados para incrementar el habla, no suprimen la verbalización ni el lenguaje oral pero son suficientes para establecer una comunicación satisfactoria. Se puede concluir que los tres principales objetivos de la comunicación alternativa y aumentativa son [1]:

- Suministrar un medio de comunicación alternativo hasta que se restablezca la comunicación hablada de forma adecuada.
- Aportar un medio de comunicación alternativo de por vida, cuando no es posible o funcional la comunicación hablada del sujeto.
- Servir como medio de apoyo al desarrollo o al restablecimiento de la comunicación hablada.

Existe una gran variedad de SAAC y por ello es importante clasificarlos. Se cita a Basil, C. y a Puig, R [2] para dicha clasificación:

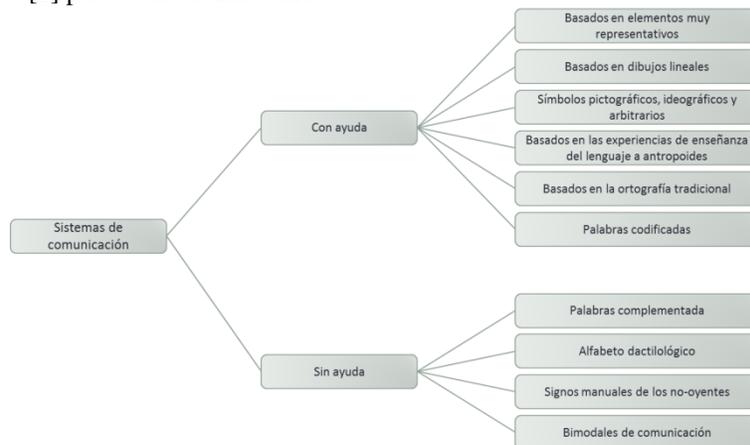


Figura 1. Clasificación de los SAAC

En base a esta clasificación, el sistema desarrollado pertenece al grupo “sistemas de comunicación con ayuda que combinan símbolos pictográficos, ideográficos y arbitrarios”. Fue necesario comprender estos sistemas para poder llevar a cabo el proyecto, es decir, no bastaba sólo con conocer las tecnologías sino que fue preciso estudiar los sistemas que les permiten a personas con dificultades de comunicación poder relacionarse e interactuar con otros.

Lenguaje pictográfico

La escritura pictográfica es una forma de comunicación escrita que se remonta al neolítico, donde el hombre usaba las pictografías para representar objetos mediante dibujos en la piedra. La escritura en piedras es la primera manifestación de la expresión gráfica y se caracteriza por que cada signo del código gráfico es la traducción de una frase o de un enunciado completo. Este tipo de escritura se compone de pictogramas.

Un pictograma es un ideograma que representa un objeto de manera simplificada y permite transmitir información convencionalizada. Los pictogramas son independientes de cualquier lengua particular porque no representan palabras sino realidades [3]. En este contexto y teniendo en cuenta el trabajo realizado, es importante destacar el Portal Aragonés de Comunicación Aumentativa y Alternativa [4] especializado en recursos gráficos y materiales para facilitar la comunicación de aquellas personas con algún tipo de dificultad en el área de los SAAC.

Origen del proyecto

Este proyecto nació centrado en una necesidad específica y concreta surgida en la institución A.P.A.P., Centro de día y hogar para discapacitados profundos y moderados de General Pico [5]. Dicha necesidad surgió con el fin de abordar la problemática de una de las concurrentes a la institución, con el objetivo de elevar sus capacidades cognitivas, de comunicación, sociales y de conductas aprovechando al máximo las herramientas tecnológicas para una mejor independencia personal.

Aunque el proyecto tuvo su origen en un caso concreto, el cual se explica en el siguiente apartado, fue desarrollado de manera que pueda ser utilizada por más personas.

Presentación del caso

La concurrente tiene 43 años de edad, con diagnóstico parálisis cerebral y retraso mental profundo, presenta como secuela una hemiplejía izquierda siendo afectado su lado derecho. En el mismo sólo presenta movimiento en la parte distal pudiendo realizar una pinza digital, se desplaza en silla de ruedas y en ocasiones la propulsa con su hemicuerpo sano. Utiliza su brazo izquierdo para compensar la inmovilidad del derecho. No controla la salivación. Posee buena comprensión de consignas simples. Su nivel atencional y su concentración son adecuados, puede comenzar y terminar una actividad sin problemas, siempre y cuando se consideren sus limitaciones motoras. Tiene iniciativa para elegir qué actividad quiere

realizar si se le ofrecen diferentes opciones. Posee las nociones: arriba-abajo, adentro-afuera y responde con si-no.

En lo que a comunicación respecta, se comunica a través de gestos, llantos, risas y gritos. Puede manifestar claramente sus estados de ánimo porque su lenguaje corporal y gestual es muy claro. La comunicación con sus compañeros es buena pero bastante pobre. Se expresa en forma enérgica y vivaz llamando la atención de todos a su alrededor tanto para comunicar alegría como para informar de algo que está sucediendo en el lugar. Puede señalar alguna parte del cuerpo cuando siente incomodidad o dolor. Es una persona muy sociable y jovial a pesar de sus dificultades. No presenta lectoescritura y requiere supervisión y asistencia en las actividades de la vida diaria. La joven presenta un compromiso motor importante que la limita desde lo social, en lo que se refiere a interactuar con sus pares e integración grupal. Ésta es una de las dificultades mayores con la que se encuentra la joven que presenta un reducido campo comunicacional, como así también la posibilidad de poder expresar sentimientos y necesidades.

