

Laboratorio Demostrativo de Energías Renovables. Comunicación pública de la ciencia con perspectiva de género

Renewable Energy Demonstration Laboratory. Public Science Communication with a Gender Perspective

Dionisio, Cecilia; Aneley Routier, María; Saks, Macarena Estefanía;
Silva, Luis Ignacio; Luna, Leila

 **Cecilia Dionisio**
ceciliadionisio@unraf.edu.ar
Universidad Nacional de Rafaela, Argentina

 **María Aneley Routier**
aneleyroutier@unraf.edu.ar
Universidad Nacional de Rafaela, Argentina

 **Macarena Estefanía Saks**
macarena.saks@unraf.edu.ar
Universidad Nacional de Rafaela, Argentina

 **Luis Ignacio Silva**
luissilva@unraf.edu.ar
Universidad Nacional de Rafaela / CONICET,
Argentina

 **Leila Luna**
leilayluna@gmail.com
Universidad Nacional de Córdoba, Argentina

Extensión en red
Universidad Nacional de La Plata, Argentina
ISSN: 1852-9569
Periodicidad: Frecuencia continua
núm. 14, e043, 2023
revistaextensionenred@perio.unlp.edu.ar

Recepción: 13 Junio 2023
Aprobación: 01 Septiembre 2023
Publicación: 18 Septiembre 2023

URL: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/201/2014101010/>

DOI: <https://doi.org/10.24215/18529569e043>



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

Resumen: En este artículo se sistematiza la experiencia de un proyecto de comunicación pública de la ciencia que empleó un dispositivo desmontable: el Laboratorio Demostrativo de Energías Renovables (LaDER). El principal objetivo fue promover entre estudiantes de distintos niveles educativos las vocaciones científicas en carreras stem incorporando la perspectiva de género. Para esto, se realizaron 34 charlas en ciudades de distintas provincias argentinas de las que participaron 917 jóvenes.

Palabras clave: comunicación de la ciencia, vocaciones científicas, brecha de género, transición energética.

Abstract: This article systematizes the experience of a public science communication project that used a removable device: the Renewable Energy Demonstration Laboratory (LaDER). The main objective was to promote scientific vocations in stem careers among students of different educational levels, incorporating the gender perspective. For this, 34 talks were held in cities in different Argentine provinces, in which 917 young people participated.

Keywords: science communication, scientific vocations, gender gap, energy transition.

INTRODUCCIÓN

Sobre la comunicación pública de la ciencia

La expansión de la cultura científica y la apropiación social del conocimiento se reconoce en la actualidad como uno de los desafíos perentorios que se plantea desde los organismos del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Esa demanda impacta de manera significativa en las instituciones de educación superior, cuyas características las posicionan como espacios privilegiados para el ejercicio de la función de interfaz entre ciencia y sociedad. En este sentido, entendemos que la práctica académica debe comportar una dimensión extensionista que genere estrategias de comunicación comunitaria tendientes a fortalecer los vínculos indisolubles entre las instituciones de educación superior y las sociedades en las que están inmersas. Esto significa rescatar el postulado de la Declaración de Cartagena (2008)¹ que establece a la educación superior como un bien público social, un derecho humano y universal, y un deber de los Estados.

Al hablar de comunicación comunitaria hacemos referencia, como plantea Patricia Fasano (2016), a la dimensión comunitaria de la vida social, esto es, a aquella «en la que [...] “somos” en la medida en que “somos parte de un nos”, de un “nosotros”. [...] Nuestra identidad se define por la pertenencia a ese “nosotros”» (p. 79). Así, la comunicación es una práctica cultural, educativa y política que puede, en el marco de experiencias comunitarias, colectivas y populares, facilitar la democratización del espacio público con el fin de hacer circular la palabra, de generar diálogo y vínculos sociales, de disputar en lo simbólico y de construir sentidos comunes distintos a los hegemónicos instalados en los imaginarios sociales. El concepto de comunicación comunitaria se propone, entonces, como una experiencia de transformación política (Mata, 2011).

