

6

Baterías de ácido plomo usadas (BAPU)

*Cuando la demanda supera la oferta
y la informalidad opera*

ANA B. STEVANATO¹

En este capítulo, se trabajará la cuestión de las baterías de ácido plomo usadas (BAPU). Las secciones que siguen abordarán: (6.1) las características de los materiales contenidos en las BAPU, las problemáticas ambientales asociadas y el estado de situación actual con relación al manejo de este tipo de residuo, incluyendo normativa, así como diversas políticas y acciones vinculadas; (6.2) las experiencias, oportunidades y obstáculos vinculados a la separación en origen y recolección diferenciada; (6.3) las experiencias, obstáculos y oportunidades para la valorización; y (6.4) las recomendaciones para avanzar hacia una economía circular inclusiva y sortear los obstáculos examinados.

¹ Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); Instituto de Investigaciones Políticas (IIP) y Área de Ambiente y Política (AAP), Escuela de Política y Gobierno (EPyG), Universidad Nacional de San Martín (UNSAM); y Red de Investigación y Acción sobre Residuos (RIAR). Correo electrónico: astevanato@unsam.edu.ar.

6.1. Materiales, características y estado de situación

Las baterías de ácido plomo son un componente fundamental de los automóviles, que permiten almacenar energía eléctrica para luego poder liberarla cuando el vehículo se conecta a un circuito de consumo externo (por lo general, un motor a combustión). En la actualidad, todos los automóviles poseen una, por lo que su utilización es masiva. Asimismo, también son utilizadas en las industrias, por ejemplo para las telecomunicaciones, la generación y almacenamiento de energía eléctrica generado por turbinas eólicas, para iluminación, etc. (OMS, 2017).

La primera batería moderna fue inventada por Alessandro Volta en 1800, produciendo que por primera vez se produjera un flujo estable de electricidad cuando el extremo superior e inferior de dicha pila se unían mediante un cable (Martinez Mediza, 27 de mayo de 2011). A partir de entonces, dicho invento fue mejorado por sucesivos científicos hasta llegar, en 1860, a la invención de la primera batería de ácido y plomo creada por Gastón Planté. En este caso, esta batería permitía la autorrecarga, lo que la hacía ideal para la incipiente industria automotriz (Ticxe, 17 de noviembre de 2016). Con el correr del tiempo, dicho invento se fue mejorando, impidiendo que hubiese derrames de ácido y mejorando los sistemas de ventilación. Finalmente, ya en el nuevo milenio y con la aparición de los vehículos eléctricos, se han dado nuevas mejoras en las baterías, a las que se añadió mayor tamaño y voltaje. Es por ello por lo que han comenzado a utilizarse baterías en base a litio-ion, reemplazando a las de ácido plomo.

A pesar de los avances tecnológicos, el parque automotriz mundial, y especialmente el argentino, es preponderantemente a combustión, por lo cual la utilización de baterías de ácido plomo sigue siendo masiva. Estas baterías permiten que, gracias a un proceso electroquímico, se pueda almacenar energía eléctrica en forma de energía química, la cual es liberada cuando se conecta a un circuito de consumo

externo (PAGE, 2021). Estas baterías se componen de un material considerado activo, o sea, placas positivas y negativas, las cuales son de plomo; una solución diluida de ácido sulfúrico y una carcasa plástica, generalmente de polipropileno, copolímeros, PCV y/o polietileno; y otras sustancias como antimonio, arsénico, bismuto, cadmio, cobre, calcio, plata, estaño, sulfato de bario, negro de humo y lignina (UNEP, 2003). De todos estos componentes, el principal en cuanto a volumen y peso es el plomo. Su cantidad varía dependiendo de la batería y de cuál sea el uso que va a dársele. Sin embargo, en promedio, la batería de un automóvil tiene 10 kg de plomo, mientras que la de un vehículo pesado tiene 13 kg y la de una motocicleta tiene 2 kg (SmithBucklin Statistics Group, 2014; Convenio de Basilea, 2015).

En Argentina existe una importante cantidad y variedad de fábricas de baterías de ácido plomo, a las que deben sumarse aquellas baterías que entran al país a través de la importación. Estas últimas son ingresadas al país por empresas automotrices y algunas marcas que se encuentran posicionadas en el mercado, como Moura, Magneti Marelli, Bosch, etc. En cuanto a las fabricadas en el país, funcionarios consultados, y vinculados a la temática, comentan que el mercado puede categorizarse en distintos tipos de productores. En primer lugar, aparecen aquellas empresas que son subsidiarias de empresas internacionales, a las que usualmente se las menciona como “de primera marca” (p.e. Unionbat, Moura, Bosch, etc.). En segundo lugar, se encuentran las fábricas que son propiamente argentinas. De estas, algunas están mejor posicionadas en el mercado y sus productos cumplen con ciertos estándares de calidad (p.e. Mateo Hermanos S.A. y Herbo). Luego, aparecen las denominadas “segundas marcas”, que se caracterizan por tener menos durabilidad que los dos grupos anteriores (p.e. Detroit SRL, Porba, Hardbat, etc.). Y finalmente, están las llamadas “terceras marcas”, que son aquellas fábricas que no están registradas en el mercado, que venden sus productos a través de redes minoristas informales. Es en este último

caso donde más abunda el comercio informal e ilegal de plomo.

