

## Economía circular e innovación social aplicada a los residuos electrónicos. Caso de estudio EKOA UNLP

Circular economy and social innovation applied to electronic waste. EKOA UNLP case study

VIVIANA AMBROSI<sup>1 y 2</sup>  
ambrosi.viviana@gmail.com  
ORCID 0009-0008-4882-9770

JORGE BELLAVITA<sup>1</sup>  
jorge.bellavita@ekoa.unlp.edu.ar

NÉSTOR CASTRO<sup>1</sup>  
nestor.castro@ekoa.unlp.edu.ar

LUCÍA BERGAMINI<sup>1</sup>  
lucia.bergamini@ekoa.unlp.edu.ar

<sup>1</sup>Universidad Nacional de La Plata

<sup>2</sup> Comisión de Investigaciones Científicas de la Provincia de Buenos Aires

Recibido: 22-11-2023

Aceptado: 27-04-2024

Publicado: 09-12-2024

### RESUMEN

EKOA es una iniciativa de la Universidad Nacional de La Plata que desde el 2009 se propuso dar una solución a la problemática de los residuos electrónicos trabajando por la inclusión digital, la equidad social, la educación y la protección ambiental.

Con el objetivo de transformar un problema en beneficios para la sociedad y el ambiente, EKOA implementa un modelo de economía circular y social. Entre sus muchas actividades se encuentran la reutilización tecnológica de aparatos eléctricos y electrónicos para su donación a diversas instituciones del país contribuyendo con la alfabetización digital, la reducción de la brecha social de sectores vulnerables de la comunidad, la formación laboral y educación ambiental, la disposición final segura a los RAEE y el involucramiento de toda la comunidad. A este modelo se suman acciones que fomentan alianzas estratégicas, actividades de I+D, involucramiento de estudiantes universitarios, y acciones que redunden en sociedades más justas y más sostenibles.

**PALABRAS CLAVE:** RAEE, residuos, economía circular; EKOA, gestión de residuos, inclusión, residuos electrónicos.

### ABSTRACT

EKOA is an initiative of the Universidad Nacional de La Plata that since 2009 has set out to provide a solution to the problem of electronic waste by working for digital inclusion, social equity, education and environmental protection.

With the aim of transforming a problem into benefits for society and the environment, EKOA implements a circular and social economy model. Among its many activities are the technological reuse of electrical and electronic devices for donation to various institutions in the country, contributing to digital literacy, the reduction of the social gap in vulnerable sectors of the community, job training and environmental education, the provision of safe disposal of WEEE and the involvement of the entire community. Added to this model are actions that promote strategic alliances, R&D activities, involvement of university students, and actions that result in fairer and more sustainable societies.

**KEYWORDS:** WEEE, waste, circular economy, EKOA; waste management, inclusion, electronic waste.



## Novedad u originalidad local en el conocimiento

El Programa EKO<sup>1</sup> de la UNLP<sup>2</sup> es un referente local y nacional en la temática de los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE). Su objetivo es transformar el problema generado por este tipo de residuos en múltiples beneficios sociales, ambientales, culturales y económicos. Parte de su originalidad, además de ser implementado desde una universidad, radica en la forma de afrontar e integrar estos conceptos para tener un rol transformador. Por un lado, participa en la cadena de gestión de los RAEE y aplica un modelo de economía circular, recuperando equipamiento informático que luego es donado a diversos tipos de instituciones para reducir brechas sociales-digitales. Además, implementa iniciativas en el ámbito educativo en territorio, trabajando directamente en escuelas en concientización ambiental y, a través de cursos de formación, mejorando las condiciones y competencias para la empleabilidad de las personas. Asimismo, fomenta una disposición final segura, incorpora el borrado seguro de la información en los dispositivos recibidos, promueve actividades de Responsabilidad Social Empresarial (RSE) para la recepción de equipamiento y realiza alianzas con diversos organismos nacionales e internacionales para la búsqueda de soluciones locales, participando en diversos proyectos de investigación.

En 2018 se constituyó como Planta Piloto Experimental de residuos electrónicos como fruto del convenio de colaboración internacional para la implementación de "E-waste Pilot Plant Project"<sup>3</sup>. Un proyecto conjunto entre la International Telecommunications Union (ITU) un organismo de Naciones Unidas y la UNLP, firmado en 2017 y puesto en marcha en 2018.

