

## Clasificación de residuos electrónicos mediante “Resuelvo Explorando”.

Alejandra Lliteras<sup>1,2</sup>, Viviana Ambrosi<sup>2,3</sup>, Patricia Bazán<sup>3</sup>,  
Federico Mozzon<sup>1</sup>, Pedro Dal Bianco<sup>1</sup>, Edgar Vega<sup>3,4</sup>.

[alejandra.lliteras@lifia.info.unlp.edu.ar](mailto:alejandra.lliteras@lifia.info.unlp.edu.ar)

### Introducción

La generación de residuos electrónicos ha tenido un crecimiento exponencial. En Argentina en 2016 se desecharon 386.000 toneladas de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) casi 8,5 Kg. por habitantes/año[Baldé et al., 2017]. Esto nos coloca en el desafío de implementar soluciones que involucren al conjunto de la sociedad y a la universidad. Para ello, es necesario reflexionar sobre las acciones negativas del hombre y su impacto en el ambiente, tomar conciencia del uso y desuso de la tecnología, y ser agentes del cambio a partir de la aplicación de la Regla de la R's, (Reducir-Reutilizar-Reciclar).

La Ciudad de La Plata capital de la provincia de Buenos Aires cuenta con una universidad pública que viene atendiendo esta problemática. El Programa E-Basura de la UNLP (Universidad Nacional de La Plata)<sup>5</sup>surgió en el año 2009 como un proyecto de extensión en la Facultad de Informática, y en el año 2017 fue declarado (por resolución) Programa de la propia Universidad Nacional de La Plata e incluido en su Plan Estratégico.

1 LIFIA – Facultad de Informática – UNLP.

2 Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires – CICPBA

3 LINTI– Facultad de Informática – UNLP

4 Programa E-Basura-UNLP

5 Universidad Nacional de La Plata [http:// unlp.edu.ar/](http://unlp.edu.ar/), Programa E-basura <https://E-Basura.unlp.edu.ar/>

Se trata de un programa que aborda la problemática de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y los transforma en acciones para la inclusión digital, la equidad social y la protección ambiental.

Entre sus objetivos se encuentran: generar conciencia y educar sobre los graves problemas que pueden generar al ambiente y la salud la incorrecta disposición final de los RAEE, a través de actividades de divulgación de la ciencia. Por otro lado, recibe equipamiento del sector de las TIC en desuso, que luego de un proceso de reutilización, reparación y reciclado de tecnología es donado a diversas instituciones educativas y/o de bien público y sin fines de lucro. Todo esto lo complementa con actividades vinculadas a la formación en oficio de reparador de computadoras.

En este sentido, resulta de interés generar herramientas, que ayuden en estos procesos educativos y de concientización, basadas en tecnología y que hagan uso de elementos reciclados, y a su vez que, de forma lúdica, permitan a niños, jóvenes y adultos apropiarse del conocimiento.

El presente trabajo describe una experiencia donde se realizó una configuración de una aplicación móvil (app) educativa con el objetivo de concientizar respecto a los RAEE. Esta aplicación fue generada a partir del uso de una herramienta web de autor. En particular, se decidió que permitiese recoger componentes electrónicos del mundo real de acuerdo a una consigna, para luego depositarlos en contenedores de acuerdo a un criterio (en este caso, si los elementos eran recibidos o no por el Programa E-Basura). De esta forma mediante el uso de la aplicación, se fomenta que alumnos o público en general (usuarios) puedan identificar los tipos de RAEE e identificar cuáles de ellos pueden ser recibidos por el programa E-Basura.

La experiencia de uso de la aplicación configurada permite que: los usuarios tomen conciencia de la relevancia del reciclado y la reutilización de los RAEE; a conocerlos a través de su clasificación en distintas categorías; a informar y difundir en sus entornos (familia, escuela, etc.) acerca de la existencia del Programa E-Basura de la UNLP; y a poder utilizar elementos RAEE reciclados durante los encuentros de sensibilización. A la vez, reutilizar dispositivos móviles reciclados es una muestra del concepto a difundir, con el cual el participante aprenderá que la misma tecnología reciclada es la utilizada como medio para ejecutar la aplicación pudiendo apropiarse aún más el concepto de reuso.

Por otro lado, la aplicación “Resuelvo Explorando” [Llitas et al., 2018a], [Llitas et al., 2018b], es resultado de un proyecto de investigación sobre la aplicación de conceptos de ingeniería de software en conjunto con la interacción humano-computador (entre otras disciplinas) para proponer diferentes estrategias que consideren la tecnología móvil en contextos educativos para llevar adelante *Aprendizaje Móvil* [Traxler, 2009] y, adicionalmente para dar soporte a lo que se conoce como *Ciencia Ciudadana* [Bonney et al., 2009], [Strasser et al., 2019]. Dichas estrategias, se proponen desde la perspectiva de brindar a los usuarios finales la posibilidad de construir sus propias soluciones tecnológicas, por ello, es que se usó una herramienta web de autor presentada en [MozzonCorporaal et al., 2018],

para configurar la aplicación “Resuelvo Explorando” de manera simplificada y pudiendo ser empleada en diferentes dominios y con diferentes intereses. “Resuelvo Explorando” recolecta datos durante su uso, los que pueden transformarse en información valiosa para mejorar las estrategias de difusión y concientización, entre otros aspectos.