En Argentina no existen valores oficiales sobre las BAPU generadas anualmente. En 2020 un estudio estimó que se producían 5.826.000 BAPU anuales, lo que representaba 87.389 t de residuos, de los cuales 56.803 t son plomo (PAGE, 2021). Por su parte, en entrevistas con funcionarios de la provincia de Buenos Aires, quienes se encuentran en proceso de publicación de un estudio realizado sobre el tema, ellos estimaron que, en 2021, a nivel nacional, se generaron 6.300.000 BAPU anuales, mientras que en la provincia de Buenos Aires se produjeron 3.000.000 BAPU, lo que equivale 24.800 t de plomo. Explicaron que solo el 23 % de las BAPU tiene algún tipo de trazabilidad, mientras que el resto (más de un 75 %) ingresan a la economía informal, lo que significa que hay aproximadamente 19.000 t de plomo que se manipulan sin ningún tipo de control.

La vida útil de una batería de ácido plomo ronda entre los 30 y los 55 meses (Convenio de Basilea, 2015). La variación en su duración está dada por factores como la composición de la batería, el modo de uso y el mantenimiento que recibe. Cuando estos dispositivos ya no pueden ser recargados o dejan de funcionar, acaban su vida útil y se convierten en un residuo. A estos se les llama “batería de ácido plomo usada” (BAPU). Las BAPU son residuos peligrosos, debido a que están compuestas por plomo y ácido sulfúrico, lo que representa un riesgo importante para la salud y el ambiente si no reciben un correcto tratamiento y disposición final (Ramírez Peña, 2014). A pesar de ello, tienen grandes potencialidades de recuperación y tratamiento, ya que todos sus componentes son reciclables e incluso muy valiosos en el mercado (OMS, 2017). Según los expertos, del plomo se puede recuperar entre un 95 % y un 99 % del total. Este, que es considerado un metal relativamente escaso, luego se utiliza principalmente para la fabricación de nuevas baterías. Es por esta razón por la que, contrariamente a lo que

sucede con muchos otros residuos, para las BAPU existe un importante mercado tanto formal como informal de recuperación de plomo. Por su parte, los plásticos, tras ser descontaminados, también pueden ser reciclados. Mientras que la solución electrolítica, a base de ácido sulfúrico, puede ser neutralizada y desechada o puede utilizarse para nuevas baterías (Convenio de Basilea, 2015).

El hecho de que la mayor parte de los componentes de las BAPU sean residuos peligrosos implica que estas importan un riesgo para la salud y el ambiente si no reciben un correcto tratamiento (Ramírez Peña, 2014). Los mayores riesgos se dan cuando las BAPU liberan vapores de plomo, arsénico, antimonio, bario, cadmio y dióxido de azufre (OMS, 2017) o cuando se producen derrames y salpicaduras de ácido sulfúrico. En la salud, la intoxicación por plomo, sea a través de la inhalación o la ingestión, es extremadamente peligrosa, perjudicando principalmente al sistema nervioso central, el hígado, los riñones y los huesos, pudiendo causar la muerte (OMS, 31 de agosto de 2022). La intoxicación con plomo puede conducir al saturnismo (O'Malley y O'Malley, 2022). Por lo general, los efectos de la intoxicación por plomo crónica suelen ser irreversibles. Esta intoxicación se da predominantemente entre trabajadores del sector, niños y mujeres en edad reproductiva. Más aún, la intoxicación por plomo es considerada como la principal enfermedad ambiental prevenible de la niñez, debido a que los niños se encuentran más cerca del suelo e ingieren partículas provenientes del mismo (García, 2014). Las fuentes de exposición humana son, en mayor medida, de origen antropogénico (si bien existen casos donde hay exposición a fuentes naturales, como es el caso de las erupciones volcánicas), entre las que sobresalen la minería y procesamiento de plomo, la fabricación y reciclado de baterías, y la fundición de chatarra (cables para la recuperación de cobre, tuberías de plomo, etc.) (OMS, 31 de agosto de 2022). Por otro lado, también son comunes en los casos de incorrecta disposición de las

BAPU las quemaduras por ácido sulfúrico en la piel y los ojos, como así también los problemas de distinta gravedad causados en el tracto respiratorio (Acosta y Corallo, 2021).

En cuanto a la normativa, a nivel internacional, el Convenio de Basilea sobre el Control de los Movimientos Transfronterizos de Desechos Peligrosos y su Eliminación fue aprobado en 1989. En el mismo, en el Anexo VII A-1160 se considera a las BAPU, cualquiera sea su forma, como residuo peligroso. Este convenio entró en vigor en Argentina en 1992 tras la sanción de la Ley N.º 23.922. A partir de ellos, han surgido a lo largo del tiempo publicaciones que orientan a las autoridades locales, productores, recuperadores, etc., sobre cómo debe ser su tratamiento². Específicamente, el Centro Regional Basilea para América del Sur, con sede en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, tiene una serie de proyectos y acciones específicas para el tratamiento y gestión de las BAPU, abogando por la responsabilidad extendida del productor y realizando capacitaciones por medio de *workshops*³. Todas estas acciones tienen como finalidad preparar a los funcionarios y demás actores involucrados, y son de carácter voluntario. Pese a ello, puede considerarse que, tanto a nivel nacional como internacional, el Convenio de Basilea se ha convertido en la instancia más importante de construcción de la agenda pública sobre el manejo de BAPU.

