



Experimentación



Co_
Lab



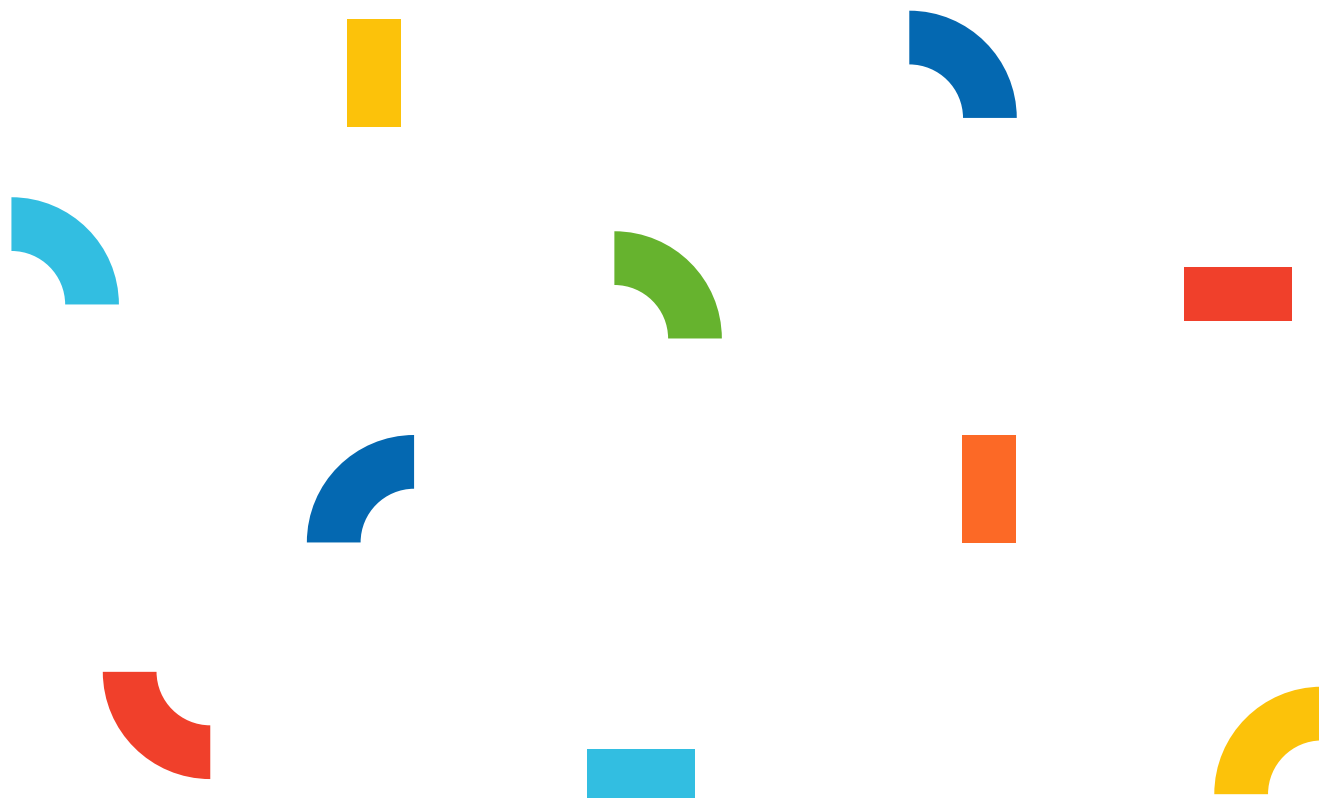
Argentina

laboratorio
de aceleración



Los efectos de la ciencia ciudadana ambiental para los participantes, la gobernabilidad y la innovación

Evidencia de dos experimentos a pequeña escala





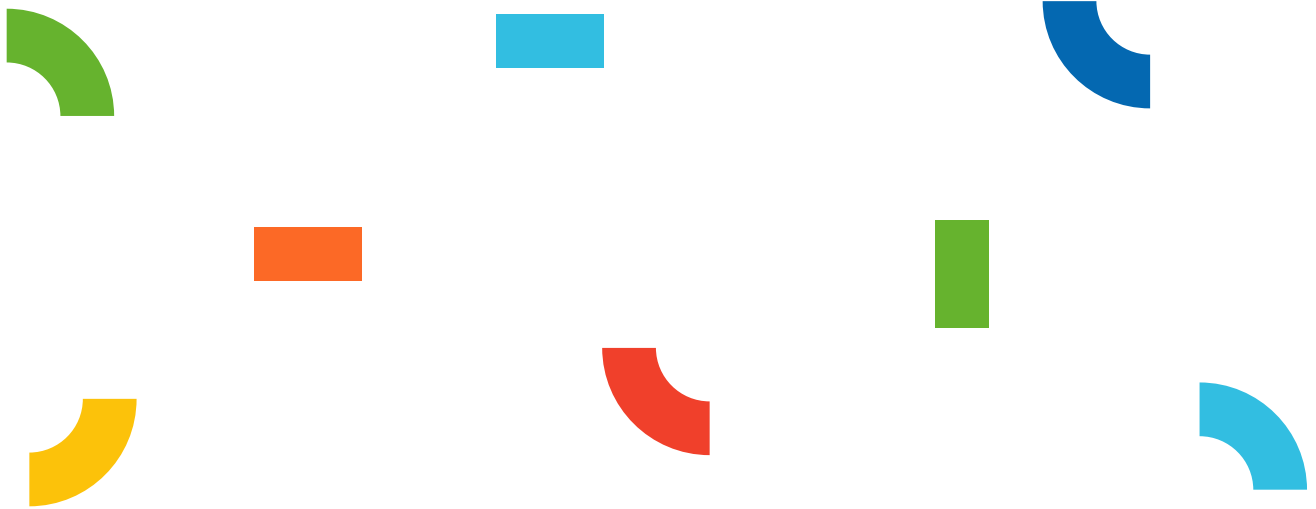
Índice

	Pág.
Resumen	4
I. Introducción	6
II. Los efectos individuales y de política pública institucionales de la ciencia ciudadana ambiental	9
II.a La ciencia ciudadana y sus potenciales efectos en las predisposiciones y el compromiso ambiental	9
II.b La ciencia ciudadana como insumo y resultado de la gobernabilidad ambiental	11
II.c El aporte de la ciencia ciudadana a la recopilación de datos y la innovación pública	12
III. Experimento I: los efectos de la ciencia ciudadana en las predisposiciones y el compromiso	16
III.a Laboratorio de residuos: una experiencia de pesaje de residuos	16
III.b Laboratorio de residuos. Resultados	18
III.c Limitaciones del experimento	26
IV. Experimento II: ciencia ciudadana y gobernabilidad ambiental, formulación de políticas e innovación	28
IV.a PreserVamos: una aplicación para monitorear ecosistemas acuáticos	28
IV.b PreserVamos. Resultados: los efectos de la ciencia ciudadana en la cantidad, el esfuerzo y la diversidad de la generación de datos, y en la innovación de políticas	33
IV.c Limitaciones del experimento PreserVamos	38
V. Qué aprendimos	40
VI. Conclusión	43
VII. Referencias	46

Resumen

El cambio climático está acelerando su impacto en el desarrollo. Este es un problema complejo con dimensiones individuales e institucionales que se deben abordar desde una perspectiva sistémica. Este informe presenta los resultados de dos experimentos en los que testeamos dos soluciones territoriales de ciencia ciudadana, que demuestran el potencial de este enfoque para abordarlo. El primero se trató de una iniciativa para separar los residuos hogareños con el objetivo de evaluar sus efectos en el compromiso y la predisposición de las personas con el cuidado del medio ambiente. En el experimento, surgieron indicios de una correlación positiva entre la edad, el nivel educativo y la existencia de conductas proambientales en los participantes antes del tratamiento. Si bien no se observan efectos en la variación del compromiso ambiental postratamiento, esto puede vincularse con el sesgo de autoselección de los voluntarios que participaron. Un resultado no anticipado por nuestras hipótesis es que el grupo de control exhibió un aumento en su compromiso ambiental. Dicho aumento puede estar relacionado con el hecho de que ambos grupos respondieron una encuesta sobre temas ambientales que, dada la predisposición proambiental más baja del grupo de control, pudo haber tenido un efecto en este sentido. Otro resultado es que se identificaron correlaciones entre la educación y la edad, y el incremento del compromiso ambiental postratamiento, pero la evidencia no fue conclusiva. El segundo experimento fue una experiencia de crowdsourcing (colaboración masiva) en ecosistemas acuáticos, utilizando una aplicación móvil que crea indicadores de calidad ambiental georreferenciados. Este buscó conocer los efectos de la ciencia ciudadana en la gobernabilidad ambiental, en el aumento de la cantidad y la calidad de la información obtenida, y en la promoción de la innovación en las políticas ambientales locales. En las tres ciudades en las que se implementó la aplicación, esta ayudó a recopilar información valiosa sobre el estado de su entorno; además, obtuvimos evidencia cualitativa de una mayor coordinación entre áreas de gobierno para trabajar en estas políticas. A su vez, en la ciudad que implementó un mapeo con participación de la ciudadanía, los datos resultantes reflejaron una mayor diversidad de visiones sobre el entorno natural.





Estos resultados dejan las siguientes lecciones sobre las posibilidades y limitaciones de la ciencia ciudadana ambiental:

- 1** Es una herramienta para inducir cambios individuales siempre y cuando incluya personas con distintos niveles de información y motivación respecto del tema en cuestión.
- 2** Puede ser más efectiva si se utiliza de modo segmentado y se dirige a distintos grupos de participantes, diversos en su edad, género y educación, y los combina. También tiene diferentes efectos según el grado de interés de los participantes en el tema en cuestión.
- 3** Moldea una aproximación más sistémica a los problemas ambientales en sus distintas dimensiones para los gobiernos.
- 4** Fomenta la innovación y la coordinación entre áreas y estimula a emprender nuevas acciones y políticas.
- 5** Sus herramientas son amigables y de fácil adopción tanto para los ciudadanos participantes como también para los funcionarios.
- 6** Implica la participación de los funcionarios en el diseño de estas herramientas para adecuarlas a sus necesidades.
- 7** Ayuda a los funcionarios para que puedan generar una mayor cantidad de información más plural y precisa con menor esfuerzo.
- 8** La diversidad de datos que brinda permite una comprensión más acabada de las necesidades ciudadanas.
- 9** Genera nuevos espacios de interacción y diálogo con los ciudadanos, incluso con aquellos que no participan en otros espacios.
- 10** Permite una mayor comprensión mutua entre gobierno y ciudadanía.

I. Introducción

El cambio climático está acelerando su impacto en el desarrollo. Este es un problema complejo cuyas consecuencias tienen distintas dimensiones susceptibles de ser abordadas desde diferentes perspectivas, como los incentivos para que los gobiernos actúen oportunamente o la promoción de los comportamientos y la conciencia ciudadana que redunden en el cumplimiento de estas políticas. Sin embargo, estas estrategias de abordaje a veces pueden terminar compitiendo o contradiciéndose a menos que se lleven adelante con una visión de conjunto alineada al carácter sistémico de los efectos del cambio climático. En el Co_Lab del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) Argentina, aprendimos que la ciencia ciudadana es una herramienta muy versátil que puede ser útil para abordar estos diferentes aspectos de los problemas ambientales, que a su vez evita las tensiones potenciales que pueden surgir de intervenciones fragmentadas y aisladas. Identificamos diferentes soluciones de ciencia ciudadana ([Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Argentina y Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo en Argentina, 2022](#)) con potencial para operar en estas dimensiones: por un lado, en la predisposición y el compromiso con el medio ambiente a nivel individual, y por el otro, el de la gobernabilidad de los problemas ambientales, específicamente la generación de datos y la innovación en las políticas para abordarlos. En particular, fomenta el compromiso y las predisposiciones respetuosas con el medio ambiente; además, ayuda a generar información valiosa por su calidad y cantidad. Estos datos y las herramientas utilizadas para recopilar los datos fomentan la innovación gubernamental y las políticas públicas ambientales. Además, son un medio de inclusión social y política porque facilitan la participación de los ciudadanos al favorecer la gobernabilidad (*governance*) ambiental (Göbel *et al.*, 2019; Mattijssen, T., 2022; Nascimento, S. *et al.*, 2018; Pelacho *et al.*, 2021; Schade *et al.*, 2021; van Noordwijk, 2021). Más aún, los entornos y herramientas digitales han refundado la ciencia ciudadana y ampliaron su alcance hasta lo inimaginable (por ejemplo, el [iNaturalist Project](#) o [eBird](#)). Estos permiten el *crowdsourcing* (colaboración masiva) de información que se puede recolectar en mayor número y desde lugares remotos e inaccesibles. Estas conclusiones surgen de dos experimentos a pequeña escala enmarcados en nuestro ciclo de aprendizaje y *portfolio* sobre ciencia ciudadana ambiental.



Ambos experimentos se realizaron usando un modelo de trabajo basado en alianzas. En ambos casos, se contó con la participación de los científicos que ya estaban a cargo de proyectos de ciencia ciudadana. Además, nos asociamos con gobiernos locales que nos ayudaron a realizar el experimento y que, en el proceso, se apropiaron de las soluciones testeadas ([Moscovich, 2022](#)).

Para explorar los efectos de la ciencia ciudadana en las predisposiciones de las personas, se realizó un primer experimento, denominado "Laboratorio de residuos". Los vecinos completaron una encuesta sobre sus hábitos, creencias y conocimiento en relación con el medio ambiente, y sobre la gestión de los residuos domés-

ticos. Además, un tercio de ellos también pesaron sus residuos domésticos y, una semana más tarde, todos los vecinos volvieron a completar la misma encuesta. Nos preguntamos si participar en una experiencia de ciencia ciudadana afecta las predisposiciones ambientalmente amigables y el compromiso con el cuidado del medio ambiente. Descubrimos una correlación positiva en el compromiso de algunos grupos de participantes, según su edad y nivel educativo. Los efectos sobre la predisposición fueron menos evidentes, dado que quienes se ofrecieron como voluntarios para participar en esta experiencia de ciencia ciudadana ya tenían niveles altos de conciencia sobre el tema antes de participar en el experimento. Se observó que, antes del tratamiento, la educación y la edad se correlacionaron de manera positiva con niveles más altos de conductas respetuosas con el medio ambiente, lo que significa que los ciudadanos mayores y más educados tienen hábitos vinculados a la gestión de sus residuos que son más favorables para el medio ambiente.