Desde la institución se ha buscado estimular su comunicación verbal y gestual para mejorar su expresividad, logrando buenos resultados. Cabe destacar que la joven se esfuerza por superarse, no pierde la alegría y cada logro lo festeja con sus pares. Participa con entusiasmo ante las nuevas propuestas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se pretendió proporcionar una solución en forma de aplicación para dispositivos móviles. En el Anexo A se analizan los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, se utilizan diagramas de caso de uso para ilustrar los requerimientos funcionales y mostrar cómo debe reaccionar el sistema frente a diferentes eventos.

SAAC-Droid

Inicio

En SAAC-Droid se utilizan tres maneras de controlar las funciones:

- *Tocar:* para actuar sobre los íconos en pantalla simplemente hay que tocarlos con el dedo.
- *Mantener presionado:* para mantener presionado un elemento en la pantalla, hay que tocarlo y no levantar el dedo hasta que se realice una acción.
- *Presionar botón:* se hace referencia a los botones del dispositivo móvil.

El sistema cuenta con distintos módulos que se explican a continuación: **Usuarios, Ajustes, Categorías, Acciones e Importar.**

Para iniciar la aplicación hay que elegirla del menú de aplicaciones para que se abra la pantalla inicial (Figura 1). La aplicación ofrece tres accesos directos: **Ajustes, Agregar usuario y Usuarios**, la cual permite acceder a la lista de usuarios del sistema (Figura 3).



Figura 2. Inicio de la aplicación

Si se tocara sobre **Usuarios** y no hubiera aún cargados en el sistema, se podrá observar un cartel advirtiéndolo sobre esta situación. En caso de existir usuarios cargados en el sistema se muestra un listado de ellos (Figura 3). Si ocurre lo mencionado primero, para comenzar a trabajar se debe presionar el botón **Menú** (Figura 4) y seleccionar la opción **Agregar usuario** que permite agregar un usuario nuevo; o bien tocar sobre **Agregar usuario** de la pantalla inicial que se muestra en la Figura 2.



Figura 3. Lista de Usuarios



Figura 4. Opciones del Menú

Es importante resaltar que para realizar todas las acciones relacionadas con la configuración de la aplicación el usuario administrador debe autenticarse introduciendo su nombre de usuario y la contraseña (Figura 5):



Figura 5. Login

Ajustes

Este módulo permite configurar aspectos generales de la interfaz (número de filas y de columnas para ubicar los pictogramas, determinar si la pantalla se debe encontrar siempre encendida, habilitar/deshabilitar las notificaciones del sistema) y brinda al administrador la posibilidad de modificar sus datos (nombre de usuario, contraseña, e-mail).

Usuarios

Al seleccionar **Usuarios** de la pantalla inicial, se muestra una lista de los usuarios que existen en el sistema. Antes de que los usuarios comiencen a utilizar la aplicación es indispensable que el administrador los registre. El administrador puede elegir qué usuario va a utilizar la aplicación, crear otros nuevos y modificar o borrar los existentes.

Para crear un usuario hay que tocar **Agregar usuario** o bien mantener presionado sobre la lista inicial. Esta última también permite realizar acciones sobre un usuario existente. Las siguientes capturas (Figura 6 y Figura 7) muestran el menú contextual que aparece al elegir uno.



Figura 6. Menú de acciones sobre Usuario



Figura 7. Formulario de carga/modificación de Usuario

La aplicación permite registrar datos personales del usuario y asignar una foto para identificarlo fácilmente. También es posible especificar un número telefónico (se importan directamente de los contactos almacenados en el dispositivo) que será utilizado para el envío de mensajes que informan acerca de las acciones seleccionadas por el usuario. Cabe aclarar que esta última funcionalidad es soportada para dispositivos con conexión a la red de telefonía móvil.

IMPORTANTE: la acción *Borrar* implica eliminar del sistema **todos los datos asociados (datos de perfil, categorías y acciones)** al usuario de manera **irrecuperable**.

Categorías

Las **Categorías** ordenan por temática una serie de situaciones de la vida cotidiana. Al igual que en el módulo de usuarios, es posible agregar, modificar y borrar **Categorías** de manera similar a lo explicado en la sección anterior. Es importante tener en cuenta que al borrar una **Categoría** se eliminan las **Acciones** asociadas.

Entonces, se dice que un **Usuario** tiene asociado un conjunto de **Categorías**.

Para cargar una **Categoría** hay que seleccionar el **Usuario** al que se desea agregarle una nueva. Luego pulsar el botón *Menú* y tocar sobre **Categorías** (Figura 8).



Figura 8. Acceso a Categorías

Se solicita la autenticación del usuario administrador y luego se observa un listado:



Figura 9. Listar Categorías

Luego se selecciona **Agregar categoría** (Figura 9) o bien mantener presionado sobre la lista inicial. Esta última también permite realizar acciones sobre una **Categoría** existente. Las siguientes capturas (Figura 10 y Figura 11) muestran el menú contextual que aparece al mantener presionado sobre una **Categoría**.

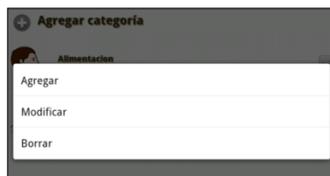


Figura 10. Menú de acciones sobre Categoría



Figura 11. Formulario de carga/modificación de Categoría

Se cuenta con la opción **Habilitada**. Ésta indica si la **Categoría** es visible para el **Usuario** y puede hacer uso de la misma.



Indica que la **Categoría** está **Habilitada**.

Indica que la **Categoría** está **Deshabilitada**.

El sistema permite **Habilitar/Deshabilitar** las **Categorías** desde la lista que las enumera.

Acciones

Las **Acciones** representan situaciones de la vida cotidiana. Al igual que en los módulos anteriores, es posible agregar, modificar y borrar **Acciones**.

Se dice que un **Usuario** tiene asociado un conjunto de **Categorías** y éstas agrupan un conjunto de **Acciones**.