A nivel nacional, no existe normativa específica que regule el tratamiento y disposición de las BAPU ni que establezca la responsabilidad extendida del productor, más allá de la Resolución MAyDS N.º 522/16 de residuos especiales de generación universal (REGU), donde son mencionadas las BAPU (Anexo I). En este caso, se establece que el Estado nacional debe coordinar con los municipios programas, procedimientos y sistemas de gestión sustentable de

² Para mayor información sobre el manejo de las BAPU, puede consultarse los siguientes manuales: Convenio de Basilea (2004, 2015 y 2021).

³ Para más información, se puede consultar Acosta y Corrallo (2021)

estos residuos, especialmente la recolección diferenciada. Además, en su artículo cuatro, se establece la responsabilidad posconsumo, por lo que la financiación y gestión de estos residuos queda a cargo del productor. Por otro lado, teniendo como base el Convenio de Basilea, y debido a los materiales que las conforman, las BAPU quedan comprendidas dentro de la ley nacional N.º 24.051/92 de Residuos Peligrosos. De hecho, en su Anexo I aparecen enumerados como residuos peligrosos el plomo (Y31), el ácido sulfúrico (Y34) y las demás sustancias que la conforman como el antimonio (Y27), arsénico (Y24), cadmio (Y26) y cobre (Y22). Dicha normativa establece la responsabilidad del generador del residuo a la hora de hacerse cargo de su disposición final. Sin embargo, esto solo es aplicado cuando el generador es una industria o similar, mientras que no contempla a los generadores domiciliarios. También a nivel nacional, la entonces Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano, por medio de la Resolución N.º 544/94, establece la obligatoriedad de los vendedores de baterías de ácido plomo de recibir las BAPU, debiendo contar con un registro, en el ámbito de la entonces Dirección Nacional de Registro Oficial, donde se identifican a los usuarios que entregan dichos residuos. Sin embargo, no se establece la obligación del consumidor de devolver las BAPU a lugares autorizados. Finalmente, si bien no tiene carácter normativo, debe mencionar que el Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) y el Centro Regional Basilea para América del Sur redactaron en forma conjunta el documento “Esquemas de Responsabilidad Extendida del Productor (REP) existentes para Baterías de Plomo Ácido Usadas (BAPU) en la región de América Latina y el Caribe 2020”. Aquí se señala la importancia de los esquemas REP en este tipo de residuos, sobre todo teniendo en cuenta los problemas a la salud que acarrea su mal manejo.

En cuanto al nivel provincial, no todas las provincias tienen normativa al respecto. En otras, existen regulaciones (recuadro 1).

Recuadro 1. Casos de normativas provinciales

-En la provincia de Buenos Aires, la Ley N.º 11.720/95 de residuos especiales considera a las BAPU como tales. Esta norma es análoga a la ley nacional de residuos peligrosos, por lo que, cuando se refiere a los generadores, lo hace a los generadores especiales o empresas. De ahí que los generadores deban estar inscritos en un registro especial, no pueden almacenar las BAPU por más de un año y deben transportarlas desde su lugar de origen hasta el lugar de tratamiento por operadores especiales.

-En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, la Ley N.º 2.214/06 regula la generación, manipulación, almacenamiento, transporte, tratamiento y disposición final de los residuos peligrosos de la CABA, de forma análoga a lo que se hace a nivel nacional.

-En Chubut, la Resolución N.º 12/13 establece la obligatoriedad de los vendedores de baterías de ácido plomo de recibir las BAPU. Quienes entreguen dichas BAPU deben quedar registrados, debe constar cuál es el circuito que seguirán las BAPU desde el transportista hasta el reciclador y cuáles son las condiciones que deben cumplir los recintos de acopio de BAPU. Mientras que la Resolución N.º 107/17 establece que los vendedores de baterías de ácido plomo en la provincia deben estar registrados.

-En Salta, por la Resolución N.º 185/14, se establece la obligatoriedad de que los vendedores de baterías reciban las BAPU, donde los clientes queden registrados; que las BAPU deben ser entregadas completas y sin modificaciones desde el punto de recepción hasta el lugar de tratamiento; las condiciones en las que se debe realizar el almacenamiento; que quienes realicen el tratamiento, reciclado y/o disposición final de las BAPU deben estar inscritos en el Registro de

Residuos Peligrosos; la prohibición de la disposición de los BAPU en la vía pública, en basurales a cielo abierto y en rellenos sanitarios; y la prohibición del vaciamiento de la solución electrolítica por fuera de los sitios autorizados.