Desde esta perspectiva, la comunidad no es entendida como un campo de relaciones fijo en espacio y tiempo, cuya existencia se corrobore empíricamente, sino como un tipo de vínculo y de relaciones que posibilitan unir a los agentes de un espacio que reviste de dinamismo. La comunicación comunitaria supone, entonces, la tarea de identificación y de fortalecimiento de ese componente relacional en términos comunicacionales, esto es, en el ejercicio de producir significaciones o, mejor, de formas para comunicarlas. Consecuentemente, consideramos que la comunicación pública de la ciencia debe enmarcarse en los procesos de comunicación comunitaria y adoptar prácticas que fomenten las instancias de diálogo entre los distintos agentes sociales, para facilitar y para resignificar las representaciones sociales de los saberes y las prácticas de conocimiento.

Con esta mirada, nos distanciamos de la divulgación de la ciencia, que supone una transmisión o una traducción de los conocimientos científicos de forma jerárquica, unidireccional y asimétrica, desde individuos dotados de saber hacia una masa carente de conocimientos (Galán Rodríguez, 2003), y en la impera una separación neta entre quienes producen el conocimiento y quienes lo consumen y lo reproducen, y nos ubicamos en la práctica de la comunicación pública de la ciencia, que propone procesos participativos y comunitarios en los que se asume tanto para las/os científicas/os como para el público distintos tipos de experticia (Lozano, 2008).

La comunicación pública de la ciencia guarda una estrecha relación con la función extensionista de las universidades, en tanto estas prácticas sean consideradas como una coproducción de saberes entre actores universitarios y no universitarios que permite producir teoría sobre los procesos sociales (Fasano, 2016). La extensión se entiende, de esta manera, como una actividad transformadora a través de la interacción con las comunidades en las cuales está inserta (Pérez Zaballa, 2007). No obstante, a pesar de que la extensión constituye una de las dimensiones sustantivas del quehacer universitario, junto con la investigación y la docencia, no ha sido valorada de igual manera e incluso ha sido considerada de menor importancia (Jara Holliday, 2019). Por tal razón, resulta fundamental la visibilización y la valorización de estas experiencias y

de sus vínculos con las dimensiones de docencia e investigación, en tanto componentes de un mismo proceso integral de formación.

En este artículo, compartimos la sistematización de la experiencia del Laboratorio Demostrativo de Energías Renovables (LaDER), un dispositivo desmontable que explica las energías renovables y que fue empleado en el marco de un proyecto de comunicación pública de la ciencia desarrollado en la Universidad Nacional de Rafaela (UNRaf) (<https://www.unraf.edu.ar/>).² Mediante ciclos de charlas, que iniciaron con estudiantes de los distintos niveles educativos de la ciudad de Rafaela (Santa Fe, Argentina) y de la región, se establecieron instancias de diálogo, exposiciones y actividades apoyadas en la maqueta que apuntaron a promover la ciencia en general y, en particular, la ciencia del ambiente y las energías renovables.

El impacto de las carreras STEM y las brechas de género asociadas

En el presente proyecto se planteó como objetivo fundamental promover las vocaciones científicas entre las/os estudiantes participantes en las carreras STEM (por sus siglas en inglés: *Science, Technology, Engineering, Mathematics*), consideradas los empleos del futuro para un desarrollo sostenible (Bello, 2020; IRENA, 2019; Snyder, 2018). Para ello, durante las exposiciones realizadas se puso de manifiesto el impacto que estas carreras tienen sobre la generación, la transmisión y el consumo de la energía eléctrica, con énfasis en la producción a partir de fuentes renovables.

Las disciplinas STEM resultan clave para afrontar los desafíos que supone la Agenda 2030 de los Objetivos para el Desarrollo Sostenible (ODS) establecidos por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) que involucran desde la mejora de la salud, la educación y la lucha contra el cambio climático, hasta la igualdad de género en todos los niveles. Su estudio proporciona conocimientos y habilidades científicas y tecnológicas que contribuirán a la creación de sociedades inclusivas, sostenibles y económicamente competitivas. En particular, la problemática energética requiere de soluciones tecnológicas que permitan una transición hacia formas más sostenibles, en consonancia con las metas de reducción de emisiones establecidas en el Acuerdo de París de 2016,³ al cual adhiere nuestro país.