Para cargar una **Acción** se debe seleccionar el **Usuario** al que se desea agregarle una nueva. Es necesario que haya cargadas **Categorías** previamente para luego asociarlas las **Acciones** correspondientes. Luego pulsar el botón **Menú** y tocar sobre **Acciones** (Figura 8).

Se solicita la autenticación del usuario administrador y luego se observa:



Figura 12. Listado de Acciones

Se selecciona **Agregar acciones** (Figura 112) o bien mantener presionado sobre la lista inicial. Esta última también permite realizar acciones (Figura 13) sobre una **Acción** existente de manera similar a lo explicado en el módulo **Categorías** (Figura 10).

Figura 13. Formulario de carga/modificación de Acción

De la misma manera que en **Categorías**, se maneja el concepto de **Habilitada**. Es decir que una **Categoría** puede tener algunas **Acciones** habilitadas y otras no. Es importante que una **Acción** tenga asociado una locución que advierta cuando ésta ha sido seleccionada, en caso de no establecerse un sonido, se reproducirá una alarma por defecto para alertar sobre la elección de dicha **Acción**.

Importar

Este módulo permite importar **Categorías** y **Acciones** de otros **Usuarios** cargados con anterioridad, facilitando la tarea del administrador. Para importar **Acciones** o **Categorías** hay que seleccionar el **Usuario** al que se desea agregarle nuevas. Luego pulsar el botón *Menú* y tocar sobre **Importar** (Figura 10).

Se solicita la autenticación del usuario administrador y luego se observa:



Figura 14. Importar Categorías

Basta con marcar la tilde para indicar que se desea importar la **Categoría** completa, con todas sus **Acciones**, para el usuario seleccionado. Como se muestra en la Figura 14, se listan las **Categorías** y el nombre del usuario a la que pertenecen.

Por ejemplo, si se tocara sobre la categoría **Alimentación**:



Figura 15. Importar Acciones

Es aquí donde se marcan las **Acciones** (Figura 15) que se desean importar sobre la **Categoría** seleccionada. Esto es particularmente útil ya que permite importar sólo algunas **Acciones** de la **Categoría**. Una vez seleccionadas, se debe tocar *Aceptar*.

IMPORTANTE: Tanto las **Categorías** importadas como las **Acciones** son propias de cada usuario. Por lo tanto es posible luego modificarlas, borrarlas, habilitarlas, deshabilitarlas.

SAAC-Droid en funcionamiento

Hasta aquí se ha explicado la configuración necesaria para que pueda ser entregada al usuario final. A continuación se muestra un ejemplo de SAAC-Droid en manos de éste. El administrador selecciona el **Usuario** (Figura 16):



Figura 16. Selección de Usuario



Figura 17. Bienvenida al Usuario

La flecha verde (Figura 17) indica volver a la pantalla anterior.

IMPORTANTE: verificar que haya **Categorías** cargadas para el **Usuario** y que estén **Habilitadas**, debido a que en la próxima pantalla se mostrarán aquellas **Categorías** que estén **Habilitadas** y que contengan **Acciones** visibles para el usuario. Es decir que si se ha cargado una **Categoría** sin **Acciones** (cargadas o habilitadas), ésta no será visible al **Usuario**, ya que no es útil para el mismo.

Aquí comienza a utilizarla el usuario final.



Figura 18. Usuario se ve identificado

Al tocar sobre la imagen (Figura 18) con la que se siente identificado el usuario (por lo general una foto de él), se despliegan las **Categorías**, al tocar una, obtiene las **Acciones** (Figura 19 y Figura 20).

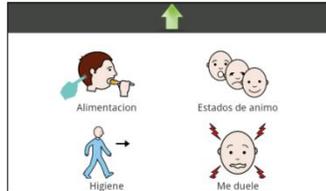


Figura 19. Selección de Categoría

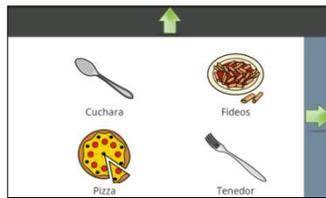


Figura 20. Acciones

La flecha hacia la derecha indica que existen más **Acciones**.

El usuario selecciona (Figura 21) una **Acción** tocándola:



Figura 21. Selección de Acción



Figura 22. Acción elegida

En la Figura 21 se observa que, una vez elegida la **Acción**, se muestra en pantalla completa (por unos segundos), o si se toca sobre la misma se vuelve al listado de las **Categorías**, se reproduce el sonido correspondiente y se genera una *Notificación* (genera un sonido de alerta). En caso que esté habilitado el envío de mensajes, a la persona que cuida al usuario le llegará un mensaje de texto informándole sobre la **Acción** elegida.

Notificaciones

Los íconos de notificación informan la llegada de mensajes nuevos, el administrador o la persona que esté al cuidado del usuario, luego de ser alertado sobre la ocurrencia de una **Acción**, debe arrastrar la barra de estado hacia abajo desde la parte superior de la pantalla. De esta manera se abre el panel notificaciones.

Las **Notificaciones** actuales se enumeran en el panel (Figura 23), cada una con una breve descripción.

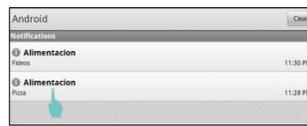


Figura 23. Notificaciones

Si se toca *Borrar (Clear)* en la parte superior derecha del panel, se eliminan todas las notificaciones. Si se toca sobre la *Notificación* generada por el sistema, ésta se borra y se vuelve a la pantalla para que el usuario pueda continuar utilizando el sistema (Figura 17).

Experiencia del usuario

En este apartado se detallará la información obtenida desde la institución como consecuencia de la utilización de la aplicación.

La herramienta fue entregada al A.P.A.P a mediados del año 2012, pero su utilización fue postergada hasta el mes de septiembre por diferentes circunstancias. En ese momento comenzó el lento proceso de enseñanza y aprendizaje acerca del uso del sistema. Fue entonces cuando la concurrente tuvo su primer contacto con SAAC-Droid y la impresión que surgió en su rostro fue de alegría, curiosidad y risa.