El correcto tratamiento y recuperación de las BAPU trae importantes beneficios. Desde lo ambiental, se evitan los riesgos de contaminación del agua, la tierra y el aire señalados anteriormente. Además, se reduciría la necesidad de plomo virgen que se utiliza en el sector, reduciendo entonces la minería necesaria para obtenerlo. Esto también implica un ahorro de energía, ya que se calcula que la producción de plomo secundario consume un cuarto de la energía en su producción que la del plomo primario (INAGEN Blog, 2 de mayo de 2023; MITECO, s/f.).

En lo social, el correcto tratamiento de las BAPU genera una reducción importante en los riesgos laborales en contraposición a cuando dicho tratamiento se hace de manera informal o en condiciones que no son las adecuadas. Como se mencionó precedentemente, estos riesgos se asocian a la intoxicación con plomo y las quemaduras con ácido sulfúrico. Además, si hubiera una recuperación más extensiva de estos materiales dentro de los circuitos formales, se permitiría una mayor formalización del empleo, lo que redundaría en una mejora en cuanto a derechos laborales de los trabajadores del sector.

Finalmente, desde lo económico, a partir de un circuito de recuperación de los materiales contenidos en las BAPU, se fortalecería una industria que en la actualidad existe, pero que declara no recibir el suficiente material para trabajar lo que genera que tengan capacidad ociosa.

De ahí que las políticas públicas deberían tender hacia tres objetivos específicos, que luego se desarrollarán en mayor profundidad. En primer lugar, generar un sistema de trazabilidad de las BAPU, para evitar que estas terminen su

ciclo de vida en el mercado informal y por ende se generen los riesgos ambientales, hacia la salud y las pérdidas económicas mencionadas precedentemente. En segundo lugar, sancionar una ley REP, lo que permitiría determinar responsabilidades sobre aquellas BAPU que no sean correctamente tratadas. Y finalmente, fortalecer los mecanismos de control y fiscalización, para que los dos objetivos anteriores puedan lograrse.

6.2. Separación en origen y recolección diferenciada: experiencias, obstáculos y oportunidades

Según los manuales titulados *Manejo ambientalmente adecuado de acumuladores al final de su vida útil* (Convenio de Basilea, 2015) y *Las directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos de acumuladores de plomo* (Convenio de Basilea, 2021), la recolección y transporte de las BAPU debe hacerse por un sistema de distribución inversa. Esto significa que quienes venden las baterías nuevas deben recolectar y acopiar las usadas. Así, los fabricantes pueden recogerlas, enviarlas a las empresas transformadoras o transformarlas por sí, y de esta manera minimizar los posibles daños a la salud y al ambiente. También se reconoce la posibilidad de que esta tarea quede en manos de acopiadores. Sin embargo, en estos casos, quienes son responsables de la recepción tienen que estar inscriptos en registros jurisdiccionales y contar con un operador autorizado para el traslado y tratamiento de las BAPU. En Argentina, esto ocurre, sobre todo cuando son casas especializadas en la venta de estos artículos. En general, como puede observarse en la imagen 1, en dichos lugares, se les ofrece un precio especial a los clientes, si dejan sus BAPU.

Imagen 1. Fomento de entrega de BAPU en local de venta



Fuente: elaboración propia.

En dichos manuales se recomiendan también medidas específicas en cuanto al almacenamiento, tal cual puede observarse en la imagen 2, donde se resguardan las BAPU de las inclemencias climáticas, están lejos de fuentes de calor, en pisos impermeabilizados, sobre tarimas de madera, etc.

Imagen 2. Depósitos de BAPU en un local de venta



Fuente: elaboración propia.

A nivel internacional, en Europa, a través de la Directiva 2006/66/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 2006, se incorpora la responsabilidad extendida del productor para el tratamiento de las BAPU. Para ello se dispone que el consumidor puede desechar las BAPU por sí en puntos de recogida accesibles y cercanos, mientras que los distribuidores deben aceptar la devolución sin cargo, aun si no han sido comprados en dicho lugar. En el recuadro 2, se analizan los casos específicos de distintos países en los que se establecieron mecanismos relativamente exitosos de devolución de BAPU orientados a su recupero, y en donde destaca el caso de Noruega. También existen casos de gestión de BAPU en otros países, como por ejemplo Uruguay, República Dominicana, Honduras y Costa Rica, entre otros, que podrían analizarse en caso de pretender realizar un diseño e implantación de una política a nivel provincial en Argentina.

Recuadro 2. Casos de gestión de BAPU en distintos países

-España: los productores e importadores están obligados a hacerse cargo de la recolección y gestión de la misma cantidad de BAPU que han colocado en el mercado. Esto pueden hacerlo a través del pago de una tasa para que el Estado asuma un sistema de gestión público o a través de su propio sistema de gestión.