No obstante, se constata en estas disciplinas una importante brecha de género y la Argentina no es una excepción, tal como muestran los resultados de la investigación realizada por Ana Inés Basco y Cecilia Laverna (2019) en el marco del Instituto para la Integración de América Latina y el Caribe (INTAL) (<https://www.iadb.org/es/intal/home>) del BID (Banco Interamericano de Desarrollo) (<https://www.iadb.org/es/intal/home>), en colaboración con Chicas en Tecnología (<https://chicasentecnologia.org/>).⁴ Según ese estudio, llevado a cabo en nuestro país entre 2010 y 2016, existe un registro de apenas el 33 % de mujeres como estudiantes de carreras STEM, tanto en universidades de gestión pública como de gestión privada. Entre las principales barreras que enfrentan las mujeres para proseguir sus trayectorias educativas y laborales en estos campos se mencionan los estereotipos familiares y sociales que se presentan antes, durante y luego de formarse en esas disciplinas. En el trabajo se afirma, además, que la estimulación de habilidades científicas y matemáticas junto con iniciativas de mentoreo y de acompañamiento promueven la terminalidad educativa en las áreas STEM (Basco & Laverna, 2019).

En el caso del sector energético, organismos como el BID e IRENA (International Renewable Energy Agency)⁵ (<https://www.irena.org/>) también han advertido sobre esta brecha de género. Las mujeres representan menos del 38 % de la fuerza laboral y continúan subrepresentadas en posiciones de jerarquía, tanto en el ámbito público como en el privado. Esto determina que el energético sea uno de los sectores con menor diversidad de género en la economía (Monje Silva, 2018), lo que conduce, generalmente, a que las políticas y los proyectos asuman que las iniciativas impactan de forma igualitaria, aunque desconocen a las mujeres como sujetos clave en el diseño y en la utilización de servicios energéticos.

Por ello, en el proyecto del LaDER decidimos hacer especial hincapié en la necesidad de que más mujeres se incorporen a las áreas STEM y en aportar a la visibilización de las contribuciones de las mujeres científicas a la temática ambiental. Esta decisión implicó cuestionar la visión del planeamiento energético como una simple provisión de energía, para incluir las circunstancias sociales y económicas, y debatir sobre el concepto de «sustentabilidad» que actualmente se emplea con sesgo mercantilista. Para ello, retomamos lo planteado por Andrew Basiago (1998), quien señala la importancia de atender la dimensión ambiental, económica y social para lograr un desarrollo sostenible. De este modo, buscamos generar una visión crítica respecto del consumo, el acceso y la planificación energética, ponderando el valor de las energías renovables y la perspectiva de género.

DESARROLLO DEL PROYECTO

El LaDER fue construido y diseñado en la UNRaf en 2018, a partir de un financiamiento otorgado por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la provincia de Santa Fe. La iniciativa surgió de un grupo de docentes y de estudiantes avanzadas/os de carreras de grado interesadas/os en realizar las primeras experiencias de extensión en la recientemente creada universidad. La conformación de la UNRaf, en 2014, la ubica en un proceso de consolidación, tanto al interior de la institución, como en sus vinculaciones con el territorio en el que se inserta. Como hemos planteado en otros trabajos (Dionisio, Silva & Abraham, 2019), esto se relaciona con el hecho de que su creación fue el resultado de políticas educativas de carácter federal que tuvieron como propósito responder a las demandas del desarrollo productivo local y regional.

Desde sus comienzos, la UNRaf se organizó en función de las demandas y las necesidades locales y se orientó a construir un perfil institucional que articula con los actores sociales, económicos, culturales y políticos de la región. De esta manera, nos encontramos ante la oportunidad de instalar tempranamente en la comunidad académica la idea de que el compromiso institucional con los procesos de circulación y de apropiación colectivas de la ciencia y la tecnología no constituye una exigencia adicional, añadida a las funciones tradicionales, sino que se trata de una dimensión transversal a todas ellas. En este sentido, coincidimos con Oscar Jara Holliday (2019) cuando afirma que debemos cuestionar la creciente tendencia mercantilista que privilegia la formación de profesionales para cubrir las necesidades del mercado y que considera que los recursos de las universidades deben destinarse a la tarea docente entendida como acción cerrada al interior del aula.

