

# AppCase4Blind: una herramienta para asistir a personas no videntes en el proceso de enseñanza-aprendizaje de Grafos

Marcelo Uva, Marcela Daniele y Dario Astorga  
Universidad Nacional de Río Cuarto  
{uva,marcela,astorgad}@dc.exa.unrc.edu.ar

**Resumen.** La incorporación, integración y aprovechamiento pedagógico de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en del Sistema Educativo, se ha convertido en una necesidad esencial para lograr aprendizajes significativos. Las TIC se han transformado en una herramienta de apoyo para la inclusión e integración de personas con discapacidad. Se estima que en el mundo, existen al menos seis millones de personas con algún tipo de discapacidad visual. La Universidad Pública debe asegurar el acceso de los conocimientos a todos aquellos que tomen la decisión de formarse en ella. En este trabajo se presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de Grafos, con el fin de integrar estudiantes no videntes o disminuidos visualmente con el resto de los actores intervinientes en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Como resultado se presenta una aplicación móvil atendiendo fundamentalmente a reducir las barreras de accesibilidad presentes en estudiantes ciegos o disminuidos visualmente.

**Palabras Clave:** TIC, Accesibilidad, Integración e Inclusión.

## 1 Introducción

Durante la última década, el uso cada vez más generalizado de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) han sido determinantes en múltiples aspectos de la sociedad actual. La economía, las relaciones personales, la forma en que se desarrollan los procesos de enseñanza y de aprendizaje, inevitablemente han sido atravesados y modificados por estos cambios tecnológicos. La incorporación, integración y aprovechamiento pedagógico de las TIC dentro del Sistema Educativo, se ha convertido en una necesidad esencial a fin de lograr aprendizajes significativos en el marco de la sociedad de conocimiento. Programas tales como Conectar Igualdad [1], se implementaron buscando reducir las brechas sociales, digitales y educativas, a fin de garantizar la igualdad de oportunidades de acceso y uso de estas tecnologías, propiciando mayores y mejores accesos a la información y al conocimiento [2]. En este

mismo sentido, y a fin de favorecer la igualdad de oportunidades a todos los estudiantes, las TIC se transforman en un herramienta de apoyo para la inclusión e integración de personas con discapacidad. En un documento entregado en el marco de la Conferencia Mundial de Telecomunicaciones Internacionales, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) [3], órgano dependiente de las Naciones Unidas, expresa que “para poder alcanzar una sociedad integradora, todos deben ser capaces de usar las TIC con total confianza, lo que significa que la mejora de la “accesibilidad” a las TIC[4] debe ser un punto fundamental en el orden del día de los proveedores de servicios y equipos”. Se estima que en el mundo, existen al menos seis millones de personas con algún tipo de discapacidad visual que les impide utilizar las pantallas de las computadoras tradicionales. Muchos de los usuarios con discapacidad visual utilizan tecnología de asistencia, un término que hace referencia al hardware y software diseñado para facilitar el uso de computadoras por parte de personas con discapacidad. La tecnología de asistencia para discapacitados visuales incluye dispositivos tales como lectores de pantalla, tamaños de fuente ajustables, reconocimiento de voz, pantalla braille, etc. Dentro de este marco, la Universidad Pública tiene la necesidad y la obligación de asegurar el acceso de los conocimientos a todas aquellas personas que tomen la decisión de formarse en ella [2,5]. Esto implica, adaptar contenidos, materiales y metodologías de enseñanza y de aprendizaje, entre otras cuestiones.

Las carreras de Analista en Computación y Licenciatura en Ciencias de la Computación de la Universidad Nacional de Río Cuarto, han tenido estudiantes con disminución visual severa que han culminado sus estudios y son graduados de la Universidad Pública. Actualmente una estudiante ciega está cursando el primer año de la carrera de Analista de Computación, convirtiéndose en la principal motivación para que los docentes desarrollen nuevas estrategias y modalidades para la enseñanza de los contenidos de cada asignatura.