-Noruega: en 1993, los productores e importadores de baterías de ácido plomo crearon un consorcio sin fines de lucro denominado *AS Batteriretur* en sociedad con las autoridades ambientales nacionales (RYA Ingenieros Consultores, 2009)⁴. Bajo dicho esquema se habilitaron en todo el territorio 10.000 centros para recibir las BAPU, donde los usuarios las depositaban sin costo

⁴ En t.ly/bU1PK.

alguno. Las empresas se encargan de la recolección, almacenamiento y transporte hasta la industria transformadora. Otro aspecto interesante de este sistema, es que la industria recicladora no pertenece a *AS Batteriretur*. De esta forma, el consorcio vende a la industria recicladora de plomo un precio acorde con la cotización internacional del metal. Estos ingresos, más la creación de una tasa que pagan los usuarios por la compra de una batería nueva, logran que se pueda sostener la estructura y que sea viable en lo económico. Este modelo es considerado el más efectivo a nivel mundial, debido a la colaboración entre el gobierno y la industria, llegando a niveles de recolección y reciclaje de prácticamente el 100 % de las BAPU (Bañeres Sorinas, 2003)⁵.

-Alemania: por medio de un mecanismo similar al noruego (*Batterieverordnung*), todos los compradores de una batería de ácido plomo nueva y que no retornen la usada deben pagar una multa. Este dinero sirve para financiar la recolección, almacenaje y transporte de las BAPU.

-Portugal: la legislación establece que los productores deben asegurar un sistema de recolección de BAPU y garantizar su tratamiento y reciclaje. Esto pueden hacerlo por sí o a través de un organismo de gestión, *Valorcar*. Este organismo es una entidad privada sin fines de lucro, cuyo capital pertenece en un 95 % a la Asociación del Automóvil de Portugal y en un 5 % a la Asociación de Empresas Portuguesas del Sector Ambiental. *Valorcar* dispone de licencias del Estado portugués para gestionar las BAPU. En la página de dicho organismo, los usuarios individuales pueden conseguir baterías reacondicionadas, mientras que los fabricantes e importadores pueden adherir al sistema.

⁵ En t.ly/vg2gf.

-Estados Unidos: a nivel nacional, se prohíbe la disposición de las BAPU en rellenos sanitarios y se obliga a los distribuidores a aceptar las BAPU de sus clientes, para luego enviarlas a un punto de transferencia. Sin embargo, los marcos regulatorios más específicos se definen a nivel local, donde en algunos casos es el gobierno estadual quien se hace cargo por sí de la recolección y depósito, mientras que en otros son las propias empresas productoras.

-Brasil: la legislación establece que los fabricantes, importadores, distribuidores y comerciantes están obligados a estructurar e implementar sistemas de logística inversa⁶ a través de la devolución de las BAPU. Para ello se firmó un convenio entre representantes gubernamentales, fabricantes, recicladores, distribuidores y la IBER. Esta última es una entidad gestora de organización no gubernamental que agrupa a 200 empresas y actúa como intermediario en la implementación del sistema de logística inversa.

-Chile: si bien no tiene una ley específica que establezca la responsabilidad extendida del productor para las BAPU, en la práctica hay planes de gestión por parte de los importadores (no hay productores en el país). Existe una única empresa recicladora de BAPU, la cual ha recuperado alrededor del 70 % de las mismas, mientras que se calcula que el resto son eliminadas por la exportación ilegal a Venezuela y Perú (Acosta y Corallo, 2021)⁷.

-Colombia: es uno de los primeros países en establecer un sistema REP en América Latina en la gestión de las

⁶ Se entiende como logística inversa al proceso de mover bienes desde su destino final, a fin de capturar valor o lograr una correcta disposición final de los mismos. Esto conlleva a que las empresas sean más eficientes en términos ambientales, ya que pueden reutilizar y reciclar materiales (Reyes de León, Zavala Río y Gálvez Choy, 2014).

⁷ En t.ly/RywMs.

BAPU. La normativa establece que las empresas productoras (se encuentra prohibida la importación de baterías de ácido plomo) deben hacerse cargo de al menos el 90 % de las baterías que ingresan al mercado. A partir de ello, se delinearon cinco planes de gestión individual y uno de gestión colectiva, que son llevados a cabo por las tres empresas transformadoras que existen en el país.

Sin embargo, en Argentina se plantean dos situaciones que obstaculizan este proceso. En primer lugar, que existen lugares donde se venden baterías de ácido plomo que no cuentan con un espacio para que el usuario realice el cambio y deposite las BAPU. Esto se da, por ejemplo, en algunos hipermercados, lubricentros, casas de venta de repuestos del automotor, ventas por medios digitales, etc. En estos casos, es el propio usuario quien compra la batería de ácido plomo y luego realiza el cambio en su hogar, debiendo disponer por sí la BAPU. Por lo general, el usuario no tiene lugares para hacerlo de forma segura, por lo que terminan quedando almacenadas en los hogares, como se observa en la imagen 3, o son vendidas a chatarreros que recorren los distintos barrios. Esto termina generando la existencia de un importante circuito no registrado de BAPU, que, en el caso de Argentina, es superior al formal. La consecuencia lógica de la existencia de este circuito es la imposibilidad de la fiscalización del mismo, y, por ende, la ausencia de control sobre cómo y dónde son tratados o dispuestos los materiales peligrosos.

Imagen 3. BAPU desechada en la cochera de un edificio



Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, en relación con lo anterior, muchas veces las BAPU, en vez de ser dispuestas con operadores autorizados, son vendidas en mercados informales con sus consecuentes perjuicios antes detallados (imagen 4). En general, ni a nivel municipal ni provincial, se han podido detectar campañas de recolección diferenciada ni de educación hacia el ciudadano con respecto a qué hacer con las BAPU.