El primer abordaje que se implementó fue el de relacionarse con la herramienta digital, explicándole y anticipándole la funcionalidad que tiene la herramienta para ella. Luego la forma de sostenerla; para ello se está trabajando con el kinesiólogo en la fuerza muscular de ambas manos, y posteriormente en el cuidado de la *tablet* (cuidado de su salivación, de no golpearla y de que no la toque otro concurrente). Se comenzó sacándole a ella una foto con la *tablet* a modo de familiarizarla aún más y que a través de su foto pueda ingresar a **Acciones** a través de las **Categorías** como *Alimentación* (desayuno, comida y bebida), *Higiene Personal* (baño y cepillado de dientes) y *Situación Emocional* (alegre y triste).

Todo este trabajo ha sido en forma individual para luego incrementar el uso dentro del salón de la institución. En los entrenamientos individuales se presentan a su vez distintos distractores (luces, sonidos, conversaciones) para procurar aumentar los periodos atencionales y focalizar la concentración en el uso de la herramienta.

A posteriori, se logró, si bien parcialmente y durante breves periodos de tiempo la utilización convencional de la *tablet*, aún no la utiliza completamente como herramienta alternativa de comunicación. Es por eso que el objetivo a perseguir durante los sucesivos entrenamientos en el uso de la herramienta, es que la utilice como elemento cotidiano para comunicarse y de esta forma poder integrarse al entorno y tener una mejor calidad de vida.

Conclusiones

Al comenzar la investigación del proyecto de fin de carrera, la finalidad principal fue desarrollar una aplicación de ayuda a la comunicación, es decir, brindarle la posibilidad al usuario poder comunicarse con otras personas utilizando la comunicación no lingüística, estableciendo una comunicación básica universal. Esto se logró mediante la reproducción de sonidos y el uso de pictogramas.

Luego se procedió a recabar información proveniente del personal que se encuentra familiarizado con el trato cotidiano con personas con capacidades especiales, en este caso, personas con capacidades comunicacionales reducidas.

El punto de partida fue realizar un estudio minucioso de la plataforma Android para poder definir una estrategia para el desarrollo de la herramienta. Quizá este fue uno de los mayores desafíos, ya que se contaban con las bases para llevar a cabo el proyecto, pero había que enfrentarse a una tecnología nueva.

Una vez que se tuvo en claro la problemática, fue posible establecer las funcionalidades con la que debía contar la aplicación y se procedió a su implementación.

Quizá uno se podría plantear porqué desarrollar una aplicación de este tipo, teniendo en cuenta la existencia en el mercado de productos de apoyo (se realizó una investigación previa) que facilitan la Comunicación Aumentativa y Alternativa; siendo éste un mercado que se ha desarrollado considerablemente en los últimos años. Es posible listar una serie de características de las herramientas encontradas que hicieron que no fueran elegidas como solución al problema planteado:

- Araboard [6] requiere de Adobe Air y éste no se encuentra disponible en la *tablet* con la cual se debía trabajar.
- PictoDroid Lite [7] fue descartada debido a que únicamente permite expresar acciones muy concretas en modo puntual, realizando oraciones que empiezan con: vamos a, quiero jugar, quiero ir al baño, quiero beber, quiero comer, estoy.
- DiLO [8] complementa los pictogramas con texto. Esto hizo que no fuera una opción a tener en cuenta.
- e-Mintza [9] posee una interfaz gráfica de usuario demasiado compleja y se basa en la formación de frases (aspecto no deseado para este caso).
- AAC Speech Communicator [10] presenta una gran desventaja ya que no está disponible en español.

- Arcón [11] presenta una interfaz gráfica que no cuenta con la accesibilidad esperada.
- El Comunicador Personal Adaptable [12], quizá es el que más se asemeja a la solución propuesta pero requiere una versión de Android superior a la presente en la *tablet* de la institución. Además, posee una interfaz gráfica demasiado compleja considerando los problemas motores de la concurrente.

No obstante, no se trata de elegir un producto al azar, ni seleccionar el producto más caro o más sofisticado tecnológicamente, sino el que mejor se adecúa a cada necesidad y a cada persona en concreto. Por esta razón, atendiendo a las necesidades específicas de la concurrente del A.P.A.P, se desarrolló SAAC-Droid.

Trabajos futuros

La primera línea de continuación de este trabajo es el desarrollo de una versión de la aplicación SAAC-Droid con nuevas funcionalidades. En particular sería de mucha utilidad que el sistema contara con un sintetizador de voz (TTS Text-to-Speech) que evite la carga de sonidos y que sintetice la opción seleccionada. Sobre esto se ha estado investigando y su implementación es viable. Otra alternativa sería incorporar un módulo que sea capaz de buscar y descargar directamente de la página de ARASAAC los pictogramas y las locuciones correspondientes. Para agilizar el proceso de carga de **Categorías y Acciones**.

Durante el desarrollo de esta tesis se ha hecho hincapié en la importancia de la comunicación entre personas, por esto sería importante difundir la aplicación en otras instituciones, realizando las modificaciones pertinentes para que se adapte a las necesidades de cada persona en particular.