En este trabajo, “Resuelvo Explorando” fue resignificada para poder ser usada con fines educativos, siendo este uno de los posibles tipos de proyectos de Ciencia Ciudadana propuestos en [Wigginsand Crowston, 2011].

Por otro lado, “Resuelvo Explorando”, configurada para la temática de los residuos electrónicos abordada desde el Programa E-Basura, fue presentada en la exposición por el Día Mundial del Medio Ambiente, organizada, entre otros, por la UNLP y el Programa E-Basura, en mayo 2019 en la ciudad de La Plata, Buenos Aires, Argentina. La finalidad de configurar “Resuelvo Explorando” para este caso particular, fue la de promover la importancia del reciclaje, destinada al público en general.

Se planifica utilizar “Resuelva Explorando” en el marco del Proyecto de Extensión de la Facultad de Informática “Recicla tu Compu-Recicla tu Mundo”<sup>6</sup>, aprobado con subsidio en la convocatoria de Proyectos de Extensión Universitaria 2018, de la UNLP. El mismo está destinado a promover la educación ambiental sobre los RAEE en escuelas de la región en el período 2018 al 2019. De esta forma la app será utilizada para diversos eventos de divulgación de la ciencia y apropiación del conocimiento.

Tal como se enuncia en el propio espacio de la UNLP, *La Universidad Nacional de La Plata reconoce como una de sus funciones primordiales la extensión universitaria, entendida como un proceso educativo no formal de doble vía, planificada de acuerdo a intereses y necesidades de la sociedad, cuyos propósitos deben contribuir a la solución de las más diversas problemáticas sociales, la toma de decisiones y la formación de opinión, con el objeto de generar conocimiento a través de un proceso de integración con el medio y contribuir al desarrollo social.*

*Los proyectos de extensión comprenden un conjunto de acciones planificadas destinadas a producir y desarrollar cambios de un aspecto, tema o área determinada. Pueden ser formulados a instancias de demandas concretas de la sociedad, privilegiando esta convocatoria a aquellos sujetos que estén en una posición desfavorecida, en relación a otros sujetos o grupos similares; y también podrán surgir en relación a demandas potenciales o aún no explícitas, que permitan a la universidad cumplir con su función de anticipación teórica y su carácter innovador.*

En este contexto, “Recicla tu Compu-Recicla tu Mundo” propone realizar una articulación entre escuelas, gobierno municipal-provincial, y el Programa E-Basura de la UNLP que permita realizar una construcción colectiva de la problemática

6 Proyecto Recicla tu Compu-Recicla tu mundo [http://www.extension.info.unlp.edu.ar/articulo/2018/12/18/la\\_unlp\\_acredito\\_cinco\\_proyectos\\_de\\_extension\\_presentados\\_por\\_el\\_linti\\_2019](http://www.extension.info.unlp.edu.ar/articulo/2018/12/18/la_unlp_acredito_cinco_proyectos_de_extension_presentados_por_el_linti_2019)

de los RAEE a través de encuentros de sensibilización ambiental y campañas de recolección de equipamiento informático en desuso en escuelas. Durante los encuentros se aborda la problemática de los RAEE, su generación y niveles alcanzados, el impacto ambiental, estrategias para mitigar el problema, acercar la iniciativa del Programa E-Basura, mostrar cómo los alumnos pueden ayudar con iniciativas desde su escuela, mini talleres de reciclaje y la organización final de la campaña “RECICLA TU COMPU-RECICLA TU MUNDO”. De esta forma se pretende generar conciencia ecológica en niños y jóvenes con la participación de alumnos de la UNLP, siendo todos agentes de cambio en sus respectivos entornos.

**Palabras Clave:** Clasificación de residuos electrónicos mediante “Resuelvo Explorando” / Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) / Desarrollo Sostenible / Herramienta de Autor / Aplicación Educativa Móvil / Aprendizaje Móvil / Ciencia Ciudadana.

## Objetivo

El presente trabajo describe una experiencia de uso de la configuración de una aplicación móvil educativa para recolectar y clasificar componentes electrónicos del mundo real y, de acuerdo a una consigna, depositarlos en contenedores según sean elementos recibidos o no por el Programa E-Basura de la UNLP. El uso de la aplicación educativa móvil, fomenta, a alumnos y público en general (usuarios), la identificación de distintos tipos de RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) y a reconocer cuales son recibidos por el programa E-Basura. Con el uso además se recolectan datos que permiten medir el conocimiento de los usuarios respecto al Programa E-Basura y en base a esto, establecer estrategias de abordaje.

## Materiales y Métodos

El método consistió en integrar distintas experiencias de investigación, extensión y de gestión, abordando distintas vivencias de los equipos de trabajo para realizar actividades de educación y sensibilización ambiental. Para ello un equipo multidisciplinario formado por miembros del Programa E-Basura de la UNLP, de la Dirección de Concientización en Medio Ambiente de la Facultad de Informática (UNLP) <sup>7</sup> y del Centro LIFIA de la Facultad de Informática (UNLP) <sup>8</sup>, hanco-diseñado una actividad educativa con el fin de generar conciencia y educar sobre los graves problemas que pueden generar al ambiente y a la salud, la incorrecta disposición final de los RAEE, así como de la importancia de reutilizar y reciclar tecnología.