En este trabajo, se plantea una propuesta didáctica para la enseñanza de Grafos [7], siendo éste un contenido que es abordado en más de una asignatura de la currícula de las carreras de computación, con el principal objetivo de integrar estudiantes ciegos, o disminuidos visualmente, con el resto de los actores intervinientes en el proceso de enseñanza y de aprendizaje. Para el desarrollo de esta propuesta, se investigaron y estudiaron diversas propuestas pedagógicas y herramientas que abordan la enseñanza de diferentes temas para personas ciegas. Como resultado de esta propuesta, se ha desarrollado AppCase4Blind, una aplicación móvil para la enseñanza de grafos que aporta, fundamentalmente, a la reducción de barreras de accesibilidad[8] presentes en estudiantes ciegos.

El presente trabajo está organizado de la siguiente manera: en la sección 2 se realiza una revisión de trabajos vinculados al desarrollo de herramientas tecnológicas orientadas específicamente a integrar e incluir a personas ciegas, la sección 3 y 4 se presenta la propuesta y la herramienta AppCase4Blind que la implementa. En la sección 5 se

presentan algunas pruebas realizadas a la herramienta y observaciones por parte de los usuarios y finalmente, en la sección 6 se presentan conclusiones y trabajos futuros.

## 2. Trabajos relacionados / Antecedentes

El término accesibilidad se utiliza para describir el grado en que un producto, dispositivo, servicio o ambiente está disponible para los usuarios[9]. Dentro de las características deseadas se requiere que una herramienta sea:

- Perceptible: la información y los componentes de la Interfaz de Usuario (IU) deben presentarse de manera sencilla y fácil de percibir,
- Operable: los componentes de la IU y la navegación deben utilizarse de forma adecuada,
- Entendible: la información y operación de la IU debe ser comprensible,
- Robusto: el contenido debe ser interpretado de manera confiable por una amplia variedad de usuarios.

Dentro del ámbito académico no se han podido encontrar herramientas de las características que se proponen en este trabajo. En la actualidad, la mayoría de los sistemas operativos masivos tales como Android poseen funcionalidades de accesibilidad como por ejemplo: TalkBack que proporciona mensajes de voz a usuarios ciegos o con baja visión indicando qué función o botón está activo. Configuración de tamaño de fuentes, de ampliación y alejamiento de imágenes, entre otras. Estas características facilitan el acceso a aplicaciones (en especial en ambientes móviles), a pesar de ello, el uso de TIC aplicadas al desarrollo de herramientas para la integración e inclusión de personas con discapacidad aún no ha sido explotada. En este sentido coincidimos con lo que expresa el Ingeniero Luis Campos, investigador del Instituto de Neurociencias de Guadalajara, México, profesor de la Universidad Nacional de Chilecito, La Rioja y Director del Instituto de Tecnología para la Inclusión de la Universidad de Morón, Provincia de Buenos Aires. “El mundo de los discapacitados es individual. Cada uno de ellos tiene distintas características que les permiten hacer ciertas cosas o no. Es un mundo en donde no se puede generalizar. Cada computadora tiene que ser adaptada a esa persona que la va a utilizar. No se puede diseñar algo para ‘las personas con parálisis cerebral’ porque cada uno tiene distintos grados. Para el mercado sería muy caro hacer tecnología especial y se las dan a todos por igual. Es como que a todos los chicos de un aula les des zapatillas de calzado 33”.

Mencionaremos a continuación algunas aplicaciones informáticas que proponen contribuciones, para abordar problemas que no tienen que ver con la enseñanza y el aprendizaje, sino con ayudar personas. Esta no pretende ser una lista acabada de las herramientas disponibles, sino que son algunas de las que a criterio de los autores son relevantes y se vinculan con la propuesta.

**Lazzus** [10], es un asistente que acompaña a las personas ciegas y con discapacidad visual en sus desplazamientos diarios, creando un campo de visión auditivo. Proporciona información relevante del entorno como pasos de peatones, cruces entre calles, escaleras, establecimientos, etc. ayudando a caminar de una manera más segura y explorando de forma intuitiva lo que nos rodea. Lazzus es una aplicación paga.