Bibliografía

- [1] Cristina Istúriz Larraz, "Comunicación Aumentativa y Alternativa," *Dossier*, 2006.
- [2] C. y Puig de la Bellacasa. R Basil, "Comunicación Aumentativa. Curso sobre sistemas y ayudas técnicas de comunicación no vocal," Madrid, 1988.
- [3] Alberto Bustos. (2010) Blog de la lengua española. [Online]. <http://blog.lenguaje.com/2010/que-es-un-pictograma/>
- [4] ARASAAC. (2012) Portal Aragonés de la Comunicación Aumentativa y Alternativa.
- [5] APAP. (2012) Centro de día y hogar para discapacitados profundos y moderados. [Online]. <http://www.apapcentrohogar.com.ar/>
- [6] (2011) GIGA Affective Lab. [Online]. <http://giga.cps.unizar.es/affectivelab/araboard.html>
- [7] (2012) Acegal. [Online]. <http://www.acegal.org/pictodroid-lite/>
- [8] (2011) DiLO. [Online]. <http://dilo.iter.es/>
- [9] Joaquín Fuentes, "Manual del usuario, e-Mintza," 2012.
- [10] (2012) Informática para Educación Especial. [Online]. <http://informaticaparaeducacionespecial.blogspot.com.ar/2012/03/aac-speech-communicator-un-comunicador.html>
- [11] (2012) Proyecto Arcón. [Online]. <http://www.arconvoz.es/>
- [12] (2011) Comunicador Personal Adaptable. [Online]. <http://www.comunicadorcpa.com/>
- [13] Ian Sommerville, *Ingeniería del software*.: Pearson Educación, 2005.
- [14] Joseph Schumler, *Aprendiendo UML en 24 Horas*.: Prentice Hall.
- [15] Rumbaugh, Jacobson Booch, *El Lenguaje Unificado de Modelado*.: Addison Wesley, 1999.
- [16] (2011) vision mobile. [Online]. <http://www.visionmobile.com/blog/2011/06/developer-economics-2011-winners-and-losers-in-the-platform-race/>
- [17] (2011) nielsenwire. [Online]. http://blog.nielsen.com/nielsenwire/online_mobile/40-percent-of-u-s-mobile-users-own-smartphones-40-percent-are-android/
- [18] Ángel Cobo, *Diseño y programación de bases de datos*.: Visión Libros, 2007.
- [19] Maldonado Daniel Cabero Gerardo Antonio, "SQLite: Rápido, ágil, liviano y robusto," *Linux+*, 2007.
- [20] (2012) W3C. [Online]. <http://www.w3.org/XML/>
- [21] (2011) Androideity. [Online]. <http://androideity.com/2011/07/11/usando-layouts-basadas-en-xml-con-android/>
- [22] (2012) Eclipse. [Online]. <http://www.eclipse.org/>
- [23] (2006) SQLite Administrator. [Online]. <http://sqliteadmin.orbmu2k.de/>
- [24] (2012) TortoiseSVN. [Online]. <http://tortoisesvn.net/about.html>

Anexo A: Análisis de requerimientos

Requerimientos funcionales

Son declaraciones de los servicios que debe proporcionar el sistema, la manera en que éste debe reaccionar a entradas particulares y de cómo se debe comportar frente a esas situaciones. En algunos casos, los requerimientos funcionales de los sistemas también pueden declarar explícitamente lo que el sistema no debe hacer [13].

A continuación se detallan los requerimientos funcionales del sistema:

- El sistema debe contar con un módulo que permita realizar operaciones de alta, baja y modificación de **Usuarios Finales** (persona que utilizara el sistema para aumentar sus capacidades de comunicación).
- El sistema debe contar con un módulo que permita realizar operaciones de alta, baja y modificación de **Categorías**.
- El sistema debe contar con un módulo que permita realizar operaciones de alta, baja y modificación de **Acciones**.
- El **Usuario Administrador** debe tener la posibilidad de realizar las configuraciones generales del sistema.
- El sistema debe agrupar las **Acciones** en **Categorías** para mayor simplicidad de búsqueda. Esto se debe a que cada **Acción** representa una actividad de la vida cotidiana y las **Categorías** ordenan por temática a las **Acciones**.
- El **Usuario Final** debe tener la posibilidad de reconocerse mediante una imagen en la pantalla.
- El **Usuario Final** debe tener la posibilidad de comunicar una necesidad o la realización de una actividad a través de las imágenes que se mostrarán en pantalla.
- El sistema debe emitir un mensaje de notificación que incluya un sonido de advertencia cuando el **Usuario Final** seleccione una **Acción** de una determinada **Categoría**. Además, el sistema debe brindar la posibilidad de enviar un mensaje de texto (como complemento al mensaje de notificación y al sonido de advertencia) a un guardia o un familiar advirtiéndole acerca de la necesidad del **Usuario Final**, siempre y cuando el dispositivo móvil lo permita.
- El acceso a los módulos de alta, baja y modificación deben estar protegidos (*Login*, nombre de usuario y contraseña) de forma que sólo las personas autorizadas (**Usuario Administrador**) puedan realizar cambios sobre la aplicación.
- El sistema debe ser capaz de recuperar la información de *Login* y enviársela al **Usuario Administrador** en caso de que éste olvide su nombre de usuario o su contraseña de acceso.

Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales son aquellos que no se refieren directamente a las funciones específicas que proporciona el sistema. Más bien, especifican o restringen las propiedades emergentes de éste. Por lo tanto, pueden especificar el rendimiento del sistema,

la protección, la disponibilidad, y otras propiedades emergentes. Esto significa que a menudo son más críticos que los requerimientos funcionales particulares [13].

Los diferentes requerimientos no funcionales de la aplicación agrupados por categoría son:

Accesibilidad

- El sistema debe brindar una interfaz de usuario clara y simple de usar considerando que los usuarios pueden tener dificultades motoras.
- El sistema, al ejecutarse en un dispositivo móvil, debe permitir la interacción con una sola mano. Requerimiento fundamental para el caso concreto para el cual se desarrolla la aplicación.
- El sistema debe brindar información sonora para poder comunicar sobre la selección del **Usuario Final** e información visual, mediante el uso de pictogramas; los cuales de manera simplificada permiten transmitir una información convencionalizada.