Imagen 4. Compra-venta de BAPU de manera informal



Fuente: elaboración propia.

Siguiendo la normativa, a nivel nacional, los vendedores de baterías deben recibir las BAPU. Cuando así lo hacen, se les presentan dos posibles opciones. Por un lado, pueden devolverlas a las propias fábricas de baterías, que se encargan de realizar la recuperación del plomo. Otra opción posible que tienen es venderlas a una industria recicladora más integral, quienes desarmen las BAPU, recuperan el plomo y los distintos materiales plásticos y dan disposición a la solución electrolítica. Estas industrias luego venden el plomo en el mercado, generalmente a los fabricantes de baterías. Finalmente, otra opción, pero que se encuentra prohibida por la ley, es la venta a recuperadores y/o acopiadores informales. Las organizaciones de recuperadores que trabajan con diversos materiales reconocen que la recepción de BAPU es marginal, que solo lo hacen algunos recuperadores y por fuera de las organizaciones. Quienes sí tienen

un rol más importante son los chatarreros, que suelen pasar ofreciendo comprarlas por los distintos distritos. Quienes realizan esta actividad luego venden el material en bruto en los mercados informales (PAGE, 2021).

6.3. Qué pasa luego de la recolección diferenciada: experiencias, obstáculos y oportunidades para la valorización

Como se mencionó en el apartado anterior, los manuales del Convenio de Basilea (2015 y 2021) establecen una serie de condiciones para la recuperación de las BAPU. En el caso del transporte, una vez que son recolectadas en los centros de ventas, estas deben ser empaquetadas en tarimas o *pallets*, colocando cartones entre las baterías y manteniéndolas siempre en posición vertical para reducir todo tipo de posibilidad de derrames. El transporte debe ser especializado y autorizado por las autoridades competentes para tal fin, ya que el vehículo debe estar equipado con materiales de limpieza por si se producen derrames, y los conductores tienen que estar capacitados para saber cómo proceder en caso de ser necesaria su intervención.

El reciclaje propiamente dicho de las BAPU se debe realizar en plantas, que, por lo general, solo trabajan con este tipo de productos, no pudiendo mezclarse con otros, para evitar contaminantes o más riesgos de los que ya por sí importa. El proceso de reciclaje se compone de dos grandes etapas: la fragmentación de las BAPU y luego la fundición del plomo. La primera etapa, en países con mayor acceso a la tecnología, se suele hacer por medio de maquinaria, lo que se conoce como “fragmentación mecánica”. Aquí, se trituran las BAPU y luego se separan por medio de flotación los distintos materiales, especialmente el plomo y los plásticos (el plomo se hunde, mientras que los plásticos flotan). Luego, se realiza el tratamiento de dicho líquido,

donde además quedó la sustancia electrolítica compuesta por ácido sulfúrico. Generalmente, esto se realiza con la neutralización con hidróxido de magnesio, cuyo resultado es una sustancia compacta que no es peligrosa y puede ser dispuesta en rellenos sanitarios. En plantas con mayor tecnología, dicho líquido se puede reutilizar, filtrando las impurezas y agregando más ácido sulfúrico, convirtiéndolo en una nueva solución electrolítica apta para ser usada en las baterías. Por su parte, los plásticos también son descontaminados y se envían a la industria recicladora específica de dicho material.

Si no se cuenta con plantas de fragmentación mecánica, todo el proceso anteriormente descrito se hace de forma manual. En este caso, importa un riesgo mucho más alto hacia los trabajadores y el ambiente. Esto se debe a que las personas están en contacto directo tanto con la solución electrolítica de ácido, como con el particulado de plomo. Por ello, se recomienda que el personal cuente con todas las medidas de seguridad que protejan su piel, sus ojos y su sistema respiratorio.

En ambos casos, la segunda etapa es aquella en la que se realiza la fundición de plomo. Este proceso generalmente se lleva a cabo a través de la refinación pirometalúrgica: los componentes de plomo que formaban las BAPU ingresan a un horno, junto con otros metales como la hojalata, carbonilla y carbonato de sodio, lo que mejora la calidad del material obtenido. El material obtenido luego de la fundición y el enfriado es conocido como “plomo de obra”, con una calidad necesaria para su uso posterior. Hay distintos tipos de hornos, dependiendo de la tecnología, lo importante es que todos alcanzan una temperatura que se encuentra entre los 327 °C y los 650 °C. Durante este proceso se generan gases en los hornos, los cuales deben ser filtrados, para evitar la contaminación del aire. Existen distintos sistemas de filtros, que van a utilizarse dependiendo el tamaño de las partículas emitidas y de la tecnología disponible (Convenio de Basilea, 2015).