7 Dirección de concientización en medio ambiente <https://www.info.unlp.edu.ar/secretarias-extension-universitaria/>

8 Centro LIFIA <https://www.lifia.info.unlp.edu.ar/>

Para diseñar esta actividad, se siguieron los lineamientos de trabajo propuesto en [Lliteras et al., 2017], en donde se establecen, en general, cuatro pasos:

1. definir el espacio físico donde se realizará la actividad e identificar lugares relevantes dentro del espacio;
2. definir el contenido educativo,
3. definir en qué secuencia se brindará el contenido educativo,
4. indicar cada contenido secuenciado en qué lugar relevante será brindado al usuario.

Siguiendo los pasos mencionados en [Lliteras et al., 2017], el equipo multidisciplinario, primero estableció que la actividad se realizaría en un espacio físico cerrado y luego, se identificaron tres lugares relevantes dentro de dicho espacio cerrado, en donde el usuario de la aplicación realizaría las tareas que implicarán, en este caso, ver y manipular elementos RAEE para recolectarlos en base a una consigna recibida en dicho lugar. Un cuarto lugar dentro del espacio fue elegido, para disponer contenedores simbólicos, donde el usuario depositaría elementos RAEE recolectados previamente considerando si el Programa E-Basura los recibía. Luego, el segundo paso consistió en definir el contenido educativo, en este caso, tres tareas que implican recolectar elementos RAEE y una tarea que implica depositarlos de acuerdo a un criterio. En particular, cada tarea es una pregunta que el alumno debe responder. Durante el tercer paso se definió la secuencia u orden en el que las tareas debían ser respondidas por los usuarios y finalmente, en el cuarto paso, se relaciona cada tarea secuenciada con los lugares relevantes elegidos dentro del espacio físico, lo que indica la manera en la que el usuario recorrerá el espacio físico para responder a la consigna de cada tarea (en este caso pregunta).

Una vez definida la actividad de manera conceptual, se usó la Herramienta Web de Autor que permite configurar la aplicación educativa móvil “Resuelvo Explorando” con la actividad conceptual co-diseñada por el equipo multidisciplinario. Logrando de esta manera tener una configuración de “Resuelvo Explorando” para ser usada en el marco del Programa E-Basura.

Adicionalmente, fue necesario definir el mecanismo de posicionamiento que se usaría para reconocer dónde se encuentra el usuario en un momento determinado para que cuando éste llega al lugar elegido para brindar cada tarea, reciba el contenido adecuado. Dado que el espacio físico elegido para realizar la actividad, es un espacio cerrado (conocido como espacio *indoor*), no todos los mecanismos de posicionamiento son adecuados. Por ejemplo, al considerar el uso del GPS como mecanismo de posicionamiento (mecanismo *outdoor* muy usado) para un espacio cerrado (como el elegido para este caso particular), el GPS puede no funcionar correctamente debido a la débil recepción de señal, y adicionalmente, en caso de funcionar, este mecanismo puede tener un margen de error muy

grande entre la posición que arroja en relación a la posición real de la tarea. Esto último se ve aún más afectado en un espacio cerrado y eventualmente pequeño, donde las tareas podrían estar muy próximas entre sí y requerir de este modo, una precisión más elevada no provista por este mecanismo. Por otro lado, se analizaron mecanismos de posicionamiento *indoor*, como por ejemplo, el posicionamiento mediante redes *wireless*. Este posicionamiento requiere de una infraestructura especial para soportarlo, y dado que el objetivo de este trabajo es que la aplicación se pueda usar en cualquier lugar físico (por ejemplo, escuela y exposición) que se desee trabajar con el Programa E-Basura, este tipo de mecanismos fue descartado, no solo por el montaje de la infraestructura, sino que además por sumar un costo adicional. Otro mecanismo analizado para ser usado en el espacio cerrado, fue el posicionamiento mediante NFC, este mecanismo, requiere la compra de etiquetas especiales y que el dispositivo móvil soporte esta tecnología. Esto último hace que además de requerir un costo adicional para la compra de etiquetas NFC, no es un mecanismo soportado por cualquier dispositivo móvil, lo que limitaría el reuso de la aplicación. Como mecanismo de posicionamiento, se decidió usar códigos QR, ya que permite reconocer la posición del usuario, asumiendo que éste se encuentra en el lugar que lo lee. Los códigos QR pueden ser impresos (en cualquier impresora y prácticamente sobre cualquier papel) y colocados por una persona, respecto a su lectura desde un dispositivo móvil, sólo es necesario que el mismo posea cámara. Lo anteriormente descrito, hace que el uso de QR sea bajo en costos, tanto de generación como de “puesta en producción”. Esta característica permitiría la masificación del uso de la aplicación. Adicionalmente, la herramienta web desde la cual se configura la aplicación genera los códigos QRs necesarios para usar la aplicación, con lo que la persona que configura el espacio solo necesita imprimirlos y recortarlos para empezar a usarlos.

### **Descripción de la app “Resuelvo Explorando” para E-Basura**

Como se mencionó anteriormente, se definieron tres tareas de recolección de elementos y una tarea de depósito.

Las tareas de recolección están definidas para clasificar el material RAEE según el mismo se utilice para GUARDAR información, para VER información, o que se trate de ELEMENTOS AUXILIARES que se asocien al uso de computadoras o impresoras.

En la Figura 1 se presentan las pantallas correspondientes a las tres consignas asociadas a las tareas de recolección de elementos.