Escalabilidad

- El sistema debe ser diseñado de forma que soporte el agregado de nuevas funcionalidades en el futuro.
- El sistema debe ser diseñado de manera que soporte el agregado de nuevos **Usuarios Finales, Categorías y Acciones**, sin perder calidad en los servicios ofrecidos ni disminuir su rendimiento.

Instalación

- El sistema debe ser fácil de instalar en todas las plataformas hardware y software Android, para soportar tablets con variados tamaños y resoluciones de pantalla.

Rendimiento

- Al ser una aplicación móvil, es importante que responda rápidamente para evitar la frustración del usuario en la medida de lo posible.
- El uso de un protocolo de comunicación rápido y eficiente es importante para que la respuesta del sistema sea rápida.
- Priorizar un bajo consumo de recursos para aumentar la duración de la batería.

Usabilidad

- El sistema debe ser fácil de operar y debe demandar un bajo nivel de soporte.
- Utilizar en el sistema un lenguaje sencillo, que sea cercano a los usuarios.

Modelo de casos de uso

Los requerimientos establecidos en la sección anterior se capturaron mediante la especificación de casos de uso. Un caso de uso es una estructura para describir la forma en que un sistema lucirá para los potenciales usuarios. Es una colección de escenarios iniciados

por una entidad llamada actor (una persona, un componente de hardware, un lapso u otro sistema).

Un caso de uso debería dar por resultado algo de valor ya sea para el actor que lo inició o para otro [14]. Los casos de uso proporcionan un medio para que los desarrolladores, los usuarios finales del sistema y los expertos del dominio lleguen a una comprensión común del sistema.

Un caso de uso muestra la interacción de los actores con el sistema. Un actor representa un conjunto coherente de roles que los usuarios de los casos de uso juegan al interactuar con éstos. Aunque se utilizan actores en los modelos, éstos no forman parte del sistema, son externos a él [15]. Se han identificado dos actores para el sistema:

- **Usuario Final:** es la persona que utilizará el sistema como una herramienta para aumentar sus capacidades de comunicación.
- **Usuario Administrador:** tendrá a su cargo la responsabilidad de configurar el sistema para los **Usuarios Finales**, tendrá acceso a todas las funcionalidades luego de haberse autenticado.

Para modelar aspectos dinámicos del sistema, mostrando un conjunto de casos de uso, actores y relaciones, se muestra en la siguiente figura el diagrama de casos de uso.

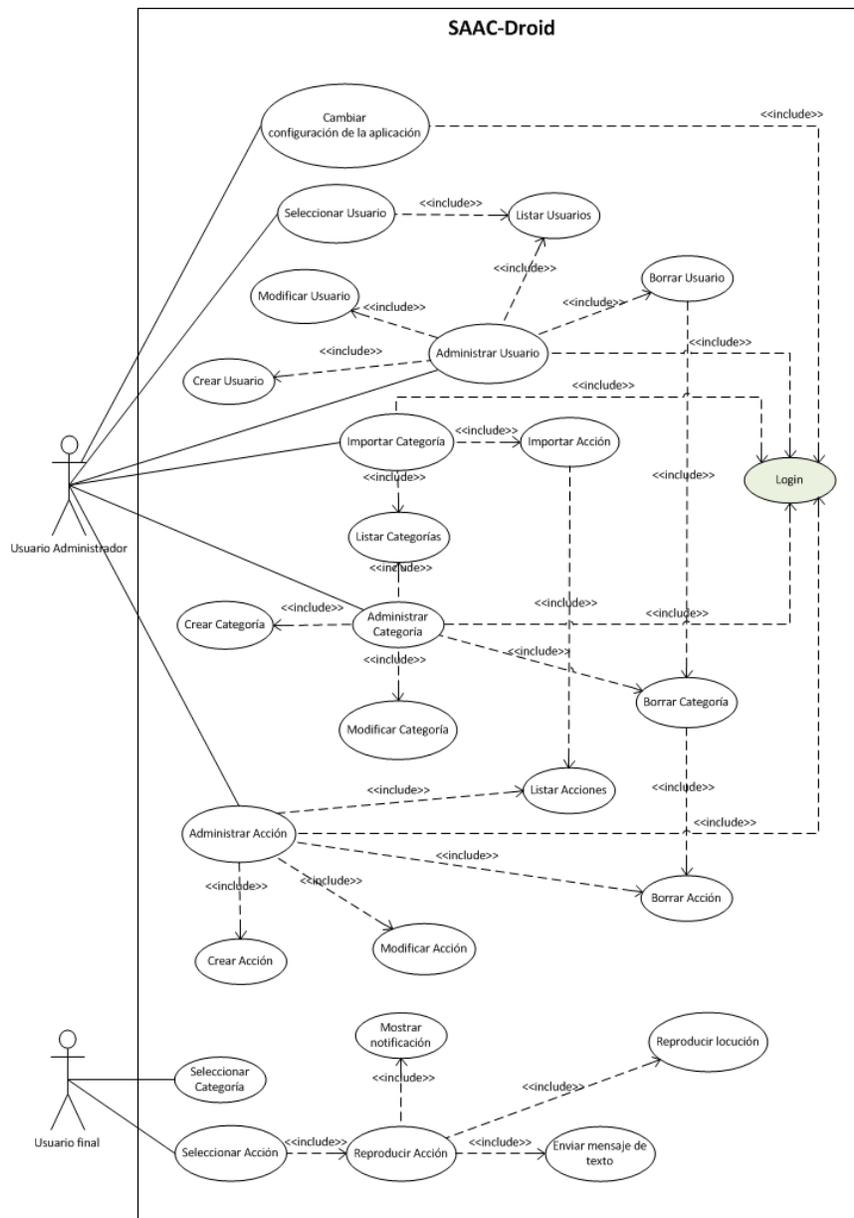


Figura 24. Diagrama de casos de uso

Anexo B: Herramientas y tecnologías utilizadas

Tecnologías utilizadas

Luego de realizar un estudio acerca de los distintos sistemas operativos para dispositivos móviles (Symbian, Windows Mobile, Bada, Android, iOS, BlackBerry Tablet OS), se decidió brindar una solución basada en la arquitectura Android, que ofreciera una respuesta a la demanda planteada de manera homogénea.