## Grado de relevancia

EKO<sup>4</sup> es relevante en el contexto de la implementación de políticas públicas, en la vinculación con objetivos estratégicos, y con sectores de la sociedad civil debido a su enfoque integral. Por un lado, está relacionado a las políticas públicas del Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires que desea generar un ecosistema provincial de gestión de RAEE a través de: la Resolución 269/19<sup>4</sup> para la refuncionalización aparatos eléctricos y electrónicos, y la Resolución 331/23<sup>5</sup> que solicita a las empresas y organismos (Universidades incluidas) que tengan un Plan de Gestión de RAEE priorizando la refuncionalización. Por otro lado, forma parte del Plan Estratégico de la UNLP<sup>6</sup> el cual reúne las principales líneas de acción que marcan el rumbo de la universidad en los próximos años.

EKO<sup>7</sup>, además, está certificado como Gestor Refuncionalizador<sup>7</sup> desde el 2022. Véase la imagen del certificado en la figura 1. Por ello, y por su experiencia fue elegido por el Ministerio Provincial como capacitador de Cooperativas de Trabajo que deseen convertirse en Gestores Refuncionalizadores a nivel provincial.

Como se mencionó anteriormente, EKO<sup>8</sup> cuenta con una Planta Piloto de gestión de RAEE en convenio con la International Telecommunications Union (ITU) con el objetivo de dar una contribución a la Agenda 2030, que busca reducir los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos a través de la implementación de estándares internacionales, la promoción de una economía circular y la certificación de entidades que reciclen y refuncionalicen residuos electrónicos.

<sup>1</sup> Véase la página web <https://ekoa.unlp.edu.ar/>

<sup>2</sup> Véase la página web <https://unlp.edu.ar/>

<sup>3</sup> Véase el proyecto en <https://www.itu.int/net4/ITU-D/CDS/projects/display.asp?ProjectNo=2ARG17013> y el video promocional del proyecto [https://www.youtube.com/watch?v=MwjVGHdvCho&ab\\_channel=ITU](https://www.youtube.com/watch?v=MwjVGHdvCho&ab_channel=ITU)

<sup>4</sup> Véase la Resolución 269/19 en <https://normas.gba.gob.ar/ar-b/resolucion/2019/269/204793>

<sup>5</sup> Véase la Resolución 331/23 en <https://normas.gba.gob.ar/ar-b/resolucion/2023/331/379522>

<sup>6</sup> Véase el Plan Estratégico de la Universidad Nacional de La Plata en [https://unlp.edu.ar/plan\\_estragico/](https://unlp.edu.ar/plan_estragico/)

<sup>7</sup> Véase la Resolución como Gestor Refuncionalizador en



Figura 1. Imagen del certificado que entregó el Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires al Programa EKOVA por haber cumplido con los requisitos para ser Gestor Refuncionalizador.

Figure 1. Image of the certificate issued by the Ministry of Environment of the Province of Buenos Aires to the EKOVA Program for meeting the requirements to become a Refuncionalization Manager.

### Grado de pertinencia

A nivel mundial, hay un incremento acelerado en la producción, consumo y descarte de RAEE. Este tipo de residuos presenta múltiples problemas y desafíos. Uno de ellos es que una incorrecta disposición final y gestión puede provocar contaminación por su toxicidad, preocupando a diversos sectores debido a los riesgos que conlleva al ambiente y la salud.

Según reporte de Forti et al (2020)<sup>8</sup> Argentina generó 465.000TN de RAEE en 2019, 10kg.

<sup>8</sup> Véase el reporte “The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential” en [https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM\\_2020\\_def\\_july1\\_low.pdf](https://ewastemonitor.info/wp-content/uploads/2020/11/GEM_2020_def_july1_low.pdf)

<sup>9</sup> Véase en el Manual de Gestión de RAEE del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Nación. pág. 22 <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/control/manual-raee>

por h/año. Presentando, además, en Sudamérica bajos índices de reciclaje y recuperación<sup>9</sup>.

Argentina posee un creciente aumento de la pobreza y las desigualdades sociales que impiden el acceso a adquirir tecnología. Según INDEC en 1° semestre de 2023<sup>10</sup> 56,2% de los niñas/os de 0 a 14 años son pobres. El 4° trimestre del 2022 registró que en el Gran Buenos Aires en niñas/os un 38.3% no tienen computadoras y 8,2% no tienen internet; y en el Noreste del país un 47.8% no tienen computadora y 1,7% no tienen internet<sup>11</sup>.