La ciencia ciudadana también puede ayudar a la gobernabilidad de las cuestiones ambientales. Esta brinda evidencia para la formulación de políticas y la innovación para abordar estos temas, y también genera nueva información, lo que supone un menor esfuerzo por parte de los funcionarios públicos. Esta información, generada por personas con diferentes antecedentes e intereses, es más plural y diversa. La naturaleza participativa de la ciencia ciudadana tiene importantes implicancias, ya que permite que los ciudadanos expresen sus opiniones y puntos de vista; además, les brinda a los decisores una mejor comprensión de la forma en la que los ciudadanos experimentan los problemas ambientales. Asimismo, las herramientas digitales amplían el alcance de la ciencia ciudadana y les dan la oportunidad a los gobiernos de adoptar estas innovaciones. De este modo, en nuestro segundo experimento, se invitó a tres gobiernos locales de la provincia de Buenos Aires a participar en un mapeo de ecosistemas acuáticos utilizando una aplicación móvil (PreserVamos, una versión de la aplicación original AppEAR). En este experimento, dado que la aplicación recopila datos georreferenciados y crea indicadores de calidad ambiental para los ecosistemas de agua dulce, el objetivo fue explorar si las experiencias de ciencia ciudadana podrían alentar a los gobiernos locales a adoptar una innovación de política pública y a generar y usar esta nueva evidencia.



En el Co_Lab, nuestro objetivo es acelerar nuestro conocimiento de los problemas complejos que obstaculizan el desarrollo y construir aprendizajes significativos que puedan ser utilizados por los gobiernos y otros actores interesados en sus estrategias de desarrollo. Para ello, se empleó una fuente de evidencia muy específica: las soluciones de base, es decir, lo que la gente hace a diario en el territorio. Cuando las personas experimentan problemas, ganan experiencia en tratarlos, y las soluciones que encuentran pueden enseñarnos valiosas lecciones. En nuestros ciclos de aprendizaje, como también en el de ciencia ciudadana, exploramos problemas y oportunidades futuras para identificar desafíos de frontera (Acosta *et al.*, 2022), identificamos y mapeamos soluciones territoriales (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Argentina y Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo en Argentina,

2022) y las testeamos con un modelo de alianzas que facilita su escalabilidad (Moscovich, 2022).

El resto de este informe se organiza de la siguiente manera: en la segunda sección, se exploran la teoría y los hallazgos previos que sustentan nuestras hipótesis, que vinculan los efectos de la ciencia ciudadana con las dimensiones individual y de gobernabilidad y política de los temas ambientales; en la tercera sección, se presenta el Laboratorio de residuos y se discuten sus resultados, el experimento diseñado para probar nuestro primer conjunto de hipótesis sobre la ciencia ciudadana y las predisposiciones y el compromiso ambiental; en la cuarta sección, nos centraremos en la implicación de la ciencia ciudadana en la dimensión institucional sobre la generación de datos y la innovación en políticas ambientales. Esta dimensión se abordó en el segundo conjunto de hipótesis y se testeó utilizando PreserVamos, una aplicación para mapear ecosistemas acuáticos y describir sus hallazgos. En la quinta sección, discutiremos las implicancias y lecciones de nuestros resultados y desarrollaremos nuestros hallazgos, que se resumirán en la sexta y última sección.



II. Los efectos individuales y de política pública institucionales de la ciencia ciudadana ambiental

La ciencia ciudadana es un proceso participativo para recopilar datos de manera sistemática o participar en cualquier otra etapa del proceso de construcción del conocimiento, que, por lo general, pero no de manera exclusiva, se realiza junto con científicos. Este es un enfoque versátil que ha demostrado ser una herramienta útil para abordar diferentes problemas de desarrollo (Fritz *et al.*, 2019) y, en particular, distintas dimensiones de los problemas ambientales (Pierini *et al.*, 2021), tanto a nivel individual como institucional (San Llorente Capdevila *et al.*, 2020). Existe evidencia sobre los efectos de la ciencia ciudadana en la promoción de la conciencia y el compromiso ambiental, la formulación de políticas (Hecker *et al.*, 2019) y la obtención de nueva evidencia rigurosa (Van Brussel y Huyse, 2019; Pierini *et al.*, 2021), los hábitos y la conciencia ambiental (Jordan *et al.*, 2011; Mitchell *et al.*, 2017; Pierini *et al.*, 2021; Requena-Sanchez *et al.*, 2022; San Llorente Capdevila, 2020), y también en la colaboración entre diferentes áreas de gobierno, y entre ciudadanos, gobierno y científicos (Pierini *et al.*, 2021; Conrad y Hilchey, 2011).

II.a La ciencia ciudadana y sus potenciales efectos en las predisposiciones y el compromiso ambiental



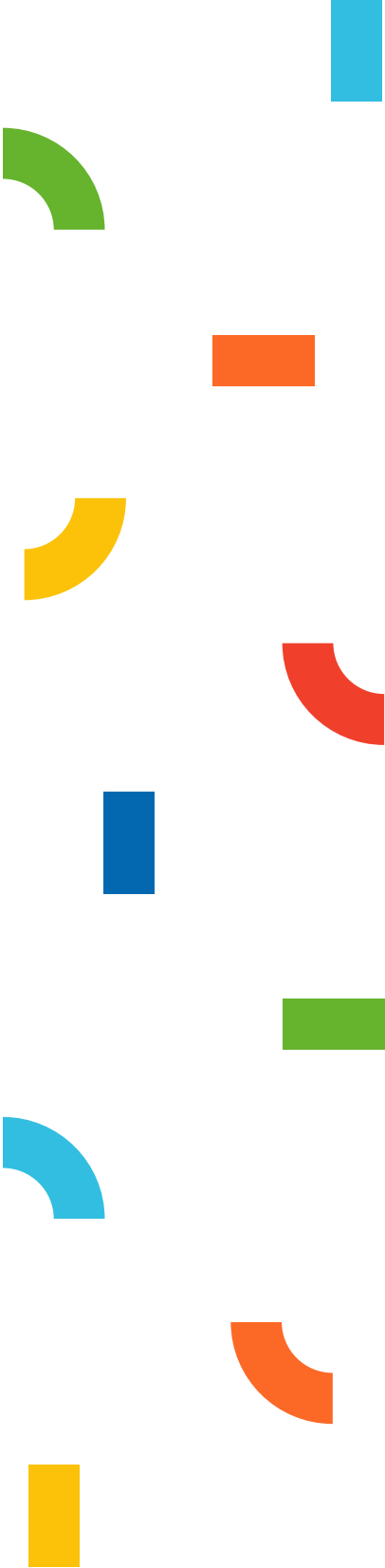
H.1.a Participar en un proyecto de ciencia ciudadana incide positivamente en la disposición y predisposición a adoptar comportamientos respetuosos con el medio ambiente. Esperamos que los participantes de la iniciativa de ciencia ciudadana tengan una mayor predisposición a adoptar hábitos amigables con el medio ambiente en comparación con los que no lo hicieron.

La ciencia ciudadana permite generar nuevos datos y estimular la conciencia ambiental de sus participantes al mismo tiempo (Pierini *et al.*, 2021). Sus efectos en el comportamiento y en la predisposición de las personas se pueden dar gracias a distintos mecanismos causales. Una de las principales motivaciones para participar en actividades de ciencia ciudadana es el interés y el compromiso con los temas que aborda, y los resultados han demostrado que **estas actividades pueden reforzarlos** (Mitchell *et al.*, 2017). Además, la mayoría de las actividades de ciencia ciudadana involucran la interacción con otros participantes o con los líderes de las iniciativas en algún momento del proyecto, ya sea cuando van al campo a recolectar datos o cuando se los capacita para hacerlo. Esta **interacción interpersonal** puede tener como resultado cambios en el comportamiento a través de la motivación, la imitación o el efecto de pares, entre otros (Varotto y Spagnolli, 2017). Ya sean los patrones de migración de las ballenas o las características de ciertas aves o mosquitos (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Argentina y Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo en Argentina, 2022), los participantes **adquieren nueva información y conocimientos** relacionados con el tema abordado en la actividad de ciencia ciudadana (Pierini *et al.*, 2021 Santori *et al.* 2021). Además, los participantes **aprenden de la experiencia** (Van Noordwijk *et al.*, 2021), se dan cuenta del efecto de las lluvias en las inundaciones, evalúan los ecosistemas acuáticos y, a través de esta práctica, se dan cuenta de que pueden incorporar nuevos hábitos amigables con el medio ambiente (Steg y Vlek, 2009).



H.I.b La ciencia ciudadana tendrá un efecto en el sentido de reforzar el compromiso de los ciudadanos que, después de pasar por estas experiencias, estarán más dispuestos no solo a emprender acciones más respetuosas con el medio ambiente, sino también a abogar por estos temas dentro de su círculo de amigos y conocidos.

Según hallazgos previos (Mitchell, 2017; San Llorente Capdevila *et al.*, 2020), la conciencia respecto de los temas de ciencia ciudadana se relaciona positivamente con la disposición a participar en estas actividades. Esto quiere decir que, en general, los que eligen participar son también los más interesados y preocupados por el tema. Esto se conoce como sesgo de autoselección y presenta limitaciones para evaluar los efectos de la ciencia ciudadana en estas dimensiones individuales y subjetivas. Sin embargo, la ciencia ciudadana puede tener diferentes efectos, incluso entre los más preocupados, como, en primer lugar, reforzar estas predisposiciones y en particular las posibilidades de “hacer correr la voz” sobre hábitos amigables con el medio ambiente.



También es interesante preguntarse si estas predisposiciones a participar y a tener conciencia ambiental, junto con los efectos postratamiento de la ciencia ciudadana, están vinculados de alguna manera con distintas características personales como género, nivel educativo o etnia (Varotto y Spagnoli, 2017). De acuerdo con hallazgos previos, existe evidencia de efectos diferenciales según el conocimiento y experiencia, los grados de conciencia ambiental, el nivel socioeconómico (San Llorente Capdevila *et al.*, 2020), las motivaciones proambientales (Sharpe *et al.*, 2021), la edad, el género, así como otras variables psicológicas (Swami *et al.*, 2011) de los participantes.

Teniendo en cuenta estos aspectos, la ciencia ciudadana tiene varios efectos potenciales para los participantes, como promover opiniones y hábitos respetuosos con el medio ambiente y reforzar la participación ciudadana mediante nuevos aprendizajes y prácticas (Jordan *et al.*, 2011). Estos efectos pueden resultar de los nuevos conocimientos e información que incorporan, pero también por las experiencias vivenciales o por el efecto que tienen los pares en sus comportamientos (Jordan *et al.*, 2011; Schultz, 2014; Schultz y Kaiser, 2012).

II.b La ciencia ciudadana como insumo y resultado de la gobernabilidad ambiental

La ciencia ciudadana no solo permite que las personas pasen por un proceso de aprendizaje y concientización; a nivel institucional, también puede ayudar a generar y a adoptar nuevos datos y herramientas por parte de los gobiernos al mismo tiempo que promueve la participación ciudadana, lo que contribuye con la gobernabilidad ambiental (Conrad y Hilchey, 2011; Mattijssen, 2022; Banco Mundial, 2016). Las posibilidades de la ciencia ciudadana para contribuir con la generación de datos y la innovación en las políticas ambientales están relacionadas con los múltiples recursos que esta puede dar a los gobiernos que muchas veces carecen de estos. Según la Asociación Europea de Ciencia Ciudadana (ECSA, 2015), la ciencia ciudadana puede influir en las políticas, fomentar la innovación y promover la participación; en este último sentido, puede ser un medio para la inclusión social y política. Dado que la ciencia ciudadana está disponible para todo tipo de personas, pueden involucrarse participantes con o sin conocimientos previos y con diferentes niveles de educación, intereses y antecedentes sociales. Puede que estas personas no sean las que usualmente se suman a otras instancias participativas a nivel local; en este sentido, estas actividades permiten que emerja y se exprese un conjunto más plural, con diferentes intereses y puntos de vista, y con una variedad más amplia de voces. De esta manera, las personas tienen la posibilidad de ser escuchadas e incluidas en la agenda pública, y de influir en la toma de decisiones (Conrad y Hilchey, 2011). Además, brinda un terreno común de discusión y creación de consenso sobre diferentes problemas y prioridades, como las cuestiones ambientales donde participan funcionarios, ciudadanos, científicos y, en general, otros actores interesados (Acosta *et al.*, 2022; Aceves-Bueno *et al.*, 2015; Newman *et al.*, 2017; Banco Mundial, 2016).

Además, como veremos, los ciudadanos pueden tener diferentes puntos de vista y experiencias (Schade *et al.*, 2021) en relación con las inundaciones, la gestión de residuos, el uso de los cursos de agua u otros temas de la ciencia ciudadana, lo que a su vez puede traducirse en diferentes valoraciones de la evidencia que recopilan. Cuando los ciudadanos reúnen la información, también comparten su perspectiva derivada de su experiencia; en el ejemplo de los cuerpos de agua, los *datasets* con información proporcionada por los ciudadanos “brindan no solo las condiciones de calidad del agua en toda la zona de estudio, sino también el tipo de uso del agua, las ubicaciones de las fuentes de agua a las que se accede, el momento en el que se utiliza, los patrones de estacionalidad del uso del agua, etc.” (Banco Mundial, 2016:10). Es muy difícil, por no decir imposible, y costoso recopilar esta información por otros medios. En este sentido, la ciencia ciudadana da como resultado conjuntos de datos que reflejan más diversidad de intereses y experiencias en relación con su objeto de estudio. Esto les brinda a los formuladores de políticas una comprensión más matizada del tema bajo análisis y de su impacto en la ciudadanía, lo que facilita el acuerdo y cumplimiento de los ciudadanos con las políticas que formulan para atenderlo (Irwin, 1995; Hecker *et al.*, 2019).