En esta sección se nombrarán y se explicarán las tecnologías utilizadas para la realización del proyecto y los motivos de su elección.

Android

Para el desarrollo del proyecto se evaluaron distintas plataformas sobre las cuales se podía desarrollar el sistema SAAC-Droid, pero se estableció como requisito fundamental la utilización de software libre. Por lo tanto se buscó la combinación de sistema operativo con licencia de software libre y SDK e IDE gratuito.

Android fue la plataforma móvil elegida para el desarrollo de la aplicación, por varias razones:

- Android ha crecido considerablemente hasta ser una de las preferidas por los desarrolladores para dispositivos móviles. Un estudio realizado en junio del año 2011 titulado “*Winners and losers in the platform race*” indicaba que el 67% de los desarrolladores utilizaban Android [16].
- Existe en el mercado una gran variedad de dispositivos móviles que soportan Android: celulares, reproductores de multimedia, y tablets. Esa variedad está disponible en un amplio rango de precios, marcas y tamaños de pantallas.
- Android como plataforma está en continua expansión, logrando una mayor cuota de mercado, en julio de 2011 un estudio indicaba que el 40 % de los smartphones usaban Android frente a un 28% de Apple [17].
- Infinitas posibilidades de interacción con otros dispositivos, en particular el soporte para almacenamiento externo.
- Los comandos por voz están integrados.

Android es un sistema operativo “abierto” diseñado para dispositivos móviles, es decir, que cualquier desarrollador puede acceder a la plataforma para crear aplicaciones.

Cabe aclarar que en el trabajo presentado, se cuenta con capítulo en el cual se explica en detalle Android.

Base de datos SQLite

Una base de datos abarca una sección o conjunto de datos que pertenecen a un mismo contexto, estos datos están ordenados y almacenados sistemáticamente para usarlos posteriormente. Para poder hacer uso de las bases de datos se necesita un sistema gestor de bases de datos, un software o conjunto de programas que permita crear y mantener una base de datos. El SGBD actúa como interfaz entre los programas de aplicación y el sistema

operativo. El objetivo principal de un SGBD es proporcionar un entorno eficiente a la hora de almacenar y recuperar información de la base de datos. Este software facilita el proceso de definir, construir y manipular bases de datos para diversas aplicaciones [18].

Para el desarrollo de la aplicación se utilizó SQLite, una versión reducida de SQL, debido a las ventajas que presenta, entre ellas [19]:

- Tamaño: tiene una pequeña memoria y una única biblioteca es necesaria para acceder a las bases de datos.
- Rendimiento de base de datos: realiza operaciones de manera eficiente y es más rápido que MySQL y PostgreSQL.
- Portabilidad: se ejecuta en muchas plataformas y sus bases de datos pueden ser fácilmente portadas sin ninguna configuración o administración.
- Estabilidad: es compatible con ACID, reunión de los cuatro criterios de Atomicidad, Consistencia, Aislamiento y Durabilidad.
- SQL: implementa un gran subconjunto de la ANSI - 92 SQL estándar, incluyendo subconsultas, generación de usuarios, vistas y *triggers*.
- Interfaces: cuenta con diferentes interfaces del API, las cuales permiten trabajar con Java, C++, PHP, Perl, Python, etc.
- Costo: es de dominio público, y por tanto, es libre de utilizar para cualquier propósito sin costo y se puede redistribuir libremente.

XML

XML son las siglas en inglés de *eXtensible Markup Language* (lenguaje de marcas ampliable), este lenguaje es del tipo metalenguaje y es extensible mediante el uso de etiquetas, fue desarrollado por el World Wide Web Consortium [20].

Se podría decir que XML no es un lenguaje en sí, sino una manera de definir multitud de lenguajes para multitud de funciones.

En Android se utilizan archivos XML para la declaración de *layouts*, las propiedades de la aplicación, las cadenas de texto y otros elementos de los que hace uso la aplicación para su correcto funcionamiento.

Se utilizó XML debido a que permite tener separado el código de diseño del código de funcionalidad, entonces, si es necesario editar la interfaz de usuario, esta tarea se facilita al tener un archivo con la estructura que caracteriza a XML. Por otro lado, las definiciones en XML para interfaces de usuario y la codificación de la lógica de la aplicación en diferentes archivos es una práctica que se está popularizando en varias plataformas, por ejemplo: XAML en Windows Phone 7, en Adobe Flex o incluso en el uso de XUL en Mozilla [21].

Java

El lenguaje Java fue desarrollado por Sun Microsystems a principios de los años 90, con la idea original de desarrollar un sistema para controlar electrodomésticos e incluso PDAs o Asistentes Personales que, además, permitiera la conexión a redes de computadoras.

Java es un lenguaje de desarrollo de propósito general, intrínsecamente orientado a objetos y como tal es válido para realizar todo tipo de aplicaciones profesionales. Incluye una combinación de características que lo hacen único y está siendo adoptado por multitud de fabricantes como herramienta básica para el desarrollo de aplicaciones comerciales de gran repercusión.

Una de las características más importantes es que los programas creados en Java son independientes de la arquitectura, esto quiere decir que se ejecutan indistintamente en una gran variedad de equipos con diferentes microprocesadores y sistemas operativos.

Android se basa en gran medida en estos fundamentos de Java. Android SDK incluye muchas librerías estándares de Java, así como también librerías especiales propias que ayudan a desarrollar aplicaciones para Android.