**Figura 1.** Capturas de pantalla correspondientes a las consignas de las tres tareas de recolección.

Para cada tarea de recolección se establece qué elementos RAEE se considerarán como parte de la tarea, cuál o cuáles de ellos son correctos para ser recolectados como respuesta a la consigna y cuáles no. Para cada elemento se indica, además, que depósito establecido previamente lo recibe.

En la Tabla 1, se muestra para cada tarea de recolección los elementos configurados y cuáles de ellos se consideran correctos para recolectar como respuesta a la consigna.

Tarea de recolección	Consigna de la tarea de recolección	Elementos disponibles en la tarea para su manipulación	Elementos correctos de recolectar como respuesta a la consigna
Tarea 1	Recolectar aquel o aquellos elementos que pueden ser usados para GUARDAR información	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pendrive o Memoria USB</li> <li>• disquete</li> <li>• disco externo</li> <li>• cassette de cinta</li> <li>• cámara de fotos</li> <li>• cpu</li> <li>• smartphone</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pendrive o Memoria USB</li> <li>• disquete</li> <li>• disco externo</li> <li>• cassette de cinta</li> <li>• cámara de fotos</li> <li>• cpu</li> <li>• smartphone</li> </ul>

Tarea 2	Recolectar aquel o aquellos elementos que pueden ser usados para VER información (mediante pantalla)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• monitor</li> <li>• cañón o proyector</li> <li>• impresora</li> <li>• reproductor de DVD</li> <li>• tablet</li> <li>• notebook</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• monitor</li> <li>• cañón o proyector</li> <li>• tablet</li> <li>• notebook</li> </ul>
Tarea 3	Recolectar aquel o aquellos ELEMENTOS AUXILIARES que se pueden asociar al uso de computadoras o impresoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teclado</li> <li>• mouse o ratón</li> <li>• cable USB</li> <li>• parlantes</li> <li>• cartucho de tóner</li> <li>• cartucho de tinta</li> <li>• calculadora</li> <li>• celular</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• teclado</li> <li>• mouse o ratón</li> <li>• cable USB</li> <li>• parlantes</li> <li>• cartucho de tóner</li> <li>• cartucho de tinta</li> </ul>

**Tabla 1:** Descripción de cada tarea de recolección

De los elementos mencionados en la Tabla 1, para cada tarea de recolección, en la Tabla 2, se listan aquellos elementos recibidos por el Programa E-Basura.

Elemento	
• Disquete	• Notebook
• Disco externo	• Teclado
• Cámara de fotos	• Mouse o Ratón
• CPU	• Cable USB
• Smartphone	• Parlantes
• Monitor	• Calculadora
• Cañón o Proyector	• Celular
• Impresora	
• Tablet	

**Tabla 2.** Elementos de las tareas de recolección recibidos por el Programa E-basura

Adicionalmente, para cada tarea de recolección es posible configurar un pequeño vocabulario para que el usuario consulte durante la realización de cada tarea. Esto se visualiza en la opción “Más Info” de la aplicación. La Figura 2.a muestra un ejemplo de las opciones disponibles en “Más Info”, desde la app, para una



tarea de recolección, mientras que la Figura 2.b muestra el texto asociado (en la app) a una de las opciones mostradas en la Figura 2.a.

En la Tabla 3 se presentan los textos de cada material adicional propuesto para cada tarea de recolección.

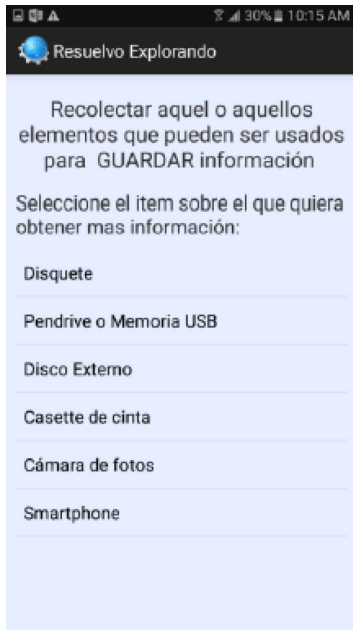
Tarea de Recolección	Elemento con más información	Texto descriptivo del elemento
Tarea 1	Disquete	Soporte de almacenamiento de datos de tipo magnético, formado por una fina lámina circular (disco) de material magnetizable y flexible, encerrada en una cubierta de plástico, cuadrada o rectangular, que se utilizaba en la computadora
	Pendrive o Memoria USB	Es un tipo de dispositivo de almacenamiento de datos que utiliza circuitos de estado sólido para guardar datos e información
	Disco Externo	Es una unidad de disco duro que es fácil de instalar y transportar de una computadora a otra, sin necesidad de consumir constantemente energía eléctrica o batería.
	Casette de cinta	Es un formato de grabación de sonido o vídeo en cinta magnética que fue ampliamente utilizado entre principios de los años 1970 y principios de la década de 1990 y regularmente hasta principios de los 2000.
	Cámara de fotos	Es un dispositivo utilizado para capturar imágenes o fotografías.
	Smartphone	Es un tipo de ordenador de bolsillo con las capacidades de un teléfono móvil.
Tarea 2	Monitor	Es el principal dispositivo de salida (interfaz), que muestra datos o información al usuario.
	Cañón o Proyector	Es un aparato óptico que recibe una señal de vídeo y proyecta la imagen correspondiente en una pantalla de proyección usando un sistema de lentes, permitiendo así mostrar imágenes fijas o en movimiento.
	Impresora a tinta	Permite producir una gama permanente de textos o gráficos de documentos almacenados en un formato electrónico, imprimiéndolos en medios físicos, normalmente en papel, utilizando cartuchos de tinta.
	Reproductor de DVD	Dispositivo o aparato electrónico utilizado para reproducir discos DVD y CD.