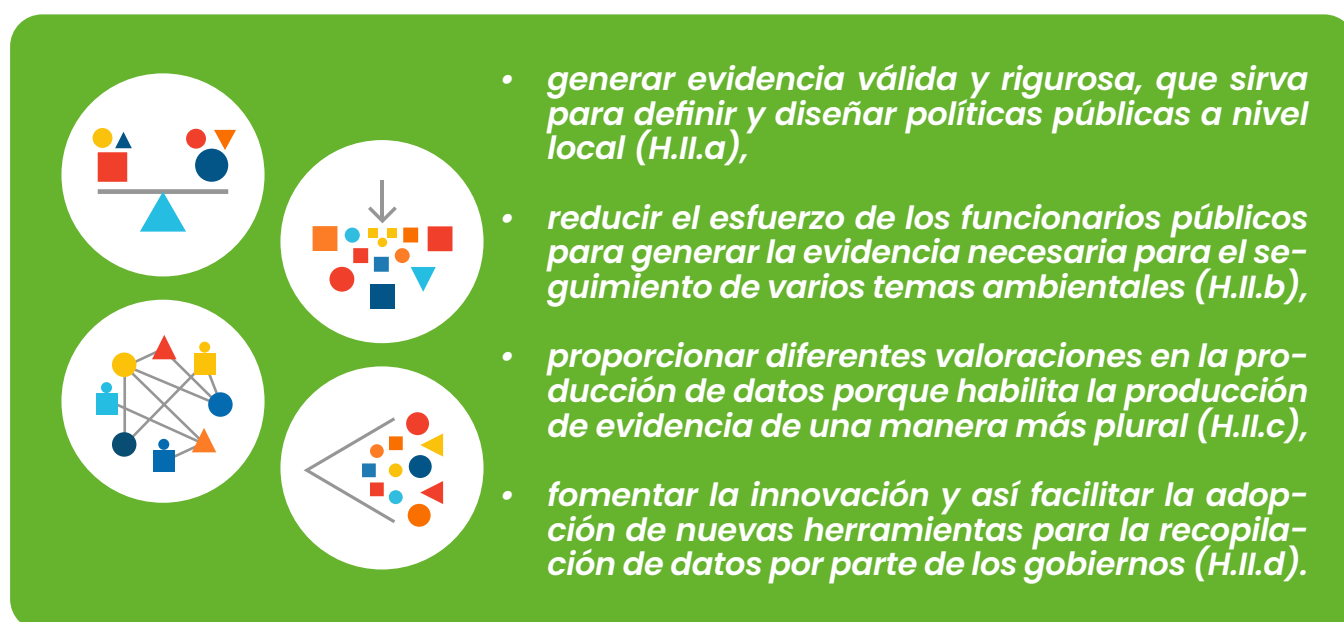
II.c El aporte de la ciencia ciudadana a la recopilación de datos y la innovación pública

Dado que en su mayoría las actividades de ciencia ciudadana son diseñadas y dirigidas por científicos, la evidencia se recopila de manera sistemática. Con la preparación adecuada, la evidencia recolectada en la diversa variedad de actividades de ciencia ciudadana puede cumplir con los estándares básicos de calidad (Cochero, 2018; Theobald *et al.*, 2015; Werenkraut, *et al.*, 2020). Incluso si la precisión y el sesgo son un desafío, se pueden llevar a cabo estrategias de mitigación para abordar este problema antes, durante y después de la implementación de los proyectos. Estas estrategias pueden estar relacionadas con los participantes, como su formación cuidadosa (Koo *et al.*, 2022), o contar con participantes más experimentados, ya que, según los hallazgos, a mayor tiempo dedicado, mejor calidad de la información recopilada (Dickinson *et al.*, 2010). Otras estrategias se centran en el control de calidad de los datos, tales como el uso de submuestras recopiladas por científicos para usarlas como líneas de base en la comparación con las muestras recopiladas por los ciudadanos (Aceves-Bueno, 2017), la validación de los datos en diferentes iteraciones (Kosmala *et al.*, 2016), la aplicación de diferentes herramientas estadísticas (Koo *et al.*, 2022; Dickinson *et al.*, 2010), la supervisión del proceso de recolección, la aplicación de controles de datos cruzados, revisiones por pares (Freitag *et al.*, 2016), entre otras (Lukyanenko *et al.*, 2016). Aun así, los gobiernos no confían en esta información o, en general, son renuentes a utilizarla. Las razones más usuales para resistirse al uso de estos datos están relacionadas, entre otras, con la falta de diseño experimental, el tamaño de la muestra, la fragmentación de los datos y problemas relacionados con la objetividad de los ciudadanos (Conrad y Hilchey 2011). En consecuencia, uno de los principales desafíos de la ciencia ciudadana es llegar a los

tomadores de decisiones para que utilicen la evidencia que genera y sus lecciones en sus agendas y políticas (Schade et al., 2021).

Esta evidencia es muy valiosa, en especial para los países en desarrollo, donde la falta de recursos (Pierini et al., 2021) y, en ocasiones, de experiencia específica (Conrad y Hilchey, 2011) ocasionan una falta de información para la toma de decisiones. La nueva información recopilada por los ciudadanos puede reducir el esfuerzo que necesitan los funcionarios para generarla (Dickinson et al., 2010; Fritz et al., 2019; Nascimento et al., 2018) y, de manera más general, influir en la formulación de políticas (Conrad y Hilchey, 2011).

El segundo conjunto de hipótesis (H.II) está relacionado con los efectos de la ciencia ciudadana en la formulación de políticas ambientales. Las iniciativas de ciencia ciudadana pueden:



The infographic features a green background with four circular icons on the left and four corresponding bullet points on the right. The icons are: 1) A balance scale with various colored shapes on the pans. 2) A downward-pointing arrow above a cluster of colored shapes. 3) A network of interconnected nodes and lines with colored shapes. 4) A large right-pointing arrow with a cluster of colored shapes inside it.

- *generar evidencia válida y rigurosa, que sirva para definir y diseñar políticas públicas a nivel local (H.II.a),*
- *reducir el esfuerzo de los funcionarios públicos para generar la evidencia necesaria para el seguimiento de varios temas ambientales (H.II.b),*
- *proporcionar diferentes valoraciones en la producción de datos porque habilita la producción de evidencia de una manera más plural (H.II.c),*
- *fomentar la innovación y así facilitar la adopción de nuevas herramientas para la recopilación de datos por parte de los gobiernos (H.II.d).*

La ciencia ciudadana no solo puede contribuir con nuevos datos, sino también con herramientas innovadoras no utilizadas por el gobierno con anterioridad (Acosta et al., 2022, Schade et al., 2021), en particular a nivel local. Las herramientas digitales reducen el costo de la recopilación de datos y han ampliado el alcance de la ciencia ciudadana (Pierini et al., 2011), que con esta refundación digital se convirtió en *crowdsourcing*. El *crowdsourcing* o “colaboración masiva” es la práctica de voluntariarse para aportar información, tiempo o servicios para un proyecto o tarea realizada por un gran número de personas en entornos, con o sin herramientas digitales (Oxford Dictionary, 2015). El uso de teléfonos celulares y aplicaciones (Lemmens et al., 2021) permite a los ciudadanos buscar información en diferentes lugares, lo que amplía el alcance geográfico de la recopilación de datos y facilita su sostenibilidad en el tiempo (Conrad y Hilchey, 2011; Pierini et al., 2021; Banco Mundial, 2016). Estos avances tecnológicos también facilitan otros aspectos de la ciencia ciudadana: aumentan la probabilidad de participación y refuerzan el compromiso en un círculo virtuoso entre las dimensiones individuales y las de política y la gobernabilidad (Newman et al., 2012).

Tabla 1. Hipótesis y experimentos sobre la contribución de la ciencia ciudadana para abordar diferentes dimensiones de los problemas ambientales

Dimensión de análisis	Hipótesis. La ciencia ciudadana:	Experimento/ Experiencia de ciencia ciudadana	El Co_Lab se alió con:
Individual	<i>Afecta positivamente la predisposición a adoptar comportamientos amigables con el medio ambiente y refuerza el compromiso con estos temas.</i>	“Laboratorio de residuos” Pesaje de residuos domiciliarios	Municipio de Quilmes Lab Ciudadano (Facultad de Agronomía- Universidad de Buenos Aires)
Gobernabilidad/ política pública	<i>Crea evidencia válida y rigurosa útil para la formulación de políticas.</i> <i>Reduce el esfuerzo de los funcionarios públicos para generar evidencia.</i> <i>Produce evidencia de una manera más plural.</i> <i>Fomenta la innovación política.</i>	“PreserVamos” App para mapear ecosistemas acuáticos	Municipios de Mercedes, Balcarce y San Antonio de Areco AppEAR (Universidad de La plata)

Fuente: Elaboración propia

Con estos hallazgos en mente, se diseñaron dos experimentos a pequeña escala. El objetivo de estos estudios es aprender más sobre los efectos de la ciencia ciudadana en los individuos a través de cambios en sus predisposiciones, y también comprender su repercusión en la gobernabilidad y política ambiental a través de la generación de datos más diversos y con menor esfuerzo, lo que podría ser un insumo para la innovación y formulación de políticas. La Tabla 1 resume nuestras hipótesis sobre ciencia ciudadana respecto a los problemas ambientales en ambas dimensiones y los experimentos diseñados para probarlas.



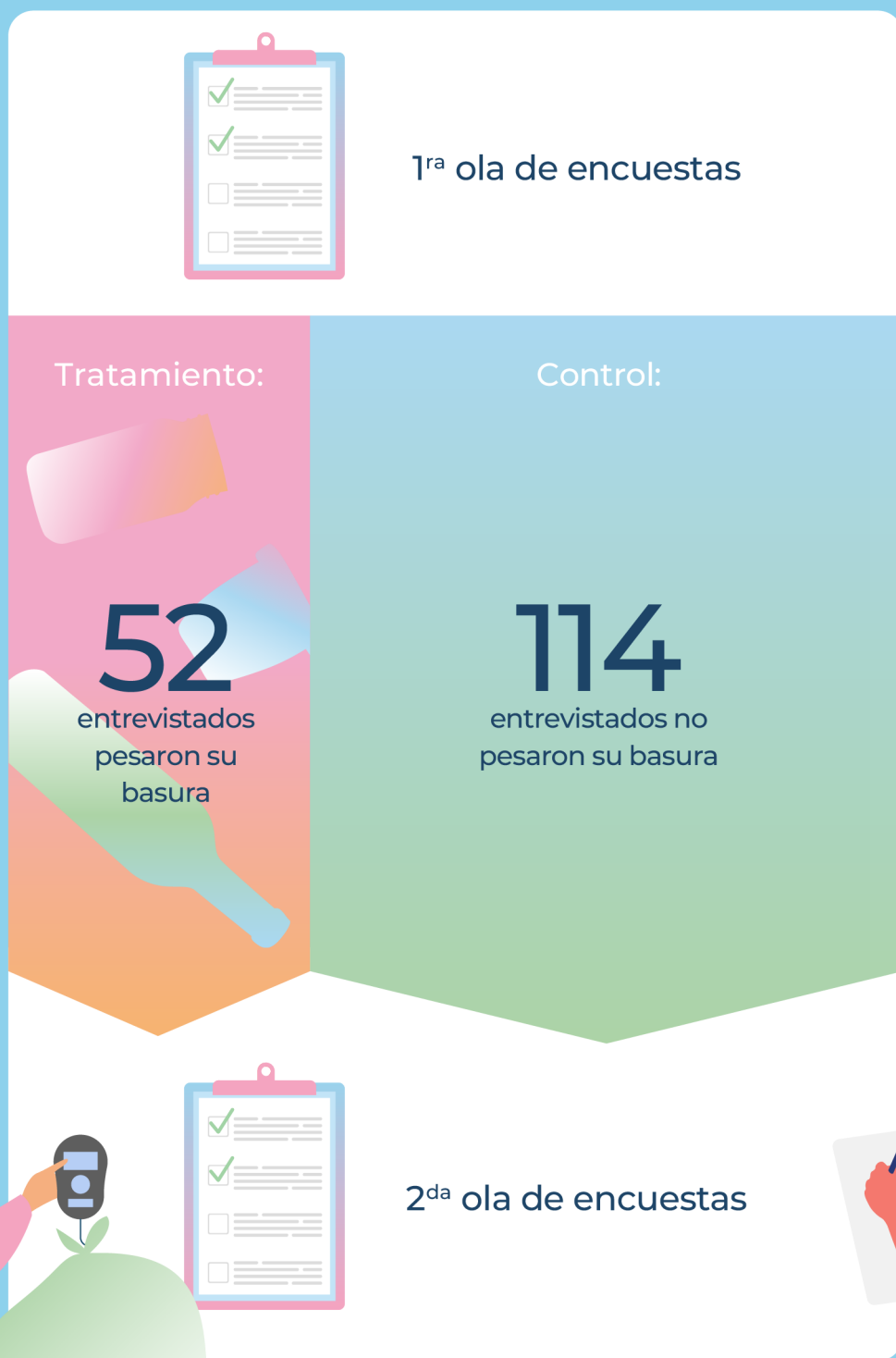
III. Experimento I: los efectos de la ciencia ciudadana en las predisposiciones y el compromiso

III.a Laboratorio de residuos: una experiencia de pesaje de residuos

El experimento duró tres semanas y replicó el modelo desarrollado por el Lab Ciudadano (ver Pierini *et al.*, 2021). Durante este período, 166 vecinos completaron una encuesta (algunos de ellos en persona, otros en línea usando un código QR). La encuesta incluía preguntas sobre sus hábitos, opiniones, creencias y conocimiento sobre temas ambientales y la gestión de residuos domésticos, y su predisposición a realizar diversas actividades respetuosas con el medio ambiente en un futuro próximo. El grupo de tratamiento estuvo compuesto por 52 de los entrevistados, quienes se ofrecieron a separar y pesar sus desechos domésticos durante una semana utilizando balanzas personales. Para hacerlo, el equipo de Laboratorio de residuos les dio instrucciones para dividir sus desechos en tres categorías principales: orgánicos, reciclables y otros. Después de una semana, se los volvió a encuestar para evaluar si la participación había tenido algún efecto en la opinión de los participantes sobre varios hábitos y en su compromiso para llevarlos adelante.

En la primera encuesta, los participantes respondieron preguntas sobre sus puntos de vista en relación con diferentes comportamientos y problemas ambientales, y su disposición a participar en ellos. También declararon su disposición a participar en una segunda etapa del experimento, en la que debían pesar sus desechos domésticos durante una semana (grupo de tratamiento). A los que accedieron se les entregaron balanzas y folletos informativos, y se asignó un miembro del equipo para hacer seguimiento de su progreso a través de WhatsApp. Por otro lado, a los que no aceptaron participar (grupo de control) solo se les recordó que debían completar una segunda encuesta después de 7 a 10 días. Todos los participantes, ya sea en el grupo de tratamiento o control, respondieron este cuestionario dos veces, con una semana de diferencia. La única diferencia entre los grupos fue su participación (o no) en el experimento de pesaje. Quienes participaron de la actividad de pesaje también registraron información y resultados específicos sobre su experiencia (grupo de tratamiento).