**What's In My Wallet?** [11], Es una aplicación que permite escanear distintos billetes y tarjetas, con el fin de que los usuarios no videntes puedan realizar transacciones de manera más fácil y fluida. Lucila Lang, de 25 años, responsable del proyecto, se inspiró en un compañero de Universidad no vidente quien le señaló que a pesar de haber logrado bastante independencia y desarrollo en su día a día, el tema de la billetera era algo que aún lo limitaba, al no poder reconocer el valor de cada billete o la tarjeta que estaba usando. La aplicación, desarrollada en Android Studio, funciona en base al escaneo de los distintos billetes y tarjetas, utilizando la librería de procesamientos de imágenes.

**Be My Eyes** [12]. Aplicación informática colaborativa. Esta app está integrada por personas no videntes como también personas videntes, las cuales de manera gratuita y sin ningún tipo de fin de lucro pueden ser sus lazarillos informáticos, por medio del celular, asistiendo a las personas no videntes en diversas ocasiones, más precisamente cuando ellos lo necesiten.

**AGS-R4**. [13] es una aplicación desarrollada íntegramente en Río Cuarto por estudiante de la carrera de Lic. en Ciencias de la Computación, para dispositivos que cuenten con el sistema operativo Android, la cual nos permite registrar destinos visitados con anterioridad para volver a visitarlos guiados por la App, como también nos brinda información de nuevos destinos para visitar, haciendo uso de Internet, GPS y TalkBack Activado. AGS-R4 es gratuita y puede ser descargada desde el centro de software Google Play Store, para dispositivos móviles Android.

### 3. Descripción de la propuesta

Este trabajo fue motivado ante la necesidad de integrar a una estudiante ciega perteneciente al primer año de la carrera de Analista en Computación de la UNRC. Los

docentes actuales de la estudiante junto con aquellos que en el transcurso de la carrera lo serían se plantearon la inquietud de cómo favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje de la estudiante. Los docentes de las asignaturas de Análisis y Diseño de Software e Ingeniería de Software junto con un estudiante de grado, el cual estaba interesado en la temática y deseaba realizar su trabajo de tesis de Licenciatura iniciaron un trabajo de investigación junto con el Centro de Producción de Información Accesible (CEPIA), ente perteneciente a la UNRC. El objetivo propuesto fue el desarrollo una herramienta CASE (Computer Aided Software Engineering, Ingeniería de Software Asistida por Computadora) soportada en una aplicación móvil para trabajar una temática particular que pudiera ser extensible y extrapolada a otros campos [6]. El tema seleccionado fue Grafos y el enfoque fue dirigido a integrar todos los actores: estudiante, pares y docentes.

### **3.1 Grafos**

Un grafo es un conjunto de objetos llamados nodos o vértices, que pueden estar unidos (conectados) por líneas llamada aristas[7]. Los grafos definen estructuras de datos que permiten modelar una infinidad de problemas expresables de manera computacional. Problemas como representación de computadoras conectadas a una red, relaciones entre personas pertenecientes a una red social, mapas de distribución de productos a través de rutas, diagramas de clases, etc. son algunas de las situaciones representables por este tipo abstracto de datos. La teoría de grafos analiza propiedades presentes en estas estructuras y define algoritmos que permiten realizar cálculos sobre las mismas.

### **3.2. Requerimientos funcionalidades**

Para el desarrollo de la aplicación se establecieron una serie de requerimientos funcionales definidos por el equipo docente. En este sentido, podríamos decir que los requisitos funcionales estaban claramente definidos desde un comienzo, a diferencia de los requisitos no funcionales ya que estos últimos exigían características esenciales de accesibilidad [14,16]. Las funcionalidades a desarrollar deberían permitir: crear, editar, eliminar y recorrer grafos, lo cual implicaría la definición de nodos y arcos o relaciones con sus respectivos atributos. También planteó la necesidad de incorporar funcionalidades de exportación e importación de grafos. Esto posibilitaría el intercambio de modelos entre los estudiantes (videntes y no videntes) y docentes. La herramienta CASE a la cual denominamos APP-Case4Blind debía implementarse para ejecutarse en un teléfono celular con sistema operativo Android. Desde un comienzo se pensó en que APP-Case4Blind debía requerir lo mínimo con respecto a hardware y software a fin de que pudiese ser utilizada en la mayor cantidad de dispositivos posible. APP-Case4Blind