<sup>10</sup> INDEC es el Instituto Nacional de Estadística y Censos de la República Argentina. Véase el informe recuperado en [https://www.indec.gob.ar/uploads/informes-deprensa/eph\\_pobreza\\_09\\_2326FC0901C2.pdf](https://www.indec.gob.ar/uploads/informes-deprensa/eph_pobreza_09_2326FC0901C2.pdf)

<sup>11</sup> Datos obtenidos a través de la página web de Télam digital Agencia Nacional de Noticia. Nota recuperada en <https://www.telam.com.ar/notas/202305/628541-hogares-acceso-internet.html>

EKOA cuenta con capacidad de desarrollo, más de 14 años de experiencia trabajando en mitigar y contribuir a la búsqueda de soluciones. Así, la pertinencia de EKOA radica en su capacidad para abordar el problema de los RAEE, proporcionando una solución práctica y sostenible. Además, al promover inclusión digital y educación ambiental, contribuye a resolver otros problemas en el contexto Argentino, como son la brecha digital y la falta de conciencia ambiental en gran parte de la sociedad y en instituciones.

### Grado de demanda

Los agentes demandantes incluyen a las comunidades locales que necesitan acceso a la tecnología, requieren información para la educación ambiental, adquirir y certificar competencias laborales, y una solución para la gestión de sus propios RAEE. También, las organizaciones gubernamentales nacionales e internacionales buscan promover la inclusión digital, reducir las desigualdades, la generación de empleo y competencias, la sensibilización, la mitigación y protección ambiental, la búsqueda de conocimiento y de soluciones I+D.

El agente adoptante es la propia universidad que ha apostado a esta iniciativa alineada con los Objetivos del Desarrollo Sostenible<sup>12</sup>, y que también ha incluido en su Plan estratégico.

En el apartado *Financiamiento* se mencionan todas las instituciones y organismos que han actuado como agentes financiadores a lo largo de los años, permitiendo así el desarrollo de algún eje de la iniciativa.

De esta forma se muestra que no sólo se trata de una línea de investigación, sino que implicó un conocimiento de la demanda en territorio, de la problemática ambiental y social generada por los RAEE, y de la necesidad de los organismos públicos y privados de dar distintos tipos de soluciones a través de la academia.

### Desarrollo del producto

EKOA es una iniciativa que desde el 2009 se propuso dar una solución a la problemática de los residuos electrónicos trabajando por la inclusión digital, la equidad social, la educación y la protección ambiental. Siendo su objetivo transformar un problema en beneficios para la sociedad y el ambiente, implementa un modelo de economía circular y social.

Entre sus muchas actividades se encuentran la reutilización tecnológica de aparatos eléctricos y electrónicos para su donación a diversas instituciones del país contribuyendo con la alfabetización digital, la reducción de la brecha social de sectores vulnerables de la comunidad, la formación laboral y educación ambiental, la disposición final segura a los Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) y el involucramiento de toda la comunidad.

Las actividades realizadas para la reutilización tecnológica incluyen:

**Recibir equipamiento:** que es entregado por empresas, instituciones, particulares, y por la propia UNLP. Los equipos y materiales se clasifican, almacenan y preparan para su reparación, refuncionalización, desmantelamiento o su posterior donación. Los elementos que se reciben corresponden a la línea de las TIC (CPU, monitor, teclado, mouse, impresora, notebook, tablet, celulares, entre otros).

**Refuncionalizar equipamiento:** el objetivo es reparar, reacondicionar, y reutilizar partes y componentes para obtener equipos que luego serán entregados por medio de las distintas líneas de acción como se describe posteriormente. La actividad de refuncionalización de equipos incluye todo el proceso de reparación y verificación del hardware, borrado seguro de información (ver Sanitización de medios de información), instalación del sistema operativo, configuración y puesta a punto, finalizando con un test intensivo de estrés para comprobar el correcto funcionamiento.

<sup>12</sup> Para más información acerca de los ODS del Programa véase en [https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-](https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Documents/2018/Successful-electronic-waste-management-initiatives.pdf)

[Change/Documents/2018/Successful-electronic-waste-management-initiatives.pdf](https://www.itu.int/en/ITU-D/Climate-Change/Documents/2018/Successful-electronic-waste-management-initiatives.pdf)

**Entregar equipamiento:** Finalmente se procede a destinar, en forma gratuita, el equipamiento informático refuncionalizado. Este es uno de los ejes fundamentales del Programa EKO. Existen varias líneas de acción:

- *Reciclaje inclusivo:* orientada a reducir las desigualdades sociales y las brechas digitales generadas por la falta

de acceso a la tecnología (TIC). Destinado a instituciones de bien público y sin fines de lucro de Argentina, muchas de ellas ubicadas en zonas vulnerables y con problemas socioeconómicos, que solicitan computadoras. Estos equipos son entregados en comodato. Véase figura 2.



Figura 2. Imagen de donación al Hospital San Juan de Dios en el año 2022.