Figura 1: Diseño del experimento Laboratorio de residuos



III.b Laboratorio de residuos. Resultados



314 personas respondieron la primera encuesta



166 de ellas la completaron nuevamente una semana después, de las cuales 52 personas formaban parte del grupo de tratamiento (31%)

Se hizo foco en este grupo de 166 personas que completaron ambos cuestionarios para comparar los resultados de los experimentos, así como la predisposición y el compromiso de los grupos de tratamiento y control.

Al analizar la composición de los grupos de la muestra, vemos que existen desequilibrios, especialmente en lo que se refiere a la edad y el género. Por ejemplo, no hubo personas mayores (más de 80 años) en el experimento, por lo que no se pudo analizar ningún tipo de comportamiento o resultado para este grupo. Los jóvenes (de 20 a 39 años) fueron el grupo mayoritario (60%), seguidos de los adultos de 40 a 59 años (23%) y luego los niños (11%). Además, el 81% de los participantes fueron mujeres. Solo el 17% de ellos se identificaron como varones, y el 1,8% no proporcionó una respuesta específica a esta pregunta. Este desequilibrio limitó la posibilidad de realizar análisis estadísticos que pudieran brindar información significativa por género. Según diferentes estudios de psicología ambiental, las mujeres muestran una mayor conciencia ambiental o se involucran en hábitos ecológicos con mayor frecuencia en comparación con los hombres (ver Casaló Ariño y Escario, 2018), lo que podría explicar la falta de representación de los hombres en nuestra muestra y señala la necesidad de aumentar la representación de este grupo en los siguientes estudios. Al analizar el nivel de instrucción, en la muestra hay un predominio de participantes con educación secundaria (56%), seguido de educación superior y primaria, con 32,8% y 10,8% respectivamente.

Para este experimento, el objetivo fue probar si la participación en la experiencia de medición tenía algún efecto sobre las predisposiciones y el compromiso de los participantes con los comportamientos favorables al medio ambiente. Para ello, se elaboró un cuestionario en el que se recopilaban sus respuestas en relación

con sus comportamientos ambientales (amigables o no) en la última semana, ya sean positivos, como compostar, separar desechos, leer sobre el medio ambiente, hablar con sus amigos sobre estos temas, o negativos, como tirar sus residuos en una bolsa sin separarlos o en la calle. También se les preguntó qué tan probable pensaban que sería que hicieran estas actividades la semana siguiente y, finalmente, qué tan de acuerdo (o no) estaban con una serie de frases, como “Me importa lo que pasa con mis residuos después de sacarlos”. Con estas respuestas, se les asignaron valores mediante una escala de Likert y se creó un índice que resumía las respuestas de los participantes en estos tres aspectos: hábitos, probabilidad de incorporar estos hábitos y afinidad. El índice de predisposiciones ambientales para cada participante es el siguiente:

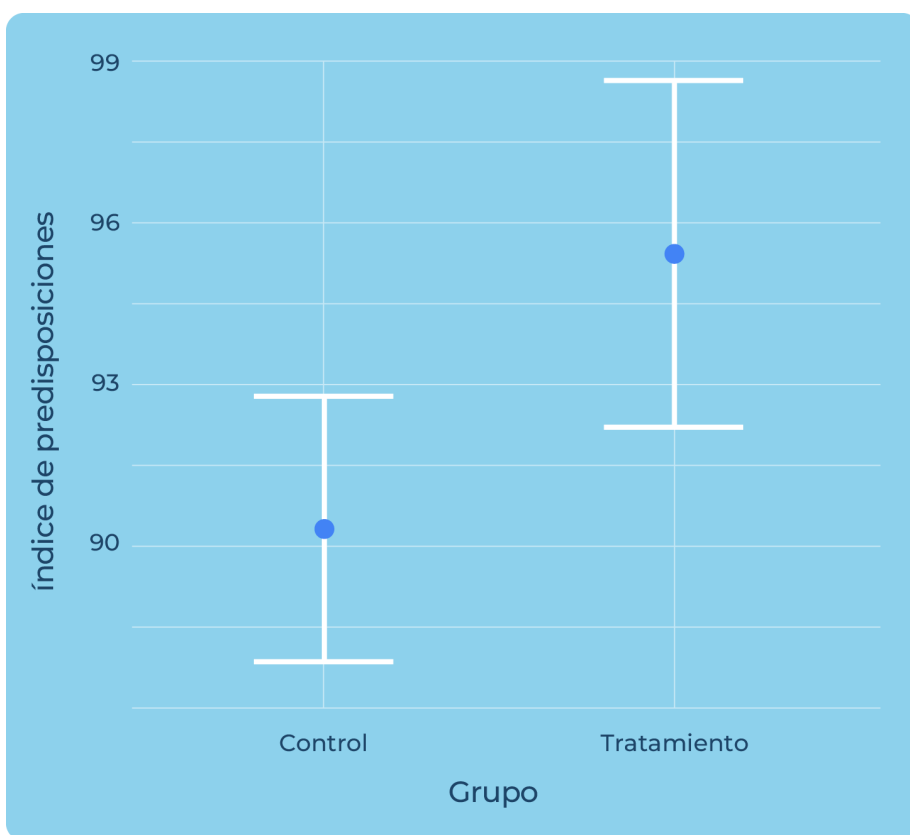
$$\text{Predisposiciones ambientales}_i = \text{Hábitos}_i + \text{Probabilidad}_i + \text{Afinidad}_i$$

El índice toma valores de 0 a 125, donde los números más altos representan comportamientos, creencias y predisposiciones más amigables con el medio ambiente. Nuestro supuesto era que las personas de ambos grupos, tratamiento y control, tendrían niveles similares en este índice antes del tratamiento. Para comprobarlo, se llevó a cabo un análisis inferencial. La primera hipótesis era que los valores de este índice aumentarían más en los participantes del grupo de tratamiento que en el grupo de control (se analizaron predisposiciones porque el corto tiempo entre ambas encuestas limitaba la evaluación de cambios en los hábitos y comportamientos). La segunda hipótesis era relativa a los efectos sobre el compromiso, cuyo proxy era la predisposición para informar a sus amigos y familiares sobre temas relacionados con los residuos.

Para la primera hipótesis, se comparó el índice de predisposición ambiental entre los participantes pertenecientes a los grupos de control y tratamiento mediante una prueba T de Student. Nuestro primer análisis tuvo como objetivo evaluar si había una diferencia estadísticamente relevante en el índice de participantes entre grupos para descartar que las diferencias sean aleatorias. Nuestros resultados indican que efectivamente hubo una diferencia estadísticamente significativa en el índice de los participantes que pertenecían al grupo de tratamiento, con un valor de índice medio de 95,4, mientras que los voluntarios del grupo de control tenían un valor de índice medio de 90,3. Esto significa que los voluntarios que decidieron separar sus desechos ya tenían un mayor nivel de comportamientos y creencias amigables con el medio ambiente que los que no lo hicieron, lo que contradice nuestro supuesto de que ambas muestras tenían el mismo índice de predisposición ambiental. Estos resultados están en línea con hallazgos previos en la literatura que argumentan que los niveles más altos de conciencia ambiental están correlacionados con la disposición a participar en actividades de ciencia ciudadana (Mitchell, 2017; San Llorente Capdevila *et al.*, 2020).

A diferencia de lo esperado, al analizar la diferencia en el índice previo y posterior al experimento en ambos grupos, se observó que los participantes del grupo de control tuvieron un aumento promedio en su índice de 3,31 puntos, que fue superior al grupo de tratamiento, el cual mostró un aumento de 1,80 puntos. Como se mencionó, los valores más altos indican predisposiciones más favorables con el medio ambiente. Estos hallazgos podrían mostrar que el hecho de completar el cuestionario con preguntas sobre las actitudes y creencias del participante sobre temas ambientales pudo haber tenido un efecto positivo en su predisposición, independientemente del hecho de participar en el tratamiento o no. Asimismo, el efecto más leve en quienes pesan sus residuos domésticos se explicaría por el hecho de que este grupo ya mostraba niveles más altos en el índice de predisposición ambiental pretratamiento.

Figura 2: Índice de predisposición ambiental previo al tratamiento por grupos




Nota: Elaboración propia. Media e intervalos de confianza de los índices de predisposición ambiental para los participantes, separados por grupo

Teniendo en cuenta estos resultados, hicimos un análisis de regresión para evaluar si el índice de predisposiciones ambientales pretratamiento se podía explicar con diferentes variables socio-demográficas: la categoría de edad de los participantes, su nivel educativo máximo, su género y si habían decidido participar en el tratamiento (Varotto y Spagnoli, 2017; San Llorente Capdevila *et al.*, 2020; Swami *et al.*, 2011). Decidimos incluir esta última variable, ya que la inscripción era voluntaria. Los resultados de la regresión se pueden encontrar en la Tabla 2.

Tabla 2: Determinantes del índice de predisposición ambiental previo al tratamiento

Variables	Coefficiente	p-valor
Grupo de edad		
Menor a 20 años	-	
Entre 20 y 39 años	1,0	0,800
Entre 40 y 59 años	3,9	0,300
Entre 60 y 79 años	-1,0	0,900
Grupo		
Control	-	
Tratamiento	5,0**	0,021
Nivel educativo		
Primario incompleto	-	
Primario completo	-0,3	0,981
Secundario incompleto	-3,2	0,735
Secundario completo	2,5	0,776
Terciario incompleto	0,7	0,943
Terciario completo	4,3	0,641
Universitario incompleto	4,2	0,640
Universitario completo	7,4	0,416
Posgrado incompleto	21,0*	0,058
Posgrado completo	14,0	0,142
Género		
Femenino	-	
Masculino	-3,3	0,200
No especifica	7,0	0,300
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1		

Nota: Elaboración propia. Regresión lineal de mínimos cuadrados ordinarios sobre el efecto de distintas variables sociodemográficas en el valor del índice de predisposiciones ambientales de los participantes previo al tratamiento

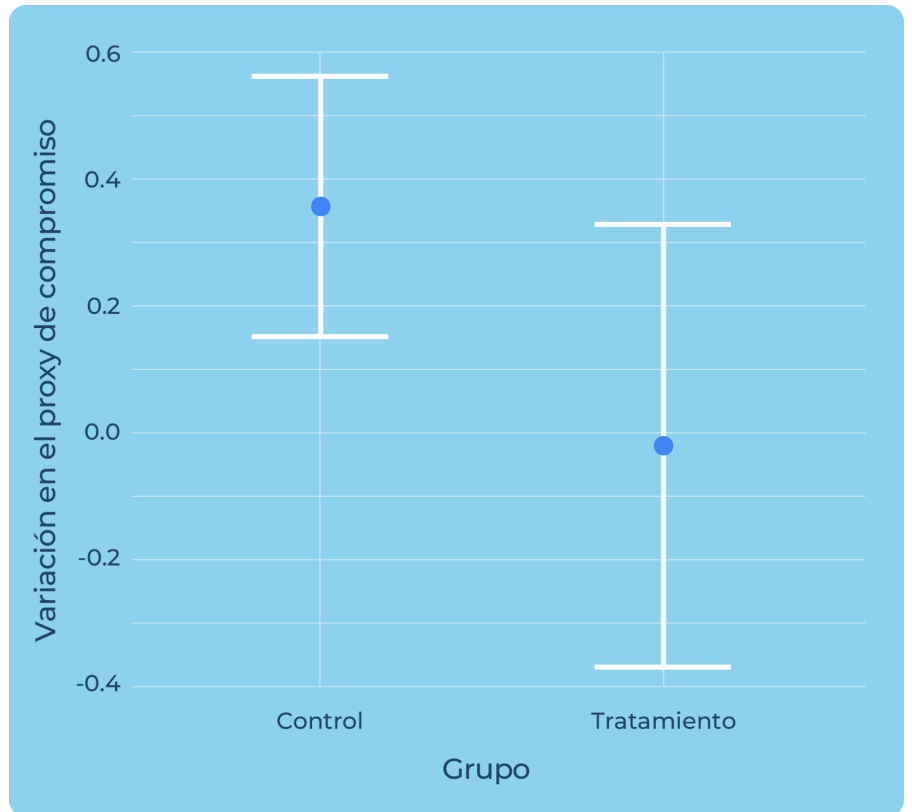


Se observó una relación positiva entre el nivel máximo de educación alcanzado y el índice de predisposición ambiental previo al tratamiento, en particular para los participantes con posgrado incompleto, que tienen un nivel de índice de predisposición ambiental 21 puntos mayor que quienes pertenecen a la categoría base (primaria incompleta), y este coeficiente tiene una significancia estadística del 10%. Llama la atención que el efecto de la correlación se atenúa en la categoría posgrado completo pero, dado que este coeficiente no es estadísticamente significativo, no se puede descartar que este resultado sea por efectos aleatorios. Estos resultados se encuentran en línea con hallazgos previos que indican una correlación positiva entre el comportamiento proambiental (Sharpe *et al.*, 2021) y la educación; algunos trabajos previos muestran hallazgos diversos sobre los efectos de la educación (Casaló Ariño y Escario, 2018; Hornsey *et al.*, 2016). No se observaron efectos estadísticamente significativos para la edad o el sexo. La variable que explica la variación del índice con significación estadística es la decisión de participar en la experiencia de pesaje. Se encontró que los voluntarios que aceptaron participar en el tratamiento tenían un valor para el índice 5 puntos mayor que los que no lo hicieron antes del tratamiento. Este resultado es estadísticamente significativo al 5%, por ende, se reconfirma que las personas con mayor conciencia ambiental tienen más tendencia a participar en experiencias de ciencia ciudadana.

Como se mencionó anteriormente, los cuestionarios tenían una serie de preguntas destinadas a recopilar información sobre las creencias, hábitos y disposición de los participantes para incorporar algunos comportamientos amigables con el medio ambiente. Se esperaba que la ciencia ciudadana tuviera un efecto de refuerzo en el compromiso de los participantes con los problemas y preocupaciones ambientales. Para ello, se llevó a cabo una regresión lineal para medir la diferencia entre el tratamiento previo y posterior en las respuestas de los participantes a una pregunta en particular: su disposición a informar a sus amigos y familiares sobre los problemas relacionados con los desechos en la semana siguiente, que se utilizó como un proxy para el compromiso.