En esta línea, el proyecto del LaDER surgió como un modo de aprovechar la ventana de oportunidad que representa una institución en formación así como la comunicación del conocimiento en un campo de investigación y de desarrollo que resulta en la actualidad de gran relevancia e interés social: el de las energías renovables. Asimismo, tomamos en consideración una de las preocupaciones y de las necesidades propias de la comunidad: la falta de mujeres en las áreas STEM. Esta inquietud había sido planteada a la UNRaf tanto por las escuelas técnicas como por las empresas y el sector productivo. Debido a esto, desde la iniciativa «Mujeres en Tecnologías», dependiente del Programa de Fortalecimiento al Ingreso y la Permanencia de las/os estudiantes, en la UNRaf se realizan diversas actividades orientadas a promover el ingreso de mujeres a carreras de corte tecnológico. Por esto, nos planteamos realizar un trabajo conjunto entre el equipo del LaDER y «Mujeres en Tecnologías» para incorporar al proyecto la perspectiva de género de manera transversal.

Además de promover las vocaciones científicas de mujeres en estas áreas, incorporamos la paridad de género en la conformación del equipo como una condición fundamental. No obstante, no perdimos de vista que la mera inclusión de mujeres no implica sostener un enfoque de género. Por ello, pusimos especial atención en visibilizar sus trayectorias académico-científicas y en jerarquizar esta participación dentro del proyecto. A la vez, la conformación del equipo incluyó docentes y estudiantes de diversas disciplinas: ingeniería industrial, electromecánica, eléctrica, electrónica y medioambiental, comunicación social, diseño

industrial, psicología y diseño gráfico, todas pertenecientes a universidades públicas de la ciudad de Rafaela. Esta multidisciplinariedad y la diversidad de saberes y de trayectorias de sus miembros aportaron un abordaje amplio de las problemáticas trabajadas.

Diseño y construcción del LaDER

El dispositivo demostrativo móvil propuesto para complementar y para asistir en la comunicación de las tecnologías asociadas a las energías renovables está compuesto por distintas piezas a escala cuya integración conforma el LaDER. Dichas piezas forman parte de los sistemas de generación, de distribución y de consumo del Sistema Argentino de Interconexión (SADI).⁶

La construcción del LaDER requirió del diseño y la manufactura de tres partes bien diferenciadas. En primer lugar, una capa oculta e inaccesible a la audiencia donde se alojan los componentes electrónicos (fuentes, procesador, drivers, fusibles, etc.) que permiten todas las funcionalidades. En segundo término, la interfaz de usuario, que consiste en un tablero para la selección de los distintos modos de funcionamiento (escenarios). La tercera parte, visible al público, funciona como la base de la maqueta y está conformada por dos cajones de 80cm x 80cm x 10cm que contienen la capa oculta con los componentes electrónicos descriptos. Al colocar estas dos partes en forma colindante se genera una maqueta de 160cm x 80cm que abarca el territorio sobre el cual se colocan las piezas que representan las fuentes de generación, de distribución y de consumo de energía. Estas interacciones se visibilizan por medio de caminos de luces LED que muestran el trayecto de la energía eléctrica, desde su generación hasta su utilización final en hogares, edificios e industrias.

Los diversos sistemas que interactúan dentro del dispositivo (centrales generadoras de energía, sistema de distribución y centros de consumo) están elaborados mediante impresión aditiva 3D. Para este fin, las/os diseñadoras/as industriales del equipo utilizaron una impresora profesional que emplea tecnología FDM, capaz de fabricar piezas robustas de manera rápida y eficiente.⁷ Las piezas que conforman el LaDER fueron realizadas con polipropileno biodegradable PLA, que es reciclable y de bajo impacto ambiental, y recibieron una terminación con masilla de alta adherencia y poder de relleno, y una pintura satinada mate en distintas tonalidades de grises.