Figure 2. Image of a donation to the San Juan de Dios Hospital in 2022.

- *Tu PC para Estudiar:* es un programa de becas destinado a estudiantes de la UNLP para que puedan acceder a computadoras para completar sus estudios. De esta forma se contribuye a la igualdad de oportunidades. Estos equipos son entregados en comodato.

Además, para estudiantes que tienen la beca se ha implementado una Mesa de Ayuda a través de la cual se les brinda asistencia técnica. Véase en la figura 3.



Figura 3. Imagen de una alumna de la Universidad Nacional de La Plata recibiendo una caja con una notebook por dentro. Esta donación es correspondiente a la línea Beca tu PC para estudiar.

Figure 3. Image of a student from the National University of La Plata receiving a box containing a laptop. This donation is part of the "Scholarship for Your PC to Study" program.

- **Circularidad de Tecnología:** a través de esta línea se entregan equipos informáticos a Presidencia UNLP y a otras dependencias. Estos equipos son entregados en cadena de custodia.
- **UNLP en Territorio:** a través de esta línea se atienden diferentes iniciativas de otros proyectos de la UNLP y se acciona en territorio siendo la UNLP el nexo entre distintas instituciones. Estos equipos son entregados en

cadena de custodia o en comodato según el caso.

**Sanitizar medios de almacenamiento de información:** La normativa provincial obliga a todo gestor refuncionalizador a ejecutar algún proceso de destrucción de la información digital.

Se dispone de varios procedimientos que van desde desvincular el medio de almacenamiento del equipo, quitar cualquier tipo de rastro de etiquetado, borrado seguro de la

información a través de métodos no destructivos del medio de almacenamiento con herramientas de software con licencia que emiten el respectivo certificado, hasta la utilización de equipamiento de destrucción del medio físico realizadas en el Laboratorio de Sanitización de Medios de la Planta Piloto EKO. La misma cuenta con equipo desmagnetizador y equipo de quiebre de platos. Ambos emiten certificados y cumplen normas internacionales.

**Desmantelar equipamiento:** EKO. trabaja con un modelo de economía circular, es decir que aquel material que no puede ser reutilizado pasa por un proceso de desmantelamiento para sacar piezas y repuestos para volverlos al circuito de armado, o ciertas corrientes de materia prima que pueden ser separadas para su posterior reciclado/comercialización como insumo productivo.

**Realizar disposición final:** Aquellos materiales que no pueden recuperarse, reutilizarse, o reciclarse por ser considerados residuos especiales, son enviados a una disposición final segura por medio de empresas Gestoras que cuenten con la respectiva certificación ambiental de la provincia de Buenos Aires para tratar este tipo de residuos.

Las actividades realizadas vinculadas a formación y generación de competencias laborales incluyen:

- Prácticas pre-profesionales: Destinadas a estudiantes de escuelas técnicas y de la Universidad.
- Pasantías académicas: Destinadas a estudiantes secundarios de diversas modalidades educativas.
- Becas de experiencia laboral: Destinadas a estudiantes de la UNLP para formar parte del programa EKO.
- Asistencia para trabajos de grado: se brinda a estudiantes de la UNLP derivados por docentes o por bien por elección propia.
- Cursos de armado y reparación de PC con conciencia ECO: Con el objetivo de mejorar las capacidades y fomentar la inserción laboral de diversos sectores sociales se dictan cursos y talleres

con modalidad escuela de oficios de distinta complejidad y duración. Al finalizar la capacitación los y las estudiantes reciben su correspondiente certificación. Desde hace un par de años estos cursos están destinados a estudiantes de la UNLP y se dictan en el primer y segundo semestre.

- Capacitación para cooperativas de reciclaje de la provincia de Buenos Aires: Se pusieron en marcha los cursos del “Programa de formación para la refuncionalización de Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE-TIC)”. Con dos niveles: “Operador Auxiliar de Planta Gestora de RAEE con foco en la refuncionalización de TIC” y “Operador Técnico de Planta Gestora de RAEE”. El objetivo es capacitar a los integrantes de las cooperativas de reciclaje de la provincia de Buenos Aires para integrarse en el proceso de gestión y refuncionalización de RAEE provenientes de las TIC. Estos cursos son proyectos financiados por OEI, Ministerio de Ambiente de la provincia de Bs. As. y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Nación IMPACTAR.