En la Figura 3, se ilustra el cambio en la predisposición a informar a los amigos por grupo, que muestra que en el grupo de tratamiento hubo una tendencia levemente negativa, mientras que el grupo de control en general experimentó un aumento en su predisposición a informar a sus amigos. Luego, se buscó estimar cuáles fueron los determinantes de esta variación con una regresión, cuyos resultados figuran en la Tabla 3.

Figura 3: Variación de la predisposición de los participantes para informar a sus familiares y amigos sobre la problemática de los residuos



Fuente: Elaboración propia. Media e intervalos de confianza de la variación de la predisposición de los participantes para informar a su familia y amigos sobre la problemática de los residuos por grupo



Tabla 3: Estimación de los determinantes de los cambios en la variable proxy de compromiso y postratamiento

Variables	Coefficiente	p-valor
Grupo		
Control	-	
Tratamiento	-0,3*	0,100
Grupo de edad		
Menor a 20 años	-	
Entre 20 y 39 años	-0,4	0,266
Entre 40 y 59 años	0,09	0,685
Entre 60 y 79 años	-0,2	0,754
Género		
Femenino	-	
Masculino	-0,1	0,600
No especifica	0,1	>0,9
Nivel educativo		
Primario incompleto	-	
Primario completo	1,7*	0,073
Secundario incompleto	0,6	0,470
Secundario completo	0,9	0,195
Terciario incompleto	1,4*	0,054
Terciario completo	0,9	0,231
Universitario incompleto	0,7	0,320
Universitario completo	0,9	0,201
Posgrado incompleto	0,1	0,902
Posgrado completo	0,6	0,432
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1		

Nota: Elaboración propia. Regresión lineal (MCO) sobre los efectos de distintas variables sociodemográficas en la variación de la predisposición de los encuestados a informar a sus familiares y amigos sobre la problemática de los residuos

Los resultados de la regresión indican una leve disminución en el indicador de compromiso de las personas que pertenecen al grupo de tratamiento en comparación con el grupo de control; este coeficiente es estadísticamente significativo al 10%. Este hallazgo podría alinearse con otras fuentes (ver Gomera Martínez, 2008, y Mitchell *et al.*, 2017) que indican que la motivación de una persona se define tanto por su actitud (lo que el individuo considera que debe hacer) como por la norma social. Es posible que los voluntarios no consideraran que fuese su responsabilidad informar a los demás.

En otro sentido, como la participación en el tratamiento -que implicó una semana completa de separación, pesaje y registro de residuos- fue voluntaria, no se puede descartar que exista un fuerte sesgo de autoselección. Dicho sesgo puede limitar una lectura más acertada del impacto de este experimento de ciencia ciudadana. Nuevamente, si bien no todos los coeficientes son significativos, vemos una correlación positiva entre nivel educativo y mayor compromiso ambiental. El grupo de control experimentó un aumento en su compromiso ambiental. Se trata de un resultado intuitivo pues es esperable que los cambios marginales en el grupo con menos predisposición ambiental (grupo de control) sean mayores que en el grupo con más predisposición ambiental (grupo de tratamiento), incluso cuando este último solo contestó los cuestionarios y no tuvo que pesar los residuos.



Vale la pena señalar que esta encuesta se complementó con unas 10 entrevistas cualitativas en profundidad con 5 participantes de cada grupo una vez finalizado el experimento. En ellos, las personas que participaron en el pesaje de sus residuos manifestaron la voluntad de cambiar sus comportamientos cotidianos hacia el reciclaje. Personas de ambos grupos destacaron la influencia que tuvo el experimento en ellos a nivel personal. Comentarios como “Siento que me mostró la importancia de reciclar, y tomar conciencia de cuánto pesaba mi basura. Me sorprendió mucho el peso”, o “Aprendí a juntar las cosas, que yo tiraba todo en la misma bolsa. No sé, cartones o botellas. El otro día se lo di a un hombre que vino” muestran que hay un proceso continuo de aprendizaje y toma de conciencia en estos participantes.

Las personas de ambos grupos declararon ser más conscientes de las consecuencias de sus comportamientos ambientales después del experimento. Esto fue especialmente notorio para el grupo de tratamiento, lo que sugiere que participar en la experiencia de pesar sus desechos domésticos podría haber sido un factor decisivo para este cambio (en la percepción).

III.c Limitaciones del experimento

Este experimento dejó información y aprendizajes valiosos, pero también limitaciones a la hora de analizar sus resultados. La primera de ellas fue el pequeño tamaño de la muestra y el hecho de que estaba desequilibrada en términos de género. La segunda se debe a la naturaleza a pequeña escala y a corto plazo de la intervención, lo que dificulta nuestra capacidad de observar los efectos a largo plazo en el comportamiento y las creencias. Estas dos limitaciones podrían abordarse en una implementación futura con el objetivo de aumentar el tamaño de la muestra y tomar más tiempo entre las mediciones. Una tercera limitación surgió por el diseño.

Al ser una experiencia con inscripción voluntaria, se produjo un sesgo de autoselección. Es decir, los participantes del grupo de tratamiento ya tenían un índice alto de predisposición ambiental antes del experimento, lo que limitó la identificación de sus efectos.

Esto podría abordarse aleatorizando los tratamientos que reciben los participantes. Finalmente, la última limitación que se observa en este diseño es que se basa en creencias y comportamientos autoinformados, lo que sesga las respuestas de los participantes, ya que es posible que declaren en función de lo que se espera socialmente, como conductas o predisposiciones ambientalmente amigables.





IV. Experimento II: ciencia ciudadana y gobernabilidad ambiental, formulación de políticas e innovación

IV.a PreserVamos: una aplicación para monitorear ecosistemas acuáticos



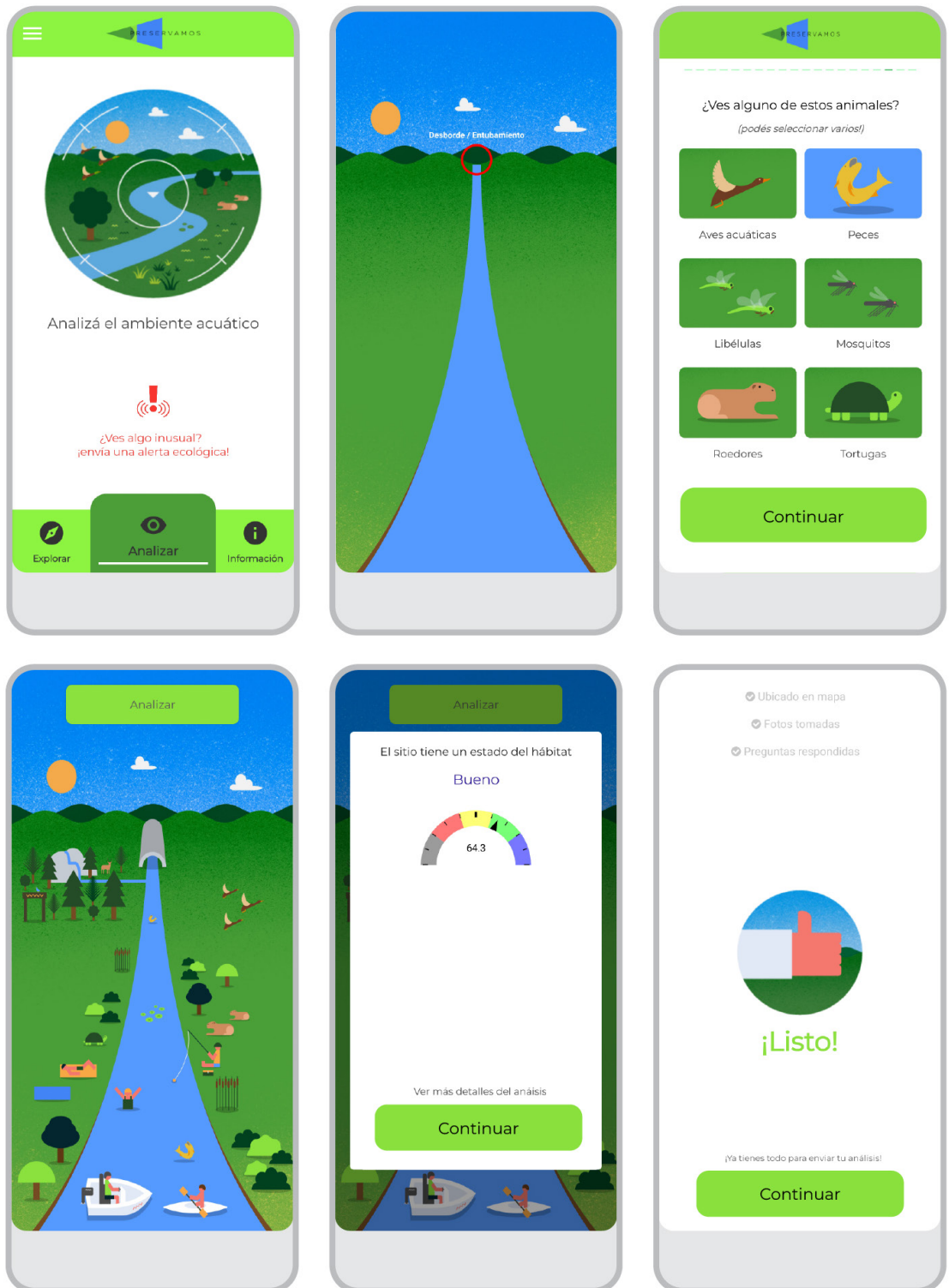
Descarga la app

En el mapeo de soluciones, llevado adelante junto con el Ministerio de Ciencia y Tecnología (Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Argentina y Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo en Argentina, 2022), conocimos a Marcelo García, un científico que trabaja en el gobierno de la ciudad de Córdoba, en Argentina, quien organiza experiencias de ciencia ciudadana para producir evidencia en temas como inundaciones, cuerpos de agua o lluvias, que se usan de modo regular en las acciones y políticas de su equipo. Hasta donde sabemos, esta experiencia es una suerte de caso ideal de la ciencia ciudadana integrada en el gobierno y con impacto en las políticas públicas en Argentina, por lo que se buscó probar su escalabilidad. Sin embargo, no era factible replicar este modelo en un período razonable, debido a los tiempos y limitaciones de las estructuras burocráticas que regulan las diferentes agencias gubernamentales. De ahí que se desarrolló un mínimo producto viable: “un monitoreo participativo, en el que los ciudadanos, los científicos y el gobierno pueden colaborar para seguir, rastrear y responder a los problemas ambientales que afectan a la comunidad” (Whitelaw *et al.*, 2003, en Conrad y Hilchey, 2011). Esta iniciativa permitiría explorar los efectos de la ciencia ciudadana en la gobernabilidad de los temas ambientales a nivel local y específicamente evidenciar su potencial para la recolección de datos, el esfuerzo que ahorra al gobierno, la diversidad en la valoración entre ciudadanos y gobierno, y el hecho de que puede fomentar la innovación política.

En asociación con tres gobiernos locales de Buenos Aires, San Antonio de Areco, Mercedes y Balcarce, en Argentina, y con los científicos que lideran AppEAR (ver detalles de esta iniciativa en Cochero, 2018), codiseñamos un experimento a pequeña escala. Funcionarios de los tres gobiernos locales participaron en un mapeo de ecosistemas acuáticos utilizando PreserVamos, una aplicación móvil que era una nueva versión de la AppEAR original. La lógica detrás de la experiencia es que el usuario, mientras visita la laguna o el río local, puede seguir las indicaciones de la aplicación, que le realiza preguntas sobre diferentes cosas que puede percibir en su entorno y solicita al usuario que tome fotos de lo que ve. Las preguntas están dirigidas a evaluar el medio ambiente, con indicaciones como “¿Ves alguno de estos animales?”, “¿Hay basura en la rivera? ¿Hay basura en el agua?”, “El agua, ¿tiene mal olor?”. A partir de las respuestas, la aplicación arroja un índice ambiental (con valores entre 0 y 100) para ese mapeo que está georreferenciado. También tiene

información sobre la iniciativa y recursos visuales para ayudar a los usuarios en el proceso de mapeo, como imágenes de especies de plantas invasoras.

Figura 4: Imágenes de la app PreserVamos



Fuente: Elaboración propia

La *app* genera un indicador que tiene validez científica (Cochero, 2018). Las preguntas fueron diseñadas por el equipo de AppEAR, integrado por biólogos de la Universidad de La Plata, investigadores especialistas en ecosistemas acuáticos. Se invitó a los funcionarios locales a participar en una prueba beta de esta nueva versión de la aplicación, quienes ayudaron a cocrearla incluyendo preguntas y temas de su interés. La prueba beta incluyó el uso de la aplicación en la que, durante tres semanas, se obtuvieron tantos mapeos alrededor de los ecosistemas acuáticos como se pudo en ese tiempo.

La implementación del proyecto PreserVamos tomó casi 7 meses y comenzó con varias reuniones y actividades de inteligencia colectiva con AppEAR para discutir el codiseño del experimento. Luego, siguió una etapa de entrevistas en profundidad con informantes clave responsables de las áreas ambientales de ocho ciudades de Buenos Aires. El objetivo de estas entrevistas fue llegar a una mejor comprensión sobre cuáles eran los enfoques existentes, las necesidades y otras dimensiones en la gestión de los ecosistemas acuáticos a nivel local y, en general, sobre la gobernabilidad y políticas ambientales. Con ello, se diseñó la nueva versión de la *app*, que satisfizo las necesidades de las ciudades elegidas y también se diseñó el monitoreo comunitario. Este trabajo de preproducción cubrió las dimensiones sugeridas por el Banco Mundial (2016) para la implementación exitosa de este tipo de proyectos. Se invitó a tres gobiernos locales de ese grupo a participar en la prueba piloto de la *app* y la etapa final de producción, que incluyó el diseño de materiales promocionales e informativos y campañas para difundir su uso dentro de cada grupo participante en el mapeo. Las ciudades invitadas eran de características demográficas similares, de modo que fueran comparables en tamaño y recursos; tenían recursos de cuerpos de agua que formaban parte de la agenda de gestión ambiental de la ciudad; y tuvieron o estuvieron en proceso de creación de un área protegida o reserva natural, la cual se tomó como *proxy* de una línea base en el manejo ambiental de los recursos naturales locales y con cuerpos de agua comparables.