En Argentina, existen alrededor de 20 empresas que recuperan plomo. De ellas, según las fuentes consultadas, no todas operan en el sector formal o legal⁸. Este sector también es heterogéneo en cuanto a su capacidad tecnológica, existiendo empresas que operan con maquinarias que desarman las BAPU de forma automatizada, mientras que otras aún lo hacen de manera manual (PAGE, 2021). Las empresas más importantes del sector son también aquellas que trabajan de manera formal y legal, obtienen las baterías de las empresas productoras y son más controladas desde los distintos sectores estatales intervinientes (Cámara de Productores de Metales, 2017). Por su parte, el sector que opera en la ilegalidad hace todo el desensamblaje de forma manual, en condiciones de extrema insalubridad y peligro ambiental. Más aún, a veces ni siquiera son industrias, sino que son los propios recuperadores o acopiadores quienes realizan este trabajo en sus domicilios, sin ningún tipo de protección, vertiendo la solución electrolítica en la vía pública o en el sistema de desagües y descartando los plásticos en basurales a cielo abierto (PAGE, 2021).

En el caso específico de las BAPU, los miembros de la industria recicladora calculan que se recicla casi el 100 % del plomo (lo que no significa que se haga de manera legal, en condiciones de seguridad, ni que vuelva a la industria productora de baterías). Esto se debe a que, aun sin que existan políticas públicas de recuperación de estos materiales, es el propio mercado el que tracciona a la demanda, ya que resulta menos costosa la compra de plomo reutilizado que la del plomo virgen. Más aún, hay más demanda que oferta, ya que en los circuitos informales hay parte de lo recuperado que se exporta ilegalmente, por lo que no llega a satisfacer a las necesidades del mercado local. Por otro lado,

⁸ Durante el proceso de investigación, se pudo constatar la existencia de siete empresas transformadoras que operan de forma legal. Estas son Merplac, IRMET, Deriplom, Plusbatt e Industrial Varela S.R.L. en la provincia de Buenos Aires; ELPRA S.A. en Córdoba; Brachetta Baterías en Santa Fe.

desde la industria transformadora, según lo declararon en entrevistas realizadas, el principal problema tiene que ver con la responsabilidad fiscal y la utilización del crédito fiscal que surge de las facturas emitidas por los proveedores. En otras palabras, explican que pagan a los proveedores de BAPU y reciben facturas, que muchas veces son irregulares o apócrifas. Tiempo después, la Administración Federal de Ingresos Públicos (AFIP) determina que los pagos no coinciden con la facturación, lo que redundó en que los miembros de la industria transformadora tienen que pagar el IVA y el Impuesto a las Ganancias dos veces (ADMIRA, s/f). Esto supone que los actores del sector informal tienen una ventaja económica frente a aquellos del sector formal, ya que escapan al pago de impuestos y a los controles estatales sobre el correcto manejo de residuos peligrosos. Esto se profundiza en el caso de la exportación ilegal, ya que los pagos se realizan a la cotización del *dólar blue*.

6.4. Recomendaciones de política

En forma de resumen, se puede observar que el sector de las BAPU presenta una serie de problemáticas. Desde lo económico, pese a existir un mercado de plomo recuperado consolidado, donde hay mayor demanda que oferta, sin embargo, importantes cantidades de este material son exportadas ilegalmente debido al valor del plomo. Esto lleva a que Argentina deba importar plomo virgen (a un mayor costo), atentando contra su Balanza de Pagos. A su vez, la informalidad en el sector conspira contra la posibilidad de establecer una verdadera circularidad de los materiales dentro del país, en donde todos los materiales de las BAPU sean reincorporados en estas u otros productos. Además, como se explicó en el apartado precedente, la industria transformadora suele enfrentar problemas fiscales debido a que muchas BAPU ingresan al mercado de forma informal. Ambientalmente hablando, las BAPU están conformadas

mayormente por plomo y una sustancia electrolítica. Ambos son considerados residuos peligrosos, debido no solo a la gran capacidad de afectar el agua, el aire y la tierra. De ahí que, en estrecha relación, la mala gestión de este tipo de residuos resulta en importantes daños a la salud, lo que puede incluso causar la muerte de las personas. Por otro lado, los plásticos, al tener menos valor en el mercado, son descartados en basurales a cielo abierto y no reciben ningún tipo de tratamiento ni recuperación.

Es tras la constatación de los problemas que han sido descritos en el capítulo que se proponen las siguientes políticas públicas:

- **Formalizar la gestión:** se considera prioritario eliminar las prácticas tanto informales como ilegales relacionadas con la recuperación de las BAPU, sobre todo en los eslabones de recolección y reincorporación en el sistema productivo. Esto permitiría mejoras económicas, en el sentido que formalizaría un sector de la economía y evitaría las exportaciones ilegales de material, lo que redundaría en mayor recaudación para el Estado, que podría utilizar en la propia promoción del sector, promueve seguridad social para los trabajadores y retención de divisas para el país. Además, permite reducir los riesgos ambientales y sobre la salud que el tratamiento de forma incorrecta o sin las condiciones de seguridad necesarias. También, permitiría recuperar no solo el plomo, que es el material más valioso desde un punto de vista económico, sino además los plásticos y la solución electrolítica, a través de mecanismos de control estatal, producto del seguimiento de circuitos formales, con trazabilidad. Finalmente, si se formaliza el circuito de compraventa, los miembros de la industria transformadora dejarán de percibir la doble carga fiscal que tienen en la actualidad, cuando compran BAPU al sector informal.
- **Sancionar una ley REP:** como se señaló esquemáticamente, buena parte de los países del mundo, independientemente de su situación socioeconómica, tienen leyes de