Tarea de Recolección	Elemento con más información	Texto descriptivo del elemento
Tarea 3	Tablet	Es una computadora portátil de mayor tamaño que un teléfono inteligente o un PDA, integrada en una pantalla táctil con la que se interactúa primariamente con los dedos o un estilete, sin necesidad de teclado físico ni ratón.
	Notebook	Es un dispositivo informático que se puede mover o transportar con relativa facilidad.
	Teclado	Dispositivo o periférico de entrada, en parte inspirado en el teclado de las máquinas de escribir, que utiliza un sistema de botones o teclas.
	Mouse o Ratón	Es un dispositivo apuntador utilizado para facilitar el manejo de un entorno gráfico en una computadora.
	Cable USB	Conector que permite vincular diferentes elementos a través del USB (Universal Serial Bus). Esta interfaz fue creada en la segunda mitad de la década de 1990.
	Parlantes	Es un transductor electroacústico utilizado para la reproducción de sonido.
	Cartucho de tóner	Conjunto sustituible de una impresora que contiene tóner.
	Tóner	Polvo muy fino que suele ser de color negro. A través de la atracción electrostática o magnetografía, este se sitúa sobre el papel en el que se imprime y se fija con presión y una temperatura adecuadamente (caliente).
	Cartucho de tinta	Conjunto sustituible de una impresora que contiene la tinta.
	Calculadora	Dispositivo que se utiliza para realizar cálculos aritméticos.
Celular	Teléfono portátil que puede hacer y/o recibir llamadas a través de una portadora de radiofrecuencia, mientras el usuario se está moviendo dentro de un área de servicio telefónico.	

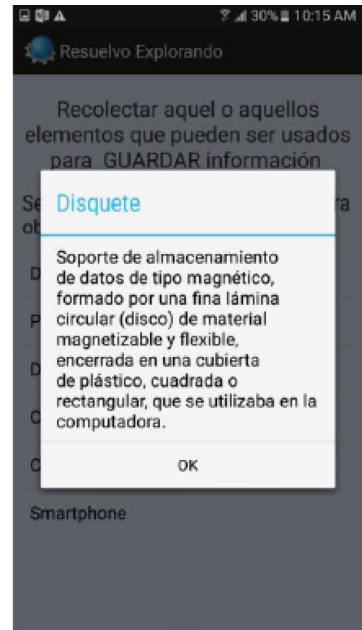
**Tabla 3.** Material adicional para cada tarea de recolección

Los elementos RAEE a ser recolectados deberán luego ser clasificados para que el usuario, en base a sus saberes previos (generalmente se realizan charlas previas al uso de la app), determine si el elemento podría ser llevado al Programa E-Basura o si debería llevarse a otra iniciativa de reciclaje.

Para poder llevar adelante, con usuarios, la actividad propuesta por “Resuelvo Explorando” para el Programa E-Basura se eligieron tres lugares dentro de un aula, donde se realizarán las tres tareas de recolección de elementos, y un cuarto lugar donde se definirá el depósito en el cual se dejarán los elementos.



(a)



(b)

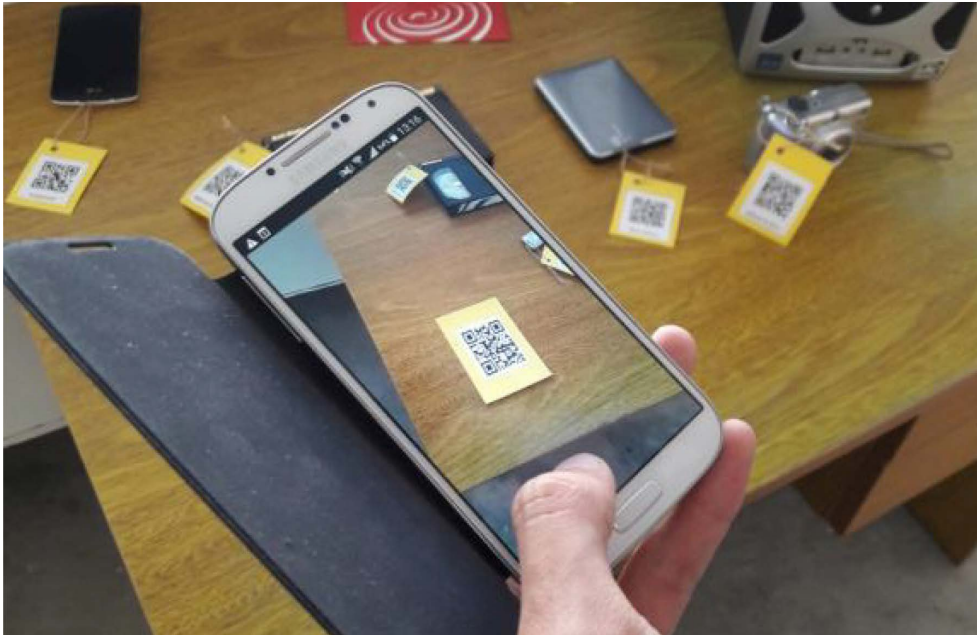
**Figura 2.** Más información asociada a una tarea de recolección.