El uso de piezas impresas 3D a escala logra un impacto visual que ayuda a mantener la atención del público durante las exposiciones. La charla, que ofrece un recorrido por los distintos hitos históricos que fueron modificando la generación, la distribución y el consumo de energía, inicia con la primera central térmica en la Argentina (en la década de 1880) hasta la actual Ley Nacional 27.424 de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable (2017) (<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/305000-309999/305179/texact.htm>).⁸ Durante la exposición, las piezas se van colocando sobre la maqueta de modo que representan la composición del SADI en cada período de la historia [Anexo - Tabla 1].

Para optimizar los recursos pedagógicos en los diferentes niveles, creamos piezas audiovisuales que acompañan las exposiciones. Su utilización contribuye a mejorar la comprensión sobre el impacto de la energía eléctrica en la sociedad y su implicancia en la utilización de los recursos naturales. En cada nuevo punto de la historia, se agregan las piezas que intervienen en el sistema, para explicar tanto los principios de funcionamiento como los desafíos tecnológicos asociados. Tanto la especificidad técnica de los materiales comunicacionales como el vocabulario empleado en las charlas fueron planificados en función de dos públicos objetivos: estudiantes de nivel primario y secundario, y estudiantes de nivel universitario.

Para realizar una exposición clara, al inicio de las charlas se muestra solo la base del LaDER, sin ninguna pieza ni iluminación que llame la atención del público. Conforme se desarrolla la exposición, las piezas impresas 3D se ubican, de acuerdo con cada momento histórico, en lugares translúcidos predefinidos. Una vez explicadas las tecnologías de los nuevos sistemas, se acciona el botón de la interfaz de usuario correspondiente

a ese escenario y se ilumina la base de las piezas, al tiempo que se muestra el recorrido de la energía eléctrica por medio de las luces LED. De este modo, se suceden los distintos escenarios que muestran la evolución del SADI.

Escenario 1 (1897): se instala la primera central termoeléctrica para responder a la demanda de energía eléctrica. La distribución comienza en la subestación transformadora y se distribuye a través de torres de media tensión hasta llegar a la subestación transformadora del sector residencial y abastecer a las viviendas [Imagen 1].

Escenario 2 (1912): con el crecimiento de la población aparecen los primeros edificios y se produce un aumento en la demanda de energía eléctrica. En la Argentina se busca diversificar la matriz de oferta de energía y, en línea con el desarrollo de la ingeniería hidráulica a nivel mundial, se inaugura la primera central hidroeléctrica conectada al sistema eléctrico [Imagen 2].

Escenario 3 (1968): a partir de las nuevas investigaciones y de los desarrollos que permitieron manejar las reacciones atómicas de manera controlada, la Argentina decide ingresar al selecto grupo de países pioneros que utilizaban la energía nuclear. Este largo proceso concluye con la conexión de la primera central nuclear del país.

Escenario 4 (1968-1994): tras un periodo de sequía, la central hidroeléctrica no tiene suficiente agua para funcionar. Dado que las Centrales Nucleares no pueden aumentar su potencia rápidamente, este escenario implica mayor producción de la Central Térmica.

Escenario 5 (1994): como respuesta al crecimiento de la población y del consumo de energía, a nivel global se inicia el desarrollo de sistemas de generación a partir de fuentes renovables para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero que impactan sobre el medioambiente. En nuestro país, se conecta al sistema eléctrico el primer generador eólico.

Escenario 6 (2006): a nivel nacional y global, se continúan desarrollando fuentes alternativas de energía que reduzcan el impacto causado sobre el ambiente por actividades antropogénicas y por el desarrollo industrial. En la Argentina, se instala la primera planta solar fotovoltaica capaz de inyectar esta energía al sistema eléctrico nacional.