El experimento se llevó a cabo entre el 3 y el 20 de marzo de 2022. Se agregaron cuatro días a la primera fecha de finalización del día 16 debido a la aparición de fuertes tormentas eléctricas en el área. En cada ciudad, se varió la participación de científicos y ciudadanos en el uso de la aplicación (ver la infografía) para evaluar los efectos potenciales de la ciencia ciudadana en la generación de nueva evidencia y el esfuerzo asociado a estas tareas, la diversidad en la generación de datos, el uso de esta innovación y las estrategias que cada gobierno local utilizó para gestionar los recursos hídricos.

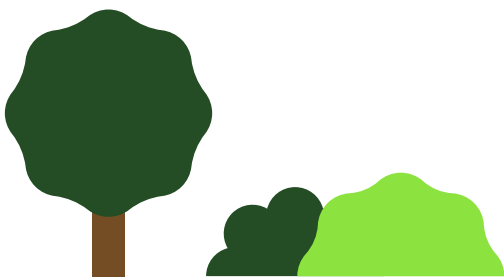
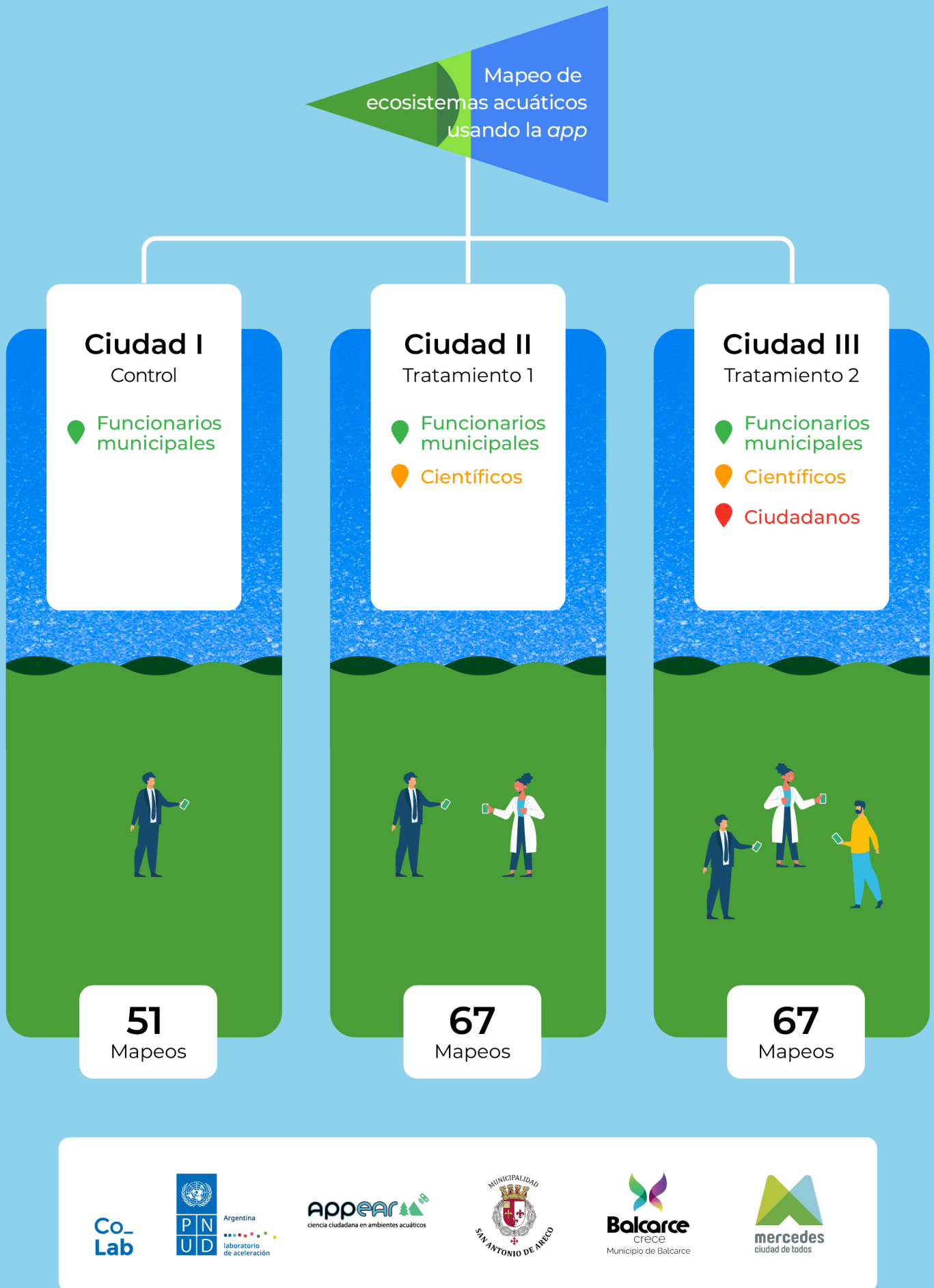


Figura 5: Diseño del experimento PreserVamos



Fuente: Elaboración propia

En la primera ciudad de tratamiento, los científicos participaron en las tres semanas de mapeo junto con los funcionarios del gobierno. En la segunda ciudad, además, se invitó a los ciudadanos a participar de este mapeo. Para eso, hubo campañas públicas en las redes sociales para publicitar la iniciativa y una campaña pública, para la que se desarrollaron materiales específicos. Si bien en las tres ciudades hubo reuniones regulares con los funcionarios locales antes y después de los experimentos, la tercera ciudad fue la de control, donde solo los funcionarios gubernamentales realizaron el mapeo en las mismas tres semanas que las otras ciudades. En esta ciudad, se contaba solamente con la posibilidad de requerir de asistencia técnica del equipo de científicos. Este enfoque pretendía ayudarnos a observar el efecto incremental (o la falta de este) de los diferentes actores involucrados en los resultados del experimento.



Además de los datos que se obtuvieron producto del uso de la aplicación, se diseñó una matriz para recopilar información complementaria, obtenida en entrevistas con los funcionarios locales y sistematizada en cuatro dimensiones. Cada dimensión se enfoca en un aspecto relevante específico que se pretendía evaluar: la adopción de la herramienta, la cantidad y calidad de la evidencia recopilada, las políticas de gestión de recursos hídricos implementadas o planificadas por el gobierno local y la participación ciudadana. Se utilizó esta matriz para analizar todo el ciclo de la acción, es decir, la situación en cada ciudad antes, durante y después del experimento, para evaluar los efectos potenciales en el enfoque de los funcionarios sobre las políticas ambientales, específicamente la gestión del agua y los ecosistemas acuáticos. Para elaborar la matriz, se

necesitó profundizar en la investigación, lo que implicó buscar más información relacionada con la gestión de los recursos hídricos en esas ciudades específicas y realizar varias entrevistas (a lo largo de los dos meses posteriores del ejercicio de mapeo) con informantes clave que trabajan en las áreas de ambiente de cada ciudad.

IV.b PreserVamos. Resultados: los efectos de la ciencia ciudadana en la cantidad, el esfuerzo y la diversidad de la generación de datos, y en la innovación de políticas

Nuestro objetivo es evaluar el efecto de PreserVamos en los datos generados (cantidad y diversidad), en el esfuerzo relativo requerido para generar información cuando los ciudadanos participan, y en el enfoque de la gobernabilidad y políticas ambientales implementadas por cada gobierno local. En relación con la cantidad de datos, se analizará la cantidad de registros/mapeos generados en cada ciudad (con y sin participación ciudadana) durante las tres semanas del testeo. Para el segundo y tercer aspecto, se evaluarán los resultados mediante un análisis inferencial con distintas variables. El aspecto de la diversidad de datos se estudiará comparando los puntajes de los informes de mapeo realizados por cada tipo de usuario, es decir, científicos, funcionarios gubernamentales y ciudadanos, mientras que el impacto en el esfuerzo necesario para generar información se probará utilizando la cantidad de datos recopilados por tipo de usuarios, en comparación con el total de mapeos. Finalmente, el uso de la aplicación en innovación en políticas locales se evaluará utilizando datos cualitativos recopilados en nuestra matriz de gobernabilidad y políticas ambientales.

Durante las tres semanas que duró el experimento, la **aplicación se descargó 72 veces, se registraron 61 personas** (incluidas 4 de AppEAR) y se recopilaron un total de **185 “mapeos” entre todos los municipios**. Los servidores públicos de las tres ciudades utilizaron la aplicación para recopilar información con resultados similares: **51 informes para la ciudad de control y 61 para la ciudad Tratamiento 1**. En el **Tratamiento 2**, se observó un bajo uso de la aplicación por parte de los funcionarios en comparación con las otras ciudades, lo que se explica por condiciones climáticas adversas y la renuncia de la responsable del área días previos al comienzo de la acción no obstante, el número final de informes recopilados (**60**) fue similar gracias al compromiso de los ciudadanos.

Los valores medios del **índice ambiental obtenidos** fueron **70,9** para el grupo de control, **79,4** para el Tratamiento 1 (científicos y funcionarios locales) y **66,8** para el Tratamiento 2 (los tres actores).

Estos resultados se resumen en la Tabla 4 a continuación.

Tabla 4: Estadísticas de uso de la aplicación PreserVamos durante el experimento

Grupo	Tipo de usuario	Reportes	Participantes
Control <i>Balcarce</i>	Funcionarios locales	51	5
	Totales	51	5
Tratamiento 1 <i>Mercedes</i>	Científicos	6	4
	Funcionarios locales	61	6
	Totales	67	10
Tratamiento 2 <i>San Antonio de Areco</i>	Científicos	11	4
	Ciudadanos	50	47
	Funcionarios locales	6	3
	Totales	67	54
TOTALES		185	69

Fuente: Elaboración propia

El siguiente paso fue analizar estos informes en profundidad para identificar diferencias entre los mapeos realizados por los diferentes tipos de usuarios: científicos, representados por el equipo de AppEAR, funcionarios del gobierno local, en su mayoría de áreas involucradas en políticas ambientales y ciudadanos. Para esto, se empleó el análisis de la varianza (ANOVA) para calcular la diferencia entre los puntajes de mapeo realizados por estos diferentes grupos en los Tratamientos 1 y 2 (la ciudad de control no se usó porque solo tenía mapeos de funcionarios del gobierno local). Nuestros resultados se muestran en la Figura 6.

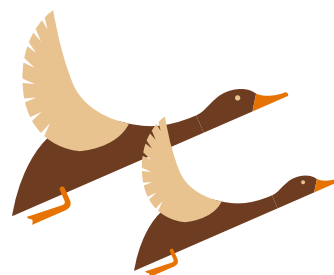
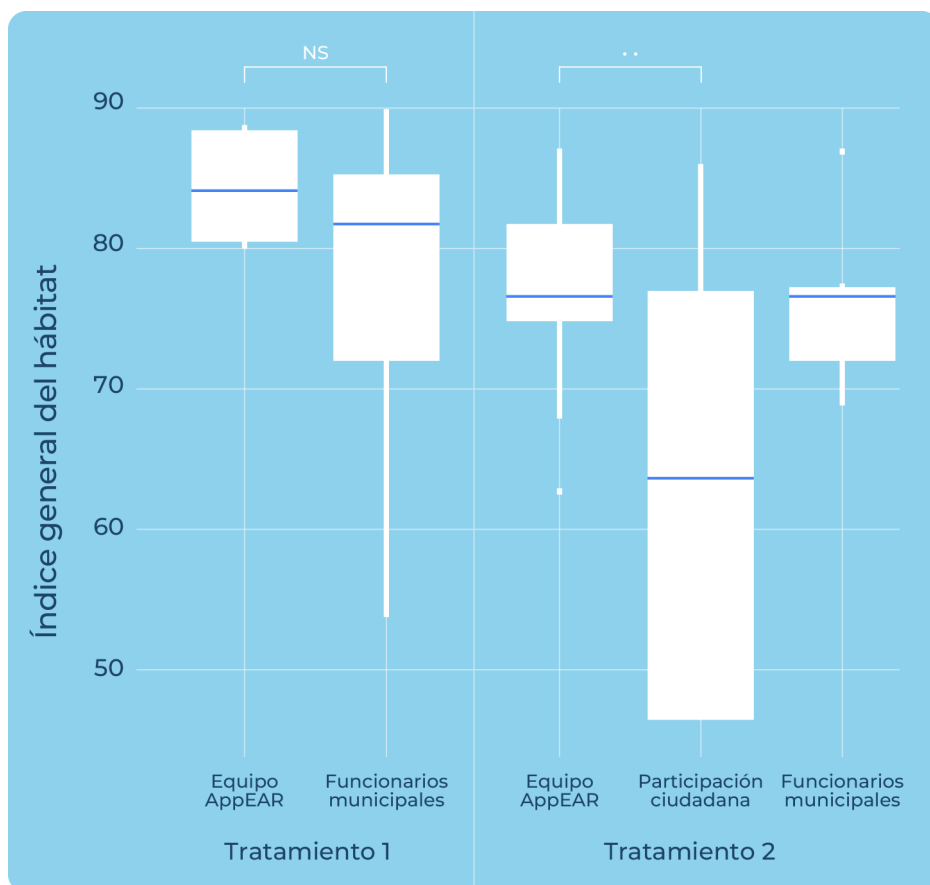


Figura 6: Resultados del índice del hábitat de ríos urbanos según el tipo de usuario



Nota: Elaboración propia. Gráfico de caja del índice obtenido para los Tratamientos 1 y 2 en el que se compara por tipo de usuario (los científicos miembros de AppEAR, los funcionarios locales y la ciudadanía). El símbolo * indica diferencias estadísticamente significativas entre grupos, mientras que NS indica la falta de significatividad estadística.

Se puede observar que tanto en el Tratamiento 1 como en el 2 el índice promedio arrojó resultados similares entre científicos y funcionarios del gobierno local. En el Tratamiento 1, el valor del índice promedio fue de 78,8 entre los funcionarios del gobierno local y 85,2 en los usuarios científicos. En el Tratamiento 2, este valor fue de 76,0 para el primer grupo y de 77,1 para el segundo. Al observar el índice promedio obtenido por los ciudadanos, podemos ver que no solo es significativamente menor (63,2) que los correspondientes a los otros tipos de usuarios, sino que también muestra una mayor variabilidad, lo que podría indicar que los ciudadanos tienen una visión más crítica de su entorno en promedio, con percepciones muy diferentes (ver la Figura 7). Estos resultados apuntan en la dirección de que la ciudadanía tiene una percepción diferente de lo que constituye un ambiente natural saludable, lo que aumenta la diversidad de datos ambientales recolectados y su rigor.