En cada lugar donde se brindará una tarea de recolección se colocará el código QR de la consigna correspondiente y se distribuirán físicamente los elementos RAEE asociados a cada tarea y de los cuales, el usuario podrá elegir como respuesta. La Figura 3 muestra el lugar relevante donde se ubica la tarea 1 de recolección y los elementos RAEE asociados. Notar que cada elemento tiene su respectivo código QR.



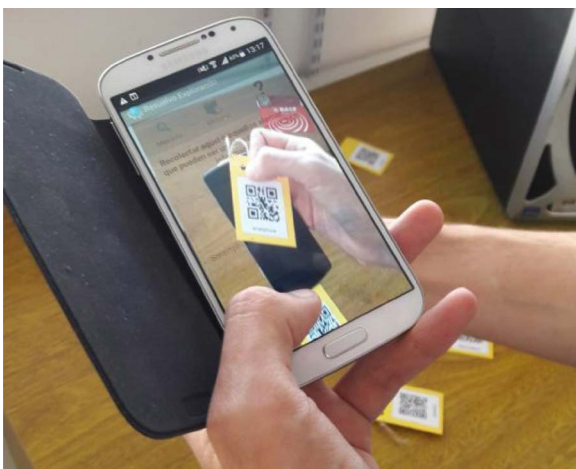
**Figura 3.** Configuración del lugar donde se brindará la Tarea de recolección 1.

Para usar la app, cuando el usuario llega al lugar de la tarea lee con el dispositivo móvil el código QR de la tarea y recibe la consigna asociada. La Figura 4 muestra a un usuario leyendo el QR de la Tarea 1 para recibir la consigna.



**Figura 4.** Lectura del QR con la consigna de la Tarea de recolección 1.

El usuario, al visualizar en su dispositivo la consigna, la analiza, y decide cuál o cuáles de los elementos RAEE disponibles en esa tarea, pueden ser recolectados para responder. La Figura 5 muestra al usuario leyendo el QR de un elemento de la tarea.



**Figura 5.** Usuario recolectando un elemento RAEE de la Tarea 1 (smartphone).

Al ser leído el código QR del elemento usando la app, se suma el nombre del elemento a una lista en el dispositivo móvil (Figura 6).

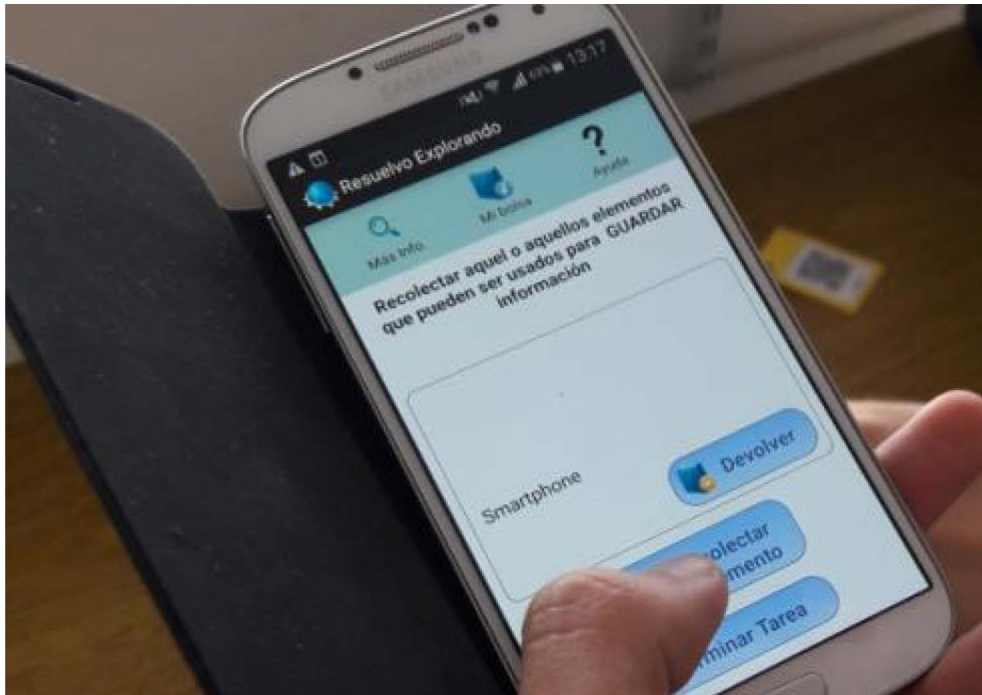


Figura 6. Visualización en la aplicación de un elemento RAEE recolectado.

Cuando el usuario determina que ya recolectó todos los elementos que considera adecuados para responder a la consigna recibida, finaliza la tarea. Al finalizar la tarea, podrá elegir entre depositar los elementos recolectados o ver su desempeño en la tarea de recolección.

En el desempeño de una tarea, se muestra qué elementos se recolectaron adecuadamente para la consigna recibida, cuáles de los que hubiese sido correcto recolectar no se recolectaron y cuáles de los recolectados no cumplen la consigna. La Figura 7 muestra un ejemplo de la pantalla de «Desempeño en la tarea».