Escenario 7 (2006-2020): los parques eólicos y las plantas fotovoltaicas no siempre funcionan a su máxima capacidad porque dependen de recursos (viento y sol) que no controlamos. Esto determina que el desafío actual sea aumentar la participación de estas energías en la matriz energética nacional mediante la aplicación de redes eléctricas inteligentes (*Smart Grids*).

Escenario 8 (2020): a partir de la Ley Nacional 27.424, que fomenta la generación distribuida de energía renovable integrada a la red eléctrica, se impulsa la autogeneración por parte de los usuarios con sistemas de baja potencia. En este escenario, el flujo de energía entre los usuarios y la red eléctrica viaja en ambos sentidos [Imagen 3].

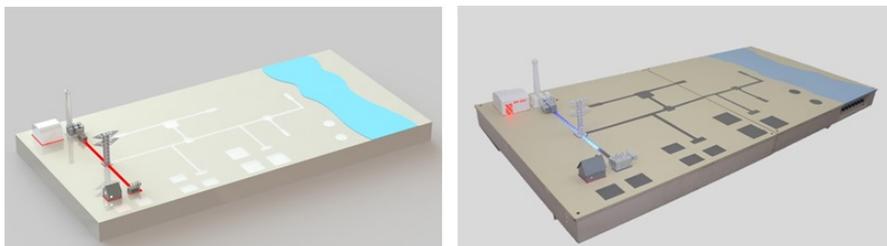


IMAGEN 1

Izquierda: diseño por computadora del **escenario 1**. Derecha: implementación real del **escenario 1**.

Fuente: elaboración propia

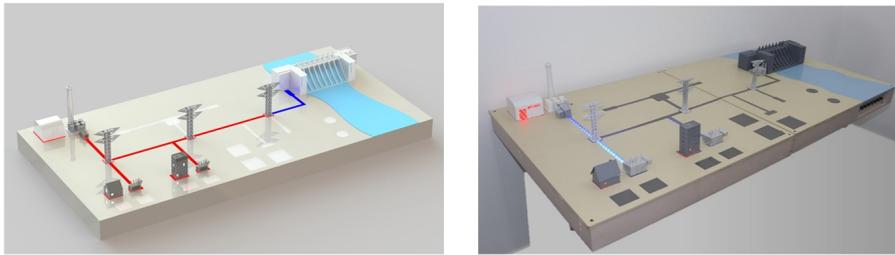


IMAGEN 2

Izquierda: diseño por computadora del **escenario 2**. Derecha: implementación real del **escenario 2**.

Fuente: elaboración propia

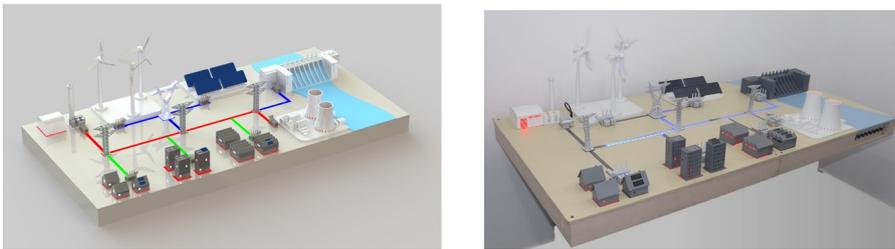


IMAGEN 3

Izquierda: diseño por computadora del **escenario 8**. Derecha: implementación real del **escenario 8**.

Fuente: elaboración propia

Contenido de las exposiciones

En un principio, propusimos desarrollar las charlas sobre las energías utilizando la maqueta para representar la evolución histórica a partir de los distintos escenarios. Luego de las primeras experiencias, el interés por parte de las/os estudiantes acerca del proceso y de la tecnología empleada en la elaboración de las piezas nos llevó a reformular la estrategia y a incluir una instancia inicial sobre la impresión aditiva 3D, una innovadora y asequible tecnología en auge que ofrece múltiples posibilidades prácticas. Luego de esta introducción, procedemos con el desarrollo de la charla sobre las energías según lo planificado en el proyecto original.