Herramientas utilizadas

Eclipse

En la web oficial de Eclipse [22] se lo define como “*An IDE for everything and nothing in particular*” (un IDE para todo y para nada en particular). Eclipse es, en el fondo, únicamente un armazón (*workbench*) sobre el que se pueden montar herramientas de desarrollo para cualquier lenguaje, mediante la incorporación de los *plugins* adecuados.

La arquitectura de *plugins* de Eclipse permite, además de integrar diversos lenguajes sobre un mismo IDE, introducir otras aplicaciones accesorias que pueden resultar útiles durante el proceso de desarrollo como: herramientas UML, editores visuales de interfaces, ayuda en línea para librerías, etc. Además tiene su propio mecanismo de gestión de recursos. Los recursos son archivos en el disco duro, que se encuentran alojados en un espacio de trabajo (*workspace*), un directorio especial en el sistema. Así, si una aplicación de Eclipse modifica un recurso, dicho cambio es notificado al resto de aplicaciones de Eclipse, para que lo tengan en cuenta.

En resumidas palabras, es un entorno de desarrollo integrado de código abierto multiplataforma para desarrollar aplicaciones. Es el IDE de desarrollo preferido por la mayoría de los programadores de Java.

En particular la elección de este IDE se debe a que existe un *plugin* que lo dotan de las diferentes funcionalidades requeridas para programar en Android, transformado al IDE en un poderoso entorno de desarrollo integrado.

Android SDK

Android SDK son las siglas de *Android Software Development Kit*. Es un kit compuesto por diferentes herramientas y librerías, con el que es posible desarrollar desde aplicaciones para Android hasta ejecutar un emulador del sistema en cualquiera de sus versiones para poder probar las aplicaciones que se desarrollen.

ADT Plugin

El ADT es un *plugin* desarrollado por Google para el entorno de programación Eclipse que permite la creación de proyectos Android, la creación de interfaces de usuario, el empaquetado y firmado de los paquetes apk, e incluye el Dalvik Debug Server Monitor (DDMS) para la depuración de las aplicaciones. Provee toda la funcionalidad requerida para crear, administrar y conectar los dispositivos virtuales y usarlos para probar las aplicaciones desarrolladas. Se distribuye libremente, es *open source* y corre sobre la mayoría de los sistemas operativos (Windows, MacOS y Linux).

SQLite Administrator

SQLite Administrator es una herramienta gratuita que fácilmente permite crear, diseñar o administrar los archivos de base de datos SQLite. Cuenta con un editor de código SQL que ayuda a escribir rápidamente consultas SQL con características tales como la finalización de código y resaltado. Y es compatible con las dos versiones principales de archivos de bases de datos SQLite [23].

Uber SVN

uberSVN, proporciona un entorno web para efectuar cualquier tipo de mantenimiento sobre el servidor SVN: creación de repositorios, administración de permisos, etc. En este entorno se tienen dos entidades fundamentales; los repositorios de Subversion y los equipos de desarrollo que tendrán permisos de lectura o de lectura/escritura sobre aquellos.

uberSVN convierte Subversion en una plataforma abierta para la administración del ciclo de vida de una aplicación, con un entorno social integrado de codificación. Algunas de las principales características de uberSVN son:

- Incluye el servidor de Subversion en su última versión y Apache.
- Crea un entorno que permite que la codificación se realice en forma colaborativa.
- Es fácil de instalar y de configurar.

Subversion

Subversion es un sistema de control de versiones libre y de código fuente abierto, maneja archivos y directorios a través del tiempo. Los archivos se encuentran en un repositorio central en estructura de árbol. Este repositorio es similar a un servidor de archivos ordinario, excepto que recuerda todos los cambios hechos a sus archivos y directorios.

Esto le permite recuperar versiones antiguas de sus datos o examinar el historial de cambios realizados. En este aspecto, mucha gente piensa en los sistemas de versiones como en una especie de “máquina del tiempo”.

Subversion puede acceder al repositorio a través de redes, lo que posibilita que pueda ser usado por personas que se encuentran en distintas computadoras. A cierto nivel, la capacidad para que varias personas puedan modificar y administrar el mismo conjunto de datos desde sus respectivas ubicaciones fomenta la colaboración. Se puede progresar más rápido sin un único conducto por el cual deban pasar todas las modificaciones. Por otro lado, no hay razón para temer por la calidad del trabajo, que se encuentra bajo el control de versiones, ya que los cambios pueden deshacerse en caso de que los datos se encuentren incorrectos.

Algunos sistemas de control de versiones son también sistemas de administración de configuración de software. Estos sistemas son diseñados específicamente para la administración de árboles de código fuente, y tienen muchas características que son específicas del desarrollo de software— tales como el entendimiento nativo de lenguajes de programación, o el suministro de herramientas para la construcción de software. Sin embargo, Subversion no es uno de estos sistemas. Subversion es un sistema general que puede ser usado para administrar cualquier conjunto de archivos. Para los programadores, esos archivos pueden ser código fuente para otros, cualquier cosa desde la lista de la compra de comestibles hasta combinaciones de vídeo digital y más allá.

Tortoise SVN

Tortoise SVN [24] es un cliente gratuito de código abierto para el sistema de control de versiones Subversion, implementado como una extensión al shell de Windows, por ejemplo el “explorador”. Y ni siquiera se está obligado a usar el Explorador de Windows ya que los menús contextuales de Tortoise SVN también funcionan en otros administradores de archivos, y en la ventana Archivo/Abrir que es común a la mayoría de aplicaciones estándar de Windows.

Tortoise SVN es sencillo de utilizar y puede ser usado inclusive sin un entorno de desarrollo. En cuanto a interfaz de usuario, pequeñas imágenes decoran los íconos de los archivos mostrando qué archivos o directorios necesitan ser enviados al repositorio.

Cuenta además con herramientas útiles que muestran los cambios realizados en los archivos, ayudan a resolver problemas de conflictos debido a los cambios realizados, historial y autor de cambios en los archivos, entre otros.