no pretende ser una herramienta compleja en cantidad de funcionalidades, sino que más bien todo lo contrario. El objetivo central es proveer una herramienta minimalista que permita trabajar con grafos mediante una interfaz de usuario accesible para personas ciegas, estudiantes en general y docentes. A través de APP-Case4Blind los estudiantes podrán modelar soluciones a situaciones problemáticas mediante la definición de grafos. Éstas podrán ser enviadas y analizadas por el docente, el cual realizará una devolución mediante la misma aplicación. APP-Case4Blind deberá contar con un módulo de configuración que posibilite activar/desactivar el modo lectura/vibración de la pantalla además de otras características las cuales pueden ser vitales para poder interactuar con personas ciegas.

### 3.2. Requerimientos no funcionales

Los requerimientos no funcionales fueron definidos por el equipo docente en colaboración con especialistas de CEPIA y junto con la estudiante no vidente. Se tomó la decisión de incorporar al proyecto a la estudiante no vidente debido a los aportes que ella podía realizar por su experiencia en el uso de aplicaciones móviles. Luego de una serie de reuniones se llegaron a las siguientes definiciones:

- La aplicación se desarrollaría para Android debido a la masividad y características del sistema operativo. Tanto la estudiante ciega, como el resto de los alumnos, en su gran mayoría, utilizan este sistema operativo en sus teléfonos smartphones.

Con respecto a la interfaz de usuario:

- El número máximo de botones por pantalla no debería superar los seis, para evitar un scroll excesivo.
- La disposición de los botones en la pantalla deberían ocupar el ancho total del dispositivo cuando este se encuentra en posición vertical u horizontal, para agilizar la búsqueda táctil.
- Se pudo determinar que no resultaría beneficioso integrar una barra de desplazamiento vertical por no resultar práctica de manipular por su dimensión y posicionamiento en pantalla.
- Cada una de las pantallas deberá poseer un título descriptivo, claro y conciso.
- El tamaño de letra para un dispositivo con pantalla de 4.5" no debiera ser menor a 16px, facilitando de esta manera la lectura.

- El posicionamiento del botón "Volver Atrás" (para la navegación) , debería ubicarse por debajo de los demás sin importar en qué pantalla nos encontremos trabajando. Las personas ciegas o con visión reducida apelan principalmente a la memoria.
- Para la creación, edición, eliminación de un grafo, debería definirse un esquema o dinámica de navegación similar, en los que respecta a secuenciamiento de operaciones y disposición de botones en la pantalla.
- La búsqueda de un grafo creado con anterioridad debería poder realizarse y visualizarse de manera cronológica.
- Es de vital importancia la utilización del lector de pantalla [17] TalkBack (lector de pantalla de Google incluido en los dispositivos Android) en las funcionalidades implementadas.

Como se expuso en la sección anterior, los requerimientos funcionales de la aplicación fueron más sencillos de definir que los no funcionales. La lista anterior proporciona algunas de las características más interesantes de la propuesta debido a que recopilan las necesidades de todos los actores involucrados.

#### **4. Arquitectura y diseño de AppCase-4Blind**

La arquitectura de la aplicación fue definida a través del patrón arquitectural Modelo-Vista-Controlador (MVC), el cual separa los datos, la lógica de negocio de una aplicación de la interfaz de usuario y el controlador encargado de gestionar los eventos y las comunicaciones. AppCase4Blind está estructurada en bloques de construcción Android [15,18]. Este tipo de componentes básicos son utilizados por desarrolladores de aplicaciones en otros lenguajes, tales como Java o .NET. A partir de estos componentes los desarrolladores definen ventanas, controladores, eventos o servicios. A continuación se presentan algunos de los componentes Android utilizados para definir AppCase4Blind:

*Actividad (Activity):* Una actividad normalmente es una pantalla de la aplicación que se visualiza en el dispositivo móvil, siendo ésta el componente principal de la interfaz gráfica de una aplicación Android. Una aplicación típicamente cuenta con múltiples actividades, donde el usuario puede navegar. Toda actividad hereda de una clase principal Activity.