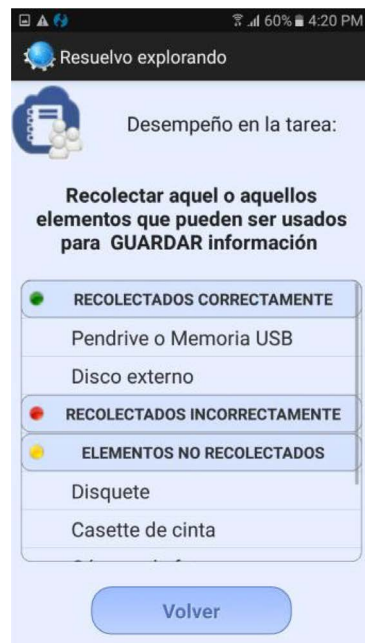


Figura 7. Desempeño en una tarea de recolección.

Cuando el usuario decide ir hacia el lugar donde se encuentran los depósitos (también nombrados como contenedores), en su dispositivo móvil, se le muestra en un plano (esquemático del lugar físico de uso) hacia dónde dirigirse desde la última tarea que realizó. Al llegar al lugar indicado, lee el código QR del contenedor en el que quiere depositar los elementos previamente recolectados. Luego, visualizará la lista de elementos recolectados y deberá seleccionar él o los elementos que desea depositar. La Figura 9 muestra la lista de elementos recolectados que un usuario desea dejar en el depósito asociado al Programa E-Basura.



**Figura 8.** Lista de elementos recolectados a ser depositados en el Programa E-Basura.

Luego de terminar la tarea que implica depositar elementos, también es posible visualizar el desempeño en la tarea de depósito. En dicha visualización, el usuario podrá validar si los elementos depositados realmente eran aceptados por el Programa. De esta forma el usuario aprenderá a conocer los tipos de equipos y componentes informáticos, su clasificación y si podrá entregarlos en el predio ubicado en la ciudad de La Plata para el Programa E-Basura.

La actividad finaliza cuando el usuario realiza las tres tareas de recolección y deposita todos los elementos recolectados.

Antes de cerrar la aplicación, es posible enviar un archivo con información del desempeño del usuario para que un responsable del Programa analice los resultados y pueda así proponer, por ejemplo, mejoras en actividades futuras.

## Resultados y Discusión

Este proyecto ha integrado de manera colaborativa y cooperativa a áreas de extensión, de gestión y de investigación. Por un lado, la Dirección de Concientización en Medio Ambiente de la Facultad de Informática ocupada en generar acciones tendientes a la responsabilidad en el cuidado del medio ambiente, por otro, el Programa E-Basura de la Universidad Nacional de la Plata, abocado a tratar la problemática de los residuos electrónicos vinculados a problemas de contaminación ambiental y problemas a la salud que podría generar una incorrecta disposición final de los mismos, luego, la experiencia de un centro de investigación que cuenta con una herramienta web de autor que permite configurar una aplicación

móvil educativa y finalmente, un proyecto de extensión universitaria de la Facultad de Informática orientado a trabajar con alumnos de escuelas primarias y secundarias en torno a la educación en temas del cuidado del medio ambiente. Todas estas aristas se articularon para aportar una app que pueda utilizarse para educar en la separación y clasificación de residuos electrónicos, informar y difundir acerca del Programa E-Basura, mostrar que la tecnología reciclada también puede ser utilizada para diversos fines, entre ellos, ejecutar la app. Además de la importancia de la recolección de datos del desempeño de los usuarios, de forma tal que puedan transformarse en información de retroalimentación al conjunto de las iniciativas así como de futuras mejoras de la aplicación.

Por otra parte, consideramos haber dado un aporte educativo en concientización en medio ambiente utilizando, a su vez, la misma tecnología que se recicla, contribuyendo a la informatización del Programa E-Basura.

Con esta herramienta educativa, se facilita la participación de alumnos universitarios y alumnos de escuelas primarias y secundarias para ser agentes de cambio en sus entornos educativos, así como la generación de campañas de recolección de residuos electrónicos en desuso y de celulares.

Entre los resultados más relevantes del proyecto, se pueden enumerar:

Co-diseño de una actividad para la educación y concientización ambiental. El desarrollo de esta actividad ha permitido una fuerte colaboración y cooperación entre investigación, extensión y gestión dentro de la institución de la UNLP, en particular la Facultad de Informática, nucleando tanto a los actores involucrados como así también a los proyectos y programas a los que pertenecen.

Aplicación móvil configurada e instalada en varios dispositivos móviles recuperados por el Programa E-Basura.

Participación en eventos de concientización en medio ambiente como fue el Día del medioambiente. En dichos eventos, los participantes, pudieron no solo usar la aplicación desde dispositivos recuperados por el Programa E-Basura y así, vivenciar la relevancia e impacto de poner en valor RAEE sino que además, al poder estar en contacto con elementos del tipo RAEE del mundo real y manipularlos. Se han abierto debates muy interesantes respecto a la evolución de los dispositivos en un corto lapso de tiempo y así, los jóvenes se han podido posicionar de otra manera ante las diferencias en las capacidades tecnológicas y ante la brecha generacional en estos temas con otros miembros de su familia.