responsabilidad extendida del productor para hacer frente a la recolección y recuperación de las BAPU. En el caso de esta corriente de residuos en particular, contrariamente con lo que sucede con otros materiales, son los miembros de la industria transformadora y recuperadora los que reclaman este tipo de iniciativa. Esta ley debe garantizar no solo la existencia de fondos para la recolección y recuperación, sino también sobre todo la trazabilidad de las BAPU y un control riguroso por parte del Estado. Esto supone garantizar los fondos para costearlo. Con ello, se promovería la recuperación y desalentaría la existencia de circuitos informales. Finalmente, es imprescindible que el sistema que se adopte pueda ser aplicado en todo el territorio nacional, no solo en lugares donde haya una gran densidad poblacional. Como se puede observar en el recuadro 2, existe una importante cantidad de experiencias a nivel global, las cuales se llevan adelante en países muy diversos (sea en cuanto a nivel de recursos, de sistema de gobierno y/o autonomía regional, de superficie a ser cubierta, etc.). Una posible opción sería profundizar en dichas experiencias, entender cómo se adaptan a sus contextos y qué lecciones pueden servir para el dictado y aplicación de un sistema de responsabilidad extendida del productor en Argentina.

Agradecimientos

Este capítulo tiene como origen el Informe Final del Impacto Fiscal de la Ejecución del Plan Nacional de Economía Circular y Hoja de Ruta (PAGE, 2021). De ahí que, como autora, quiero agradecer los aportes que en su momento hicieron los autores de dicho informe.

Referencias bibliográficas

- ADIMRA (s/f). Informe sobre la problemática tributaria de las empresas que compran materiales reciclables para ser utilizados como materia prima.
- Acosta, A. y Corrallo, A. (2021). Esquemas de responsabilidad extendida del productor (REP) existentes para baterías de plomo-ácido usadas (BAPU) en la región de América Latina y el Caribe. En t.ly/j-T9V.
- Bañeres Sorinas, Manuel (2003). Estudio de alternativas en el reciclaje de baterías de plomo fuera de uso (Tesis de grado). Universitat Politècnica de Catalunya – BarcelonaTECH. En t.ly/EXudw.
- Convenio de Basilea (2004). Manual de capacitación para la preparación de manejo ambientalmente racionales de baterías de plomo ácidas. En t.ly/uP0DQ.
- Convenio de Basilea (2015). Manejo ambientalmente adecuado de baterías de plomo ácido usadas en América del Norte. En t.ly/N2c4E.
- Convenio de Basilea (2021). Las directrices técnicas para el manejo ambientalmente racional de desechos de acumuladores de plomo. En t.ly/-YHnO.
- García, S. (2014). Guía de prevención, diagnóstico, tratamiento y vigilancia epidemiológica de las intoxicaciones ambientales infantiles con plomo. Ministerio de Salud de la Nación. Buenos Aires. En t.ly/cagvN.
- INAGEN Blog (2 de mayo de 2023). Lo que debes saber sobre el reciclaje de plomo. En shorturl.at/kGSY1.
- Martinez Medina, N. (27 de mayo de 2011). Alessandro Volta, el inventor de la pila eléctrica. RTVE. En t.ly/nGdpA.
- Ministerio para la Transformación Ecológica y el Reto Demográfico de España (s/f.). Pilas y acumuladores. En shorturl.at/dxSU5.
- O'Malley, G. y O'Malley, R. (2022). Intoxicación (envenenamiento) por plomo. Manual MSD, Versión para público general. En t.ly/x1dGn.

- OMS (2017). Reciclaje de baterías de plomo-ácido usadas. Breve reseña para el sector sanitario. Recuperado julio de 2021 en t.ly/Hm1p.
- OMS (31 de agosto de 2022). Intoxicación por plomo y salud. En t.ly/nwiTN.
- PAGE (2021). Informe final del Impacto Fiscal de la Ejecución del Plan Nacional de Economía Circular y Hoja de Ruta. En shorturl.at/kCGQ1.
- Ramírez Peña, S. M. (2014). Diagnóstico de la problemática ambiental causada por el desecho de las baterías del parque automotor del Cantón Cuenta (Tesis de Maestría). Universidad del Azuay, Ecuador.
- Reyes de León, V., Zavala Río, D. y Gálvez Choy, J. (2014). Una revisión del proceso de la logística inversa y su relación con la logística verde. *Revista Ingeniería Industrial*, 7(2), 85-98.
- RYA Ingenieros Consultores (2009). Diagnóstico de importación y distribución de baterías y manejo de baterías de plomo ácido usadas. En t.ly/7SEVI.
- SmithBucklin Statistics Group (2014). National recycling rate study, preparado para el Consejo Internacional sobre Baterías. En t.ly/G-Lcj.
- Tixce, C. (17 de noviembre de 2016). La historia de la batería automotriz. *Motor Racing*. En t.ly/VFIHa.
- UNEP (2003). Technical Guidelines for the Environmentally Sound Management of Waste Lead-acid Batteries. En t.ly/erPQ.