*Intent:* Los intents son mensajes o peticiones que son enviados entre los bloques de construcción. Estos disparan el inicio de una actividad, pasan información de una actividad a otra, inician o detienen un servicio o bien simplemente juegan el papel de "broadcast". Un intent es asíncrono, lo cual significa que el código que lo mandó no

necesariamente tiene que esperar a que la acción del intent se ejecute. Este tipo de bloque de construcción puede ser explícito o implícito.

*Vista (View)* :Las vistas son los elementos que componen la interfaz de usuario de una aplicación. Por ejemplo, un botón, una entrada de texto, entre otros. Todas las vistas van a ser objetos dependientes de la clase View, y por tanto pueden ser definidos utilizando código Java. Sin embargo, lo habitual va a ser definir las vistas utilizando un fichero XML y dejar que el sistema cree los objetos por nosotros a partir de ese fichero.

*Layout*: Un layout es un conjunto de vistas agrupadas de una determinada forma. Se va a disponer de diferentes tipos de layouts para organizar las vistas de forma lineal, en cuadrícula o indicando la posición absoluta de cada vista.

En Android el Controlador es definido mediante una actividad. Para el manejo de los diferentes eventos lanzados por las entradas realizadas por el usuario, Android provee la interfaz “EventListener” de la clase “View”, dicha interfaz cuenta con un método callback, que será invocado por Android al momento de producirse una acción determinada. La figura 1 muestra el esquema de instanciación del patrón MVC para la funcionalidad “crear grafos”. En la figura 1 se presenta la interfaz inicial de la aplicación la cual implementa la View de “Crear grafos” de la figura 1.



Figura 1 - Interfaz inicial de la AppCase4-Blind

## 5. Implementación y pruebas de funcionamiento

Para evaluar APPCASE-4Blind se llevaron a cabo múltiples pruebas dentro del emulador Android Studio AVD (Android Virtual Device) para determinar su correcto

funcionamiento en distintas versiones del sistema Android. Del mismo modo se efectuaron pruebas periódicas el emulador de Android Genymotion . AppCase4Blind fue sometida al test de accesibilidad de Google. Este último escanea cada pantalla activa y sugiere mejoras en la accesibilidad de la aplicación. Para ello, se tienen en cuenta: etiquetas de contenido, tamaño de los elementos táctiles, elementos en los que se puede hacer clic y contraste de texto e imagen. Los resultados de las pruebas realizadas a AppCase-4Blind han sido todas satisfactorias, lo que proporciona un alto grado de confianza en la accesibilidad de la herramienta. Los especialistas representantes de CEPIA junto con la estudiante ciega expresaron sobre la herramienta una inmediata aceptación, de fácil descarga e instalación, intuitiva y perceptible.

## 6. Conclusiones y trabajos futuros

AppCase-4Blind es una herramienta perteneciente a las TIC destinada a colaborar en el proceso de enseñanza-aprendizaje de grafos dirigidos. Es una herramienta simple, versátil y útil para lograr integrar a todos los actores del proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente a estudiantes con disminución visual o ceguera. AppCase-4Blind fue diseñado para proveer una didáctica dinámica, interactiva, táctil y auditiva que permite crear grafos dirigidos, facilitando la enseñanza de diversos contenidos curriculares en asignaturas de las carreras de computación. Su distribución es libre y gratuita. La aplicación fue desarrollada para ejecutarse en el sistema operativo Android abarcando una gran variedad de dispositivos móviles y tablets accesibles hoy en día por la mayoría de la población estudiantil. La arquitectura de la herramienta fue pensada de forma modular para poder ser extendida fácilmente, ampliando su campo de aplicación a otras temáticas y a otras áreas de enseñanza. Nuestros aportes han sido dirigidos a generar dentro de las TIC herramientas destinadas a reducir las barreras de accesibilidad presentes en estudiantes con discapacidad. AppCASE-4Blind es una consecuencia del trabajo de investigación multidisciplinario llevado adelante. Como trabajos futuros se plantea el desarrollo de un framework configurable que permita el desarrollo de este tipo de aplicaciones en otras temáticas, aplicables a otras carreras e incluso, posible de utilizar en distintos niveles educativos.