Las actividades realizadas vinculadas a educación y sensibilización ambiental incluyen:

- Proyecto “Recicla Tu Compu - Recicla Tu Mundo”: proyecto específico de extensión universitaria destinado a dar charlas de concientización ambiental en escuelas acerca de los RAEE.
- Jornadas ambientales, stands en muestras y exposiciones, campañas de recolección de equipos electrónicos, campañas de recolección de celulares, charlas en instituciones y empresas, y visitas de escuelas a la Planta Piloto de EKO.

Desde el 2009, el compromiso de EKO es trabajar para la concientización y la educación ambiental de forma tal de llevar a la práctica acciones que aporten al bienestar ecológico del planeta. Es de vital importancia el conocimiento pleno de los riesgos que pueden generar los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, por ello es necesario debatir

sobre el ambiente y la responsabilidad social que a cada sujeto/institución le corresponde individualmente.

### Información sobre el patentamiento o registro de la innovación o desarrollo

Se realizó un proceso de cambio marcarío en el año 2022, que hasta ese momento era conocido como Programa E-Basura. Para ello, se procedió a un nuevo registro en el Instituto Nacional de la Propiedad Industrial (INPI) de Argentina para proteger un signo distintivo de producto y de servicios vinculados a EKO.A.

Fueron solicitadas: **Clase 9** vinculada a equipos para el tratamiento de la información y ordenadores. **Clase 37** vinculada a reparación; servicios de instalación. **Clase 40** vinculada a tratamiento de materiales. **Clase 41** vinculada a actividades culturales, educación; formación; **Clase 42** servicios científicos y tecnológicos así como servicios de investigación y diseño relativos a ellos; servicios de análisis y de investigación industrial; diseño y desarrollo de ordenadores y software.

### Financiamiento

Las fuentes de financiamiento que hicieron posible este desarrollo son:

- La Universidad Nacional de La Plata dispone recursos económicos y de personal para afrontar el presente desafío. Paga becas y contratos, cubre costos de operatoria diaria y costos de adquisición de insumos de hardware para la refuncionalización y reparación de aparatos electrónicos muchos de los cuales vienen canibalizados (sin discos, memorias u otros componentes).
- Convenio con el gobierno de la provincia de Buenos Aires, que brinda el espacio de funcionamiento en Tolosa, cedido en 2012.

- Contribución de empresa que provee internet gratuitamente en la Planta.
- Gran parte del trabajo es realizado gracias a la recepción de equipamiento electrónico en desuso, el cual es entregado por varias empresas enmarcadas en sus acciones de Responsabilidad Social Empresarial y Corporativa, lo cual ha permitido llegar con gran cantidad de computadoras y Notebook a la comunidad local y Universitaria.

Por otro lado, a lo largo de los años se ha recibido financiamiento de organismos nacionales e internacionales. En cuanto a los organismos internacionales se pueden mencionar: el Banco Mundial que ha financiado el proyecto “Youth Employability and Social Inclusion Improvement Project. 2011”; la Organización de Estados Iberoamericanos (OEI) que financia el proyecto “Capacitaciones que emplean” área Educación y Trabajo (2023), y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) para la puesta en marcha de la Planta Piloto ITU-UNLP.<sup>13</sup>

En cuanto a los organismos nacionales se pueden mencionar: el Ministerio de Ambiente de la Provincia de Buenos Aires que financia proyectos para la formación y el dictado de cursos a cooperativas de recicladores urbanos que deseen incursionar e inscribirse como gestores refuncionalizadores. El Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación de la Nación Argentina que financia el proyecto IMPACTAR Ciencia y Tecnología para el Desafío 19.

### Agradecimientos

A toda la comunidad, instituciones y empresas que han colaborado con el Programa desde el año 2009, demostrando su confianza en la UNLP. Asimismo, extendemos nuestro reconocimiento a todo el equipo del programa por su compromiso diario con la educación, la inclusión y la preservación del ambiente.

<sup>13</sup> Difusión de cada uno de los proyectos se realizó a través de <https://ekoa.unlp.edu.ar/actividades/> y de las

redes sociales [https://www.instagram.com/ekoa\\_unlp/](https://www.instagram.com/ekoa_unlp/) <https://www.facebook.com/ekoa.unlp/>

### Referencias bibliográficas

Forti, V., Balde, C. P., Kuehr, R., y Bel, G. (2020). *The Global E-waste Monitor 2020: Quantities, flows and the circular economy potential*. United Nations University.

International Telecommunication Union (2018); *Successful electronic waste management initiatives*. International Telecommunication Union.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación (2020). *Manual Gestión Integral de RAEE. Los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, una fuente de trabajo decente para avanzar hacia la economía circular*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de la Nación - Organización Internacional del Trabajo para Argentina. <https://www.argentina.gob.ar/ambiente/control/manual-raee>