Visitas a escuelas en el marco del Proyecto “Recicla tu compu – Recicla tu mundo”. Lo que nos ha permitido relevar mediante talleres con los alumnos, la motivación e interés generado en relación al Proyecto Recicla y a la concientización de un buen destino para los residuos RAEE a partir del uso de la aplicación “Resuelvo Explorando” configurada para esta temática.

Tanto la participación en eventos como las visitas a escuelas donde se ha usado la aplicación “Resuelvo Explorando”, ha permitido que los usuarios de la misma (participantes y alumnos) aprendan a reconocer en su entorno habitual (casa,

escuela, club, espacio laboral, etc.) elementos RAEE que hasta que no fueron manipulados para ser usados con la aplicación y consultada su definición, antes no sabían para que se usaban ni las consecuencias de desecharlos como residuo domiciliario. De los registros de uso de la aplicación y dada la edad promedio de uso de la aplicación en los casos de puesta en práctica, los elementos más consultados en el material adicional provisto desde la app, fue el disquete y el cassette de cinta.

Propuesta de proyecto para extender la herramienta Web de Autor para poder desarrollar nuevas aplicaciones móviles dentro del Programa E-Basura con diferentes fines, principalmente que ayuden al Programa a interactuar con el público a través de la tecnología favoreciendo la reducción de la brecha digital.

## Conclusiones

En este trabajo se presentó una experiencia de co-diseño de una actividad en el marco del Programa E-Basura, por parte de miembros de iniciativas de gestión, extensión e investigación. A partir del mismo, se configuró una aplicación educativa móvil que hace uso de elementos RAEE reciclados por el Programa E-Basura. El uso de la aplicación educativa móvil, se espera ayude a los procesos educativos y en la concientización de alumnos y público en general (usuarios), a la identificación de distintos tipos de RAEE (Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos) y a reconocer cuales son recibidos por el Programa E-Basura. Con su uso además se recolectan datos que permiten medir el conocimiento de los usuarios respecto al Programa E-Basura y en base a esto, podrían permitir establecer estrategias de mejora. Si bien los resultados obtenidos, son a partir de casos de estudio preliminares y acotados, se ha detectado motivación adicional por parte de los usuarios respecto al uso de la app propuesta y su uso ha favorecido a debates con los participantes respecto a la brecha de capacidades tecnológicas entre las diferentes generaciones de participantes.

## Referencias

- [Baldé et al., 2017] Baldé, C.P., Forti V., Gray, V., Kuehr, R., Stegmann, P. : The Global E-waste Monitor – 2017, United Nations University (UNU), International Telecommunication Union (ITU) & International Solid Waste Association (ISWA), Bonn/Geneva/Vienna.
- [Bonney et al., 2009] Bonney, R., Cooper, C. B., Dickinson, J., Kelling, S., Phillips, T., Rosenberg, K. V., & Shirk, J. (2009). Citizen science: a developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. *BioScience*, 59(11), 977-984.
- [Llitas et al., 2017] Llitas, A. B., Challiol, C., & Gordillo, S. E. (2017, October). Location-based mobile learning applications: a conceptual framework for co-design. In *2017 Twelfth Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)* (pp. 1-8). IEEE.



- [Llitteras et al, 2018a] Llitteras, A. B., Gordillo, S. E., Dal Bianco, P. A., & Corporaal, F. R. M. (2018, October). A customizable location-based Mobile Learning Prototype: A case of study. In *2018 XIII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)* (pp. 149-156). IEEE.
- [Llitteras et al., 2018b] Llitteras, A. B., Grigera, J., dal Bianco, P. A., Corporaal, F. M., & Gordillo, S. E. (2018, October). Challenges in the design of a customized location-based mobile learning application. In *2018 XIII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO)* (pp. 315-321). IEEE.
- [MozzonCorporaal et al., 2018] MozzonCorporaal, F. R., Dal Bianco, P. A., Llitteras, A. B., Grigera, J., & Gordillo, S. E. (2018). Una herramienta de autor web para generar aplicaciones educativas basadas en posicionamiento con interacción física. In *XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación (La Plata, 2018)*.
- [Traxler, 2009] Traxler, J. (2009). *Learning in a mobile age. International Journal of Mobile and Blended Learning (IJMBL)*, 1(1), 1-12.
- [Strasser et al., 2019] Strasser, B. J., Baudry, J., Mahr, D., Sanchez, G., & Tancoigne, E. (2019). "Citizen Science"? Rethinking Science and Public Participation. *Science & Technology Studies*, 52-76.
- [Wiggins and Crowston, 2011] Wiggins, A., & Crowston, K. (2011, January). From conservation to crowdsourcing: A typology of citizen science. In *2011 44th Hawaii international conference on system sciences* (pp. 1-10). IEEE.

## Financiamiento

La experiencia plasmada en el presente artículo está realizada por diversos actores de la universidad. Por un lado, el Programa E-Basura se encuentra financiado para su funcionamiento por la UNLP, por otro la mayoría de los integrantes son docentes investigadores de la Universidad Nacional de La Plata, que además desempeñan su trabajo desde los respectivos Laboratorios de Investigación, lo mismo que la Dirección de Concientización en Medio Ambiente que es financiada por la Facultad de Informática. Por otro lado, el proyecto de extensión "Recicla tu Compu - Recicla tu Mundo" fue presentado en la convocatoria a proyectos de extensión universitaria 2018 y subsidiado por un año con un monto de 20.000\$.