Figura 7: Reportes realizados en las ciudades asignadas a los Tratamientos 1 y 2



Nota: Elaboración propia. Cada pin es un mapeo, coloreado según el tipo de usuario que lo realizó. A su vez, el valor resultante del índice se refleja en el tamaño del pin y la intensidad del color.



Luego, para medir el esfuerzo necesario para crear los mapeos, se evaluó la cantidad de mapeos realizados per cápita en cada ciudad. Valores más bajos indican que cada persona realizó menos mapeos, lo que implica un menor esfuerzo de muestreo. En el Tratamiento 2, donde los ciudadanos participaron activamente, se alcanzó un número similar de total mapeos con menos esfuerzo por persona. El grupo de control tuvo un esfuerzo de mapeo de 10,2 mapeos per cápita, mientras que el Tratamiento 1 tuvo un valor de 11,17. El Tratamiento 2 mostró el valor más bajo, con 2,91 mapeos per cápita. Una prueba de Kruskal-Wallis demostró que el esfuerzo de mapeo fue significativamente diferente en todos los grupos y que la participación de la ciudadanía en el Tratamiento 2 redujo el esfuerzo necesario para obtener evidencia útil para el gobierno al triple (p -valor $< 0,05$).

Por último, a través de entrevistas en profundidad y datos cualitativos, se evaluó la posible repercusión de la participación de estas tres ciudades en la experiencia de PreserVamos en sus políticas públicas, y si la aplicación había generado insumos para estas. Si bien el tiempo de la acción limita la capacidad de observar resultados a largo plazo, como la implementación de políticas públicas relacionadas con PreserVamos, sí se observó un interés y predisposición generalizados en continuar con el uso de la aplicación. Durante las entrevistas, los informantes locales se refirieron al uso potencial de la aplicación para generar un canal de comunicación entre el gobierno local y sus ciudadanos, como una herramienta educativa, particularmente en las escuelas, y como un sistema de alerta de eventos ecológicos inesperados. Luego de sus comentarios e *insights*, a pedido de los funcionarios, se agregaron dos funcionalidades a la *app*: un sistema de alerta por floraciones de algas, aparición de gran cantidad de peces muertos y derrames industriales, así como la integración de la *app* con **ArgentiNat**, una *app* que brinda una guía sobre flora y fauna y permite a los participantes reconocer e identificar especies cercanas a su ubicación. Cabe señalar que estos efectos se observaron independientemente del nivel de participación ciudadana en la experiencia, lo que indicaría que este resultado estaría basado en la aceptación de la herramienta y no en el aspecto de participación ciudadana del experimento.

Además de estos efectos directamente relacionados con la *app* y su incorporación en las políticas de los gobiernos locales, se observaron algunos efectos indirectos de la implementación de la iniciativa en otros aspectos relacionados con su impacto en la política pública. En todos los gobiernos locales participantes, independientemente del tratamiento que se les asignó, se obtuvieron indicios de un impacto positivo en la coordinación entre áreas gubernamentales, que antes del experimento no trabajaban juntas, en la gestión del agua. Luego del experimento, en una de las ciudades, informaron que tenían intención de usar la *app* para recopilar información sobre sus recursos hídricos, cuando en la entrevista previa declararon no hacerlo de modo sistemático, junto con otros indicadores de calidad ambiental. En esa misma ciudad, se observó la aparición de una alianza entre el área ambiental del gobierno y el INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria) para participar en el mapeo. En otra ciudad, se



detectó un impulso importante para tomar muestras de calidad de agua y hábitat (estas últimas con la herramienta PreserVamos) con mayor frecuencia a la realizada con anterioridad, debido a que era principalmente competencia del gobierno provincial. Para ello, dispusieron un calendario de colecta de muestras de calidad de agua cada tres meses, las cuales se realizarían en conjunto por el área de Alertas Temprana y la Dirección de Medio Ambiente.

IV.c Limitaciones del experimento PreserVamos

El principal desafío al que se enfrentó la realización del experimento fueron las inclemencias del clima al comienzo del mapeo. Estas fueron particularmente graves en la ciudad del Tratamiento 2, donde los ciudadanos participaron de la experiencia. La aparición de fuertes tormentas eléctricas dejó varios árboles caídos y significó que el equipo de funcionarios del gobierno local, que se había comprometido a participar en el esfuerzo de mapeo, en cambio, tuvo que atender estos problemas. Para eso, se extendió el mapeo una semana más en las tres ciudades. Sin embargo, a este hecho se sumó la renuncia de la directora del área ambiental, lo que significó que fueran aún menos las personas dedicadas al mapeo. Esto se expresa en los resultados del Tratamiento 2, donde se puede observar que terminaron con un número total similar de mapeos a pesar de que tenían más actores involucrados. Curiosamente, este desafortunado hecho nos llevó a observar el papel de la ciudadanía en proporcionar datos que el gobierno local no pudo recopilar, y se refleja en un menor esfuerzo dedicado al mapeo por parte de los funcionarios en esa ciudad.

Otra limitación de este experimento, alineada con las observadas en el Laboratorio de residuos, son los efectos de una pequeña escala y un corto período en la capacidad del experimento para mostrar efectos relacionados con nuestra hipótesis: obtención de evidencia útil, diversa y que requiere poco esfuerzo de los funcionarios públicos, y su influencia en la formulación de políticas públicas y la innovación.





V. Qué aprendimos

La ciencia ciudadana tiene efectos diversos sobre las predisposiciones y el compromiso con el ambiente de los participantes. Nuestros resultados en este sentido fueron mixtos. Esto puede vincularse con el corto período de los tratamientos o con el pequeño tamaño de la muestra, y también con la autoselección de los participantes que se ofrecen como voluntarios en estas iniciativas. Como las personas que participan tienen altos niveles de interés en el tema, en ocasiones es difícil estimar el impacto de la ciencia ciudadana.

El hecho de que las predisposiciones y el compromiso varíen según la educación y la edad antes de la experiencia de ciencia ciudadana sugiere la necesidad de fomentar estrategias dirigidas a diferentes grupos.

En el caso de PreserVamos, los resultados de uso indican que la aplicación generó evidencia valiosa sobre el estado de los ecosistemas de agua dulce de las ciudades y que redujo el esfuerzo necesario para generarla al triple en la ciudad que tenía los tres tipos de actores involucrados: ciudadanos, científicos y funcionarios del gobierno local.

Las herramientas generadas para la ciencia ciudadana, en su esfuerzo por ser simples e intuitivas, para que puedan ser usadas por personas con o sin conocimiento científico, también son de muy fácil adopción por parte de los gobiernos locales; esto se observó con independencia de la participación ciudadana.

La ciencia ciudadana provee recursos para las políticas ambientales, sea porque los ciudadanos reducen el esfuerzo para generar los datos o porque los funcionarios usan ellos mismos estas herramientas; también conecta positivamente esta práctica de adopción de nuevas tecnologías para el *crowdsourcing* y la gestión de los ecosistemas acuáticos. Esta experiencia también muestra efectos indirectos en la incorporación de esta agenda en las áreas ambientales de los gobiernos locales. Estos efectos se ven reflejados en los planes para incrementar las mediciones de calidad del agua en las localidades que ya lo hacían, y los planes para comenzar a hacerlo en las que no lo hacían. La afección por incorporar nuevas herramientas de gestión ambiental llevó a que los funcionarios solicitaran que la *app* tuviera ajustes para responder a sus necesidades. Por otro lado, tuvieron ideas para darle nuevos usos, como en escuelas y en otros programas educativos. Los tres gobiernos se mostraron dispuestos a incorporar la herramienta en sus políticas públicas. Un caso interesante fue el de una ciudad que expresó su deseo de hacer nuevos controles que en el pasado estaban en manos del gobierno provincial. Esto también sugiere que, con herramientas adecuadas, los gobiernos pueden asumir nuevas responsabilidades.

Las lecciones de la ciencia ciudadana ambiental

- Las **actividades de ciencia ciudadana son voluntarias**, lo que significa que **sus participantes se autoseleccionan**. Esto presenta un problema para probar los efectos de sus actividades y sugiere la necesidad de **desarrollar estrategias para incluir diferentes tipos de personas**.

- Se trata de participantes con diversas características sociodemográficas, como edad o nivel educativo, lo que sugiere la conveniencia de **adoptar estrategias segmentadas para aprovechar el potencial de la ciencia ciudadana**, al orientarlas hacia ciertos grupos o permitir que estos interactúen y se nutran entre sí.

- Las actividades de ciencia ciudadana pueden **dar forma al enfoque de los temas que abordan**. En uno de nuestros experimentos, el enfoque sistémico de los ecosistemas acuáticos abrió la puerta para una mayor coordinación entre las diferentes áreas de gobierno que se ocupan de temas específicos de los ecosistemas acuáticos.

- La ciencia ciudadana **incentiva la innovación en políticas para apropiarse de sus responsabilidades** en el cuidado de los ecosistemas acuáticos (funciones compartidas con otro nivel de gobierno).

- El **esfuerzo invertido en desarrollar herramientas fáciles de usar** que permitan a los ciudadanos, con o sin conocimientos previos, recopilar datos resulta en una alta probabilidad de que estas sean tomadas y utilizadas por los gobiernos, independientemente de la participación ciudadana. Entregar estas herramientas a los gobiernos puede ayudarlos en sus actividades diarias.

- La ciencia ciudadana **reduce el esfuerzo de los gobiernos** para generar nuevos datos.

- Los **datos recopilados por los ciudadanos son más diversos**, ya que reflejan sus inquietudes y experiencias con el tema de la actividad de ciencia ciudadana. Como resultado, esta información brinda a los gobiernos una comprensión más acabada de cómo este tipo de problemas afectan a los ciudadanos y cómo estos los experimentan.

- La ciencia ciudadana es un canal de participación que pueden usar los ciudadanos que usualmente no participan. Brinda a los gobiernos un **terreno diferente de diálogo y entendimiento mutuo para escuchar sus puntos de vista y demandas** en relación con el tema que aborda la actividad de ciencia ciudadana y también con otros temas.

El instrumento de recolección de información puede moldear el modo en el cual se construyen los datos. Por un lado, esto supone una visión sistémica para el análisis de los ecosistemas acuáticos como un todo, que incluye datos de especies de animales y vegetales, inundaciones, tipo de uso del agua, estado general del agua, entre otros. De hecho, el uso de esta *app* genera una mirada transversal a las diferentes agencias del estado local que abordan estos temas, muchas veces de modo aislado y sin incentivos u oportunidad para colaborar. Esto se vio en la mayor predisposición para articular entre estas distintas áreas que abordan el agua y su entorno post tratamiento. Varias de las acciones que los gobiernos declararon tener interés en emprender, luego de la adopción de la *app*, se realizaban en coordinación entre dos áreas de gobierno o más.

Por otro lado, el hecho de que los ciudadanos y los funcionarios usen el mismo instrumento de recolección de información mostró que los primeros tienen percepciones muy diferentes del estado de su entorno, con una tendencia hacia visiones más pesimistas, lo que aumenta la diversidad de los datos disponibles para los gobiernos locales.

Por lo tanto, la ciencia ciudadana tiene poderosas implicaciones de gobernabilidad que se pueden utilizar para identificar las necesidades de los ciudadanos, escuchar sus voces y considerar sus puntos de vista en la formulación de políticas ambientales. La experiencia de ciencia ciudadana con un objetivo específico y en los espacios donde los ciudadanos ya usan el espacio público favorece la participación de personas que tal vez no sean parte de otro tipo de instancias de participación. Esto además de dar mayor información sobre los usos e interpretación de los ecosistemas acuáticos de estos ciudadanos brinda un espacio de interacción entre ciudadanía y gobierno.

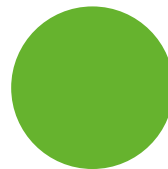
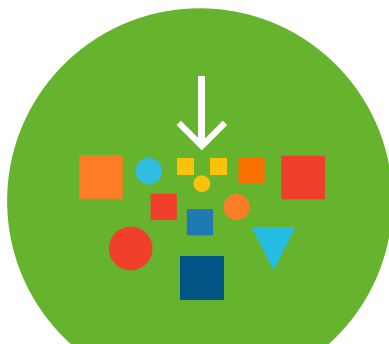
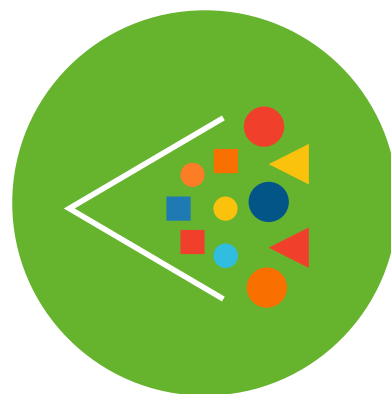


VI. Conclusión

En el Co_Lab, aprendimos que la ciencia ciudadana es una herramienta poderosa y versátil. Permite hacer un abordaje sistémico, que supera los problemas de estrategias fragmentadas que abordan las diferentes dimensiones (individual e institucional/gobernabilidad) de los problemas ambientales.

Identificamos diferentes soluciones de ciencia ciudadana con potencial de operar sobre dos de estas dimensiones: las predisposiciones y el compromiso con el ambiente de los individuos, y la inclusión social para gobernabilidad de los problemas ambientales, específicamente la generación de datos y la innovación pública para atenderlos. Para esto, nos asociamos con dos iniciativas de ciencia ciudadana y con cuatro gobiernos locales, con el fin de diseñar e implementar dos experimentos a pequeña escala.

Para explorar los efectos de la ciencia ciudadana en las predisposiciones, llevamos a cabo el primer experimento, llamado "Laboratorio de residuos". Los vecinos completaron una encuesta sobre sus hábitos, conocimientos y creencias en relación con el medio ambiente y la gestión de los residuos domésticos; además, un tercio de ellos también pesaron sus residuos domésticos en balanzas personales. Nuestra pregunta principal aquí fue si participar en una experiencia de ciencia ciudadana afecta las predisposiciones y el compromiso ambiental. No encontramos efectos claros sobre la predisposición, lo que puede explicarse porque quienes se ofrecieron como voluntarios para participar en esta experiencia de ciencia ciudadana ya tenían altos niveles de interés en el tema antes de participar en el experimento. Sin embargo, observamos que el grupo de control experimenta un aumento en su compromiso, medido como



la predisposición a informar a sus amigos sobre las conductas proambientales. Esto puede vincularse con su menor predisposición proambiental previa al tratamiento. El simple hecho de completar las encuestas sobre estos temas generó un cambio marginalmente mayor en este grupo en comparación con el tratado que ya traía una conciencia ambiental mayor de base. También encontramos indicios de una correlación positiva entre la edad y el nivel de educación y las predisposiciones ambientales, previas y posteriores al tratamiento.