## Bibliografía

- [1] Programa Conectar Igualdad .  
<https://www.argentina.gob.ar/educacion/aprender-conectados/conectar-igualdad>
- [2] Julio Cabero Almenara. "Las TIC y las universidades: retos, posibilidades y preocupaciones".  
Rev. educ. sup vol.34 no.135 México jul./sep. 2005

- [3] Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT). <https://www.itu.int/es>
- [4] Accesibilidad de Aplicaciones Móviles, "Accesibilidad en Aplicaciones Móviles", Observatorio Accesibilidad TIC disc@pnet y fundación ONCE. Versión detallada. Agosto 2013. [discapnet.es](http://discapnet.es) Pág. 6-11, 108-109, 109-111
- [5] Julio Cabero Almenara. "TICs para la igualdad: la brecha digital en la discapacidad." ANALES de la Universidad Metropolitana- Universidad de Sevilla (España – UE). <http://tecnologiaedu.us.es>
- [6] Paul Blenkhorn y David Gareth Evans, "A Method of Access to Computer Aided Software Engineering (CASE) Tools for Blind Software Engineers", Pág.321-328, M60 1QD, England. 08 Junio de 2005. [Springer.com](http://Springer.com)
- [7] Introduction to Graph Theory, Robin J. Wilson "Introduction, Definitions and examples, Paths and cycles", Introduction to Graph Theory, Fourth Edition. England, Edinburgh Gate, Harlow, Essex CM20 2JE. Cuarta edición 1996. Pág. 1- 7, 8-21, 26-38.
- [8] Pablo Santana-Mansilla, Germán Lescano, y Rosanna Costaguta, "Accesibilidad de aplicaciones móviles para discapacitados visuales: problemas y estrategias de solución." (Simposio Argentino sobre Tecnología y Sociedad). Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías (FCEyT) Universidad Nacional de Santiago del Estero (UNSE). Pág. 321-328 [unlp.edu.ar](http://unlp.edu.ar)
- [9] Stella Maris Massa, Silvia Vassolo, Hernán Fino, María Dolores Finochietto y Luciano Wehrli "Aplicaciones accesibles para dispositivos móviles: diseño e implementación", Pág. 1-2-3, Último acceso 12 de Julio de 2018. [Sedici.unlp.edu.ar](http://Sedici.unlp.edu.ar)
- [10] Lazzus app. <http://www.lazzus.com/es/>
- [11] What's in my Wallet? app. [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.uns.moneyreader&hl=es\\_AR](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.uns.moneyreader&hl=es_AR)
- [12] Be My Eyes <https://www.bemyeyes.com/>
- [13] AGS-R4 <https://desarrollarinclusion.cilsa.org/ags-r4/>
- [14] Moreno López, L. (2010). L. (2010) Marco metodológico específico en el dominio de la accesibilidad para el desarrollo de aplicaciones web. Tesis Doctoral. Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Informática
- [15] Jesús Tomás Vicente Carbonell Carsten Vogt Miguel García Pineda Jordi Bataller Mascarell Daniel Ferri, "El gran libro de Android Avanzado, Diseño personalizado de vistas, Aplicaciones web en Android". Barcelona. Marcombo, S.A, Primera Edición, 2013. Pág. 29-47, 98-121
- [16] Instituto Nacional de Tecnologías de la comunicación (INTECO). (2009) Accesibilidad en contenidos Web accesibles móviles. Centro de Referencia en Accesibilidad y Estándares Web. Disponible en: [www.cyldigital.es](http://www.cyldigital.es)
- [17] Azenkot, S., Lee, N.B. "Exploring the Use of Speech Input by Blind People on Mobile Devices" En.: 15th International ACM SIGACCESS . Conference on Computers and Accessibility. ACM, Nueva York (2013)
- [18] Eric Maxwell MVC on Android "Buenas prácticas en la organización de aplicaciones Android", Último acceso 9 de Julio de 2018. [academy.realm.io](http://academy.realm.io)