Impresión aditiva 3D

Esta primera parte inicia con una descripción sobre los distintos procesos productivos de manufactura; se diferencian aquellos de extracción (mecanizado, fresado) de los aditivos (soldadura, impresión 3D) y se detallan las aplicaciones industriales de cada proceso. Luego, se explica en detalle la impresión aditiva 3D utilizada para fabricar las piezas que conforman el LaDER, con especial énfasis sobre el bajo impacto ambiental que el material empleado (polipropileno biodegradable PLA) presenta en comparación con otros métodos de producción que trabajan con polímeros.

Esta sección finaliza con una explicación sobre los desafíos técnicos que enfrentamos para elaborar cada una de las piezas y con la presentación en la pantalla del *software* utilizado como interfaz con la propia impresora que se encuentra operativa junto al LaDER. Para que la experiencia tenga una verdadera aplicación práctica, ponemos a funcionar la impresora y elaboramos un generador eólico como los utilizados en la maqueta. Este proceso, de aproximadamente 40 minutos, sigue su curso mientras transcurre la charla sobre las energías, lo que permite demostrar la capacidad autónoma de la impresora.

Problemática energética

Para poner en contexto la problemática energética, la segunda parte comienza con preguntas disparadoras sobre el origen de la energía (primeros usos y descubrimientos), de dónde se obtiene y cómo llegan los distintos vectores energéticos que utilizamos en nuestro país (energía eléctrica, gas natural, GLP, combustibles), cómo se producen, qué impactos generan en el ambiente y qué implicancias tienen frente al cambio climático. En ese contexto, abordamos con especial énfasis el uso de la energía en nuestras actividades cotidianas y ponemos en discusión nuestro rol como consumidoras/es y usuarias/os, dialogando acerca de las acciones que podemos realizar para hacer un uso más racional del recurso. De esta manera, buscamos promover la educación ambiental crítica de las/os jóvenes para que puedan contribuir a los desafíos del cambio climático, en consonancia con la reciente Ley Provincial 14.019 de Marco de Acción Climática (2020) (<https://www.santafe.gob.ar/boletinoficial/ver.php?seccion=2021/2021-01-06ley14019-2021.html>).

Seguidamente, presentamos la línea histórica que muestra la evolución del SADI, apoyando la explicación con la maqueta y las piezas representativas. El recorrido parte de las primeras centrales termoeléctricas hasta llegar a la actualidad, con la generación distribuida mediante fuentes renovables. A partir de cada hito histórico y de la irrupción de una nueva tecnología, presentamos los distintos escenarios. La incorporación de cada nueva pieza se realiza junto con una explicación acerca del principio de funcionamiento de la tecnología, los desafíos técnicos asociados –con especial hincapié en los impactos sociales y ambientales– y la necesidad de migrar a fuentes de energías renovables.

Asimismo, en las charlas procuramos visibilizar a las mujeres del equipo como modo de proponer otros modelos de identificación para las jóvenes participantes. En general, las estudiantes deben lidiar con formaciones académicas donde las mujeres son las grandes ausentes, obligándolas a «redefinirse en términos de un otro masculino donde sus atributos y capacidades son siempre insuficientes» (Guevara Ruiseñor & Flores Cruz, 2016). En este sentido, la demarcación androcéntrica de las disciplinas STEM fuerza a las mujeres que se interesan por estos campos a identificarse con modelos supuestamente neutros pero que, en verdad, se corresponden con la masculinidad hegemónica, lo que excluye las experiencias y las necesidades de las mujeres, y cataloga de no científicas las cualidades y los valores tipificados como femeninos (Ortmann, 2015). Por ello, la visibilización de las referentes mujeres del equipo fue una estrategia clave para promover el interés de las estudiantes en carreras de corte tecnológico desde temprana edad.

SISTEMATIZACIÓN DE LAS INTERVENCIONES

La propuesta de este proyecto se formuló con miras a propiciar una mejora en la relación entre la universidad y la comunidad en la que se inserta. Para esto, buscamos que las/os jóvenes participantes profundicen sobre los desafíos de la transición energética, a fin de contribuir a la generación de prácticas de cuidado ambiental y de promover las vocaciones científicas. Asimismo, la visibilización de las contribuciones de las referentes mujeres del equipo les ofrece a las jóvenes otros modelos con los cuales poder identificarse, desafiando, así, los estereotipos de género que aún predominan en este ámbito.