En nuestro segundo experimento, invitamos a tres gobiernos locales de Buenos Aires, Argentina, a participar en el mapeo de ecosistemas acuáticos utilizando una aplicación móvil (PreserVamos). Aquí, dado que la aplicación recopila datos georreferenciados y crea indicadores de calidad ambiental para los ecosistemas de agua dulce, nuestro objetivo fue explorar si las experiencias de ciencia ciudadana podrían alentar a los gobiernos locales a adoptar una innovación y generar nueva evidencia. Descubrimos que, como resultado del esfuerzo de mapeo, todas las ciudades recopilaron información valiosa sobre el estado de su entorno. También encontramos evidencia cualitativa de una mayor coordinación entre áreas del gobierno para trabajar en estas políticas. En la ciudad que había implementado el mapeo junto con los ciudadanos, encontramos que los datos recopilados también fueron más diversos y reflejaban las diferentes opiniones que estos tienen sobre su entorno.

Los experimentos a pequeña escala nos permiten probar soluciones de base rápidamente, lo que genera insumos valiosos para la formulación de políticas públicas y las estrategias de desarrollo. Como tales, permiten varias posibilidades, pero también plantean limitaciones. Al finalizar los experimentos, nuestra estrategia de trabajo para experimentar con socios nos permite dejar alianzas ya establecidas con partes interesadas relevantes que colaboraron con la iniciativa, se capacitaron y están dispuestas a escalar la solución probada. Además, la pequeña escala los convierte en un método de bajo costo y factible de replicar. Por otro lado, las limitaciones de estos experimentos están relacionadas al hecho de que suelen realizarse en un lapso corto, lo que dificulta nuestra capacidad de recopilar datos y de estudiar efectos a largo plazo. Para ambos experimentos, el proceso de cocreación de los pilotos y su implementación dio lugar a una conversación más inclusiva que contó con la participación de gobiernos, científicos y ciudadanos, y diferentes actores interesados en los problemas ambientales abordados en cada uno de estos.




VII. Referencias

- Aceves-Bueno, E., Adeleye, A. S., Feraud, M., Huang, Y., Tao, M., Yang, Y. y Anderson, S. E. (2017). The accuracy of citizen science data: a quantitative review. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 98(4), 278-290. <https://doi.org/10.1002/bes2.1336>
- Acosta, M., Zapata, M., López Lanhozo, P., Moreno, M. V. y Moscovich, L. (2022). Ciencia Ciudadana. Una exploración sobre sus tendencias y su rol en el desarrollo sostenible. *Laboratorio de Aceleración, Programa Naciones Unidas para el Desarrollo*. Disponible en: <https://www.undp.org/es/argentina/publicaciones/ciencia-ciudadana-una-exploracion-sobre-sus-tendencias-y-su-rol-en-el-desarrollo-sostenible>
- Buytaert, W., Zulkafli, Z., Grainger, S., Acosta, L., Alemie, T. C., Bastiaensen, J. y Zhumano, M. (2014). Citizen science in hydrology and water resources: opportunities for knowledge generation, ecosystem service management, and sustainable development. *Frontiers in Earth Science*, 2, 26. <https://doi.org/10.3389/feart.2014.00026>
- Buytaert, W., Dewulf, A., De Bièvre, B., Clark, J. y Hannah, D. M. (2016). Citizen science for water resources management: toward polycentric monitoring and governance?. *Journal of Water Resources Planning and Management*, 142(4), 01816002. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)WR.1943-5452.0000641](https://doi.org/10.1061/(ASCE)WR.1943-5452.0000641)
- Casaló, L. y Escario J. J. (2018). Heterogeneity in the association between environmental attitudes and pro-environmental behavior: A multilevel regression approach. *Journal of Cleaner Production* 175(20):155-163. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.11.237>
- Cohero, J. (2018). AppEAR: Una aplicación móvil de ciencia ciudadana para mapear la calidad de los hábitats acuáticos continentales. *Ecología Austral*, 28(2), 467-479. <https://doi.org/10.25260/EA.18.28.2.0.686>
- Conrad, C. C. y Hilchey, K. G. (2011). A review of citizen science and community-based environmental monitoring: issues and opportunities. *Environmental monitoring and assessment* 176, 273–291. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1582-5>
- European Citizen Science Association. (2015). Ten Principles of Citizen Science. *European Citizen Science Association: Berlin, Germany*. <http://doi.org/10.17605/OSF.IO/XPR2N>
- Freitag, A., Meyer, R. y Whiteman, L. (2016). Strategies Employed by Citizen Science Programs to Increase the Credibility of Their Data. *Citizen Science: Theory and Practice*, 1(1), 2. <http://doi.org/10.5334/cstp.6>
- Fritz, S., See, L., Carlson, T., Haklay, M. M., Oliver, J. L., Fraisl, D. y West, S. (2019). Citizen science and the United Nations Sustainable Development Goals. *Nature Sustainability* 2(10), 922–930. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0390-3>
- Hecker, S., Wicke, N., Haklay, M. y Bonn, A. (2019). How Does Policy Conceptualise Citizen Science? A Qualitative Content Analysis of International Policy Documents. *Citizen Science: Theory and Practice*, 4(1), 32. <http://doi.org/10.5334/cstp.230>
- Hornsey, M. J., Harris, E. A., Bain, P. G. y Fielding, K. S. (2016). Meta-analyses of the determinants and outcomes of belief in climate change. *Nature climate change*, 6(6), 622-626. <https://doi.org/10.1038/nclimate29>



Irwin, A. (1995). *Citizen Science: A Study of People, Expertise and Sustainable Development (1st ed.)*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203202395>




Koo, K. S., Oh, J. M., Park, S. J. e Im, J. Y. (2022). Accessing the Accuracy of Citizen Science Data Based on iNaturalist Data. *Diversity*, 14(5), 316. <https://doi.org/10.3390/d14050316>


Kosmala, M., Wiggins, A., Swanson, A. y Simmons, B. (2016). Assessing data quality in citizen science. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 14(10), 551-560.




Lemmens, R., Antoniou, V., Hummer, P. y Potsiou, C. (2021). Citizen science in the digital world of apps. En K. Vohland, A. Land-Zandstra, L. Ceccaroni, R. Lemmens, J. Perelló, M. Ponti, R. Samson y K. Wagenknecht (Eds.) *The Science of Citizen Science*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_23



Lukyanenko, R., Parsons, J. y Wiersma, Y. F. (2016). Emerging problems of data quality in citizen science. *Conservation Biology*, 30(3), 447-449. Disponible en: [https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/cobi.12706/](https://conbio.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/cobi.12706)




Mattijssen, T. (2022). A synthesis on active citizenship in European nature conservation: social and environmental impacts, democratic tensions, and governance implications. *Ecology and Society*, 27(2). <https://doi.org/10.5751/ES-13336-270241>



Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de Argentina y Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo. Mapeo de iniciativas nacionales de Ciencia Ciudadana. Disponible en: <https://www.undp.org/es/argentina/publicaciones/mapeo-de-soluciones-ciencia-ciudadana-argentina>. Con acceso: noviembre 2022




Mitchell, N., Triska, M., Liberatore, A., Ashcroft, L., Weatherill, R., et al. (2017). Benefits and challenges of incorporating citizen science into university education. *PLoS ONE* 12(11): e0186285. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0186285>




Moscovich, L. (2022). Una solución simple para un problema complejo: Ciencia ciudadana, conciencia y políticas ambientales. PNUD Argentina Blog. Disponible en <https://www.undp.org/es/argentina/blog/una-solucion-simple-para-un-problema-complejo-ciencia-ciudadana-conciencia-y-politicas-ambientales>


Nascimento, S., Rubio Iglesias, J. M., Owen, R., Schade, S. y Shanley, L. (2018). *Citizen science for policy formulation and implementation*. UCL Press.



Newman, G., Wiggins, A., Crall, A., Graham, E., Newman, S. y Crowston, K. (2012). The future of citizen science: emerging technologies and shifting paradigms. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 10(6), 298-304. <https://doi.org/10.1890/110294>



Pierini, V. I., Mazzeo, N., Cazenave, M. y Semmartin, M. (2021). Waste generation and pro-environmental behaviors at household level: A citizen science study in Buenos Aires (Argentina). *Resources, Conservation and Recycling*, 170, 105560. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105560>



Capdevila, A. S. L., Kokimova, A., Ray, S. S., Avellán, T., Kim, J. y Kirschke, S. (2020). Success factors for citizen science projects in water quality monitoring. *Science of the Total Environment*, 728, 137843. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137843>

Science Communication Unit. (2013). *Science for Environment Policy Indepth Report: Environmental Citizen Science. Report produced for the European Commission DG Environment*.

Schade, S., Pelacho, M., van Noordwijk, T., Vohland, K., Hecker, S. y Manzoni, M. (2021). Citizen Science and Policy. In: *The Science of Citizen Science*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_18

Schultz, P. W. (2014). Strategies for promoting proenvironmental behavior: lots of tools but few instructions. *European Psychologist* 19(2), 107–117. <https://doi.org/10.1027/1016-9040/a000163>

Schultz, P. W. y Kaiser, F. G. (2012). Promoting pro-environmental behavior. En S. D. Clayton (Ed.), *The Oxford handbook of environmental and conservation psychology* (pp. 556–580). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oxford-hb/9780199733026.013.0029>.

Sharpe, E. J., Perlaviciute, G. y Steg, L. (2021) Pro-environmental behaviour and support for environmental policy as expressions of pro-environmental motivation, *Journal of Environmental Psychology*, 76. 101650. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2021.101650>.

Steg, L. y Vlek, C. (2009). Encouraging pro-environmental behaviour: an integrative review and research agenda. *Journal of environmental psychology*, 29(3), 309-317.

Sullivan, B. L., Wood, C. L., Iliff, M. J., Bonney, R. E., Fink, D. y Kelling, S. (2009). eBird: A citizen-based bird observation network in the biological sciences. *Biological conservation*, 142(10), 2282-2292. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2009.05.006>

Swami, V., Chamorro-Premuzic, T., Snelgar, R. y Furnham, A. (2011). Personality, individual differences, and demographic antecedents of self-reported household waste management behaviours. *Journal of Environmental Psychology*, 31(1), 21-26. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.08.001>.

Theobald, E. J., Ettinger, A. K., Burgess, H. K., DeBey, L. B., Schmidt, N. R., Froehlich, H. E., ... y Parrish, J. K. (2015). Global change and local solutions: Tapping the unrealized potential of citizen science for biodiversity research. *Biological Conservation*, 181, 236-244. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.10.021>

Van Brussel, S. y Huyse, H. (2019). Citizen science on speed? Realising the triple objective of scientific rigour, policy influence and deep citizen engagement in a large-scale citizen science project on ambient air quality in Antwerp. *Journal of Environmental Planning and Management*, 62(3), 534-551.

van Noordwijk, T. C., Bishop, I., Staunton-Lamb, S., Oldfield, A., Loiselle, S., Geoghegan, H. y Ceccaroni, L. (2021). Creating positive environmental impact through citizen science. En *The science of citizen science*. 373-395. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-58278-4_19

Varotto, A. y Spagnoli, A. (2017). Psychological strategies to promote household recycling. A systematic review with meta-analysis of validated field interventions. *Journal of Environmental Psychology*, 51, 168-188. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2017.03.011>

Werenkraut, V., Baudino, F. y Roy, H. E. (2020). Citizen science reveals the distribution of the invasive harlequin ladybird (*Harmonia axyridis* Pallas) in Argentina. *Biological Invasions*, 22(10). doi:10.1007/s10530-020-02312-7

World Bank (2016). Crowdsourcing Water Quality Data: A Conceptual Framework. World Bank, Washington, DC.

Equipo

PNUD ARGENTINA

Claudio Tomasi

Representante Residente del
PNUD Argentina

Valentín González León

Representante Adjunto del
PNUD Argentina

CO_LAB

Lorena Moscovich

Jefa de Experimentación

María Verónica Moreno

Jefa de Mapeo de Soluciones

César Zarrabeitia

Jefe de Exploración

SOBRE ESTE INFORME

Escribieron este informe

Lorena Moscovich^{1,2}, Fernanda Aun Castells¹, Joaquín Cochero³, Micaela Cazenave⁴, María Verónica Moreno¹ y César Zarrabeitia¹.

Equipo responsable del
Laboratorio de Residuos:

Micaela Cazenave, Nadia Mazzeo, Mercedes Ramacieri, Isabel Mendez, Camila Portas, Marina Rosanigo y Lucía Newkirk.

Equipo responsable de
Preservamos:

Joaquín Cochero, Agustina Pecile y Alejandro Bonifacio.

Asistente de investigación:
Natasha Gazvoda

¹ Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

² Universidad de San Andrés

³ Universidad de La Plata

⁴ Universidad de Buenos Aires

   [@PNUDArgentina](https://www.instagram.com/PNUDArgentina)
[#CoLabAR](https://www.instagram.com/CoLabAR) [#Acclabs](https://www.instagram.com/Acclabs)

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 2023
Esmeralda 130, 13 piso (C1035ABD) Buenos Aires, Argentina
www.ar.undp.org

Este trabajo de investigación se realizó durante el año 2022. Las ideas expresadas en esta publicación no necesariamente representan las opiniones del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), otras agencias del Sistema de Naciones Unidas (ONU) o de los Estados miembros de la ONU. Esta publicación puede ser utilizada libremente para propósitos no comerciales y de uso justo. Cualquier otro uso debe ser autorizado de manera escrita por PNUD, previa presentación por escrito de una solicitud de permiso. Todo uso de contenido, en su totalidad o por partes, en copias impresas o electrónicas, e inclusive en cualquier forma de visualización en línea, deberá incluir la atribución y/o reconocimiento al PNUD, por su publicación original. El trabajo es una publicación realizada por el Laboratorio de Aceleración (Co_Lab) del PNUD en Argentina.

ISBN en trámite.



Co_
Lab



Argentina
laboratorio
de aceleración