Estos encuentros también permitieron comunicar las investigaciones y la oferta de carreras de grado de la UNRaf como modo de incentivar a nuevas/os estudiantes a sumarse en aquellas de corte tecnológico.

La difusión del proyecto en el ámbito escolar se apoyó en los mecanismos de comunicación internos de la UNRaf mediante el contacto con establecimientos educativos interesados en la propuesta. Además, el equipo participó de diferentes eventos científicos tanto en la ciudad de Rafaela como en otras ciudades de las provincias de Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos y Misiones. A partir de ese trabajo de difusión, se realizaron 34 charlas en las que se expuso el dispositivo de las cuales participaron 917 estudiantes [Anexo - Tabla 2].

Distribución por género de los/as asistentes

Al analizar en los datos obtenidos [Anexo - Tabla 2] sobre las charlas la distribución por género en el total de los/as asistentes, se observa una participación de varones considerablemente mayor [Figura 1]. De acuerdo con la información relevada en las visitas, en las instituciones donde se dictan carreras STEM (escuelas y terciarios técnicos, y carreras universitarias STEM) existe una importante brecha de género, tal como se plantea en la literatura científica sobre el tema.

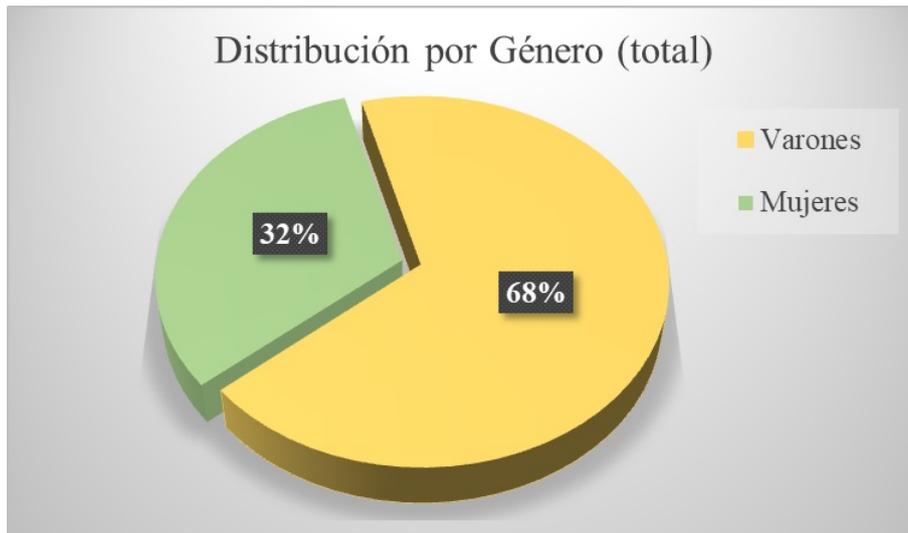
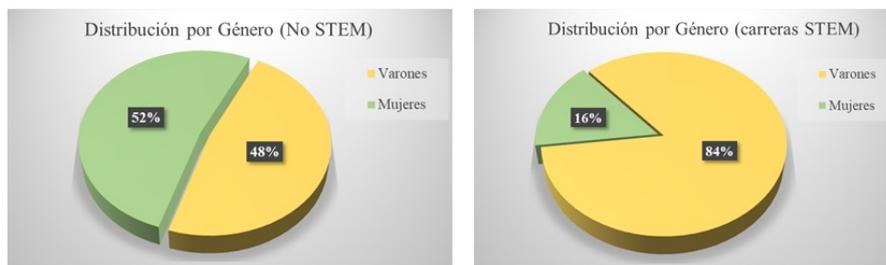


FIGURA 1
Distribución por género en el total de participantes.
Fuente: elaboración propia

Para analizar este aspecto, se discriminó, por un lado, a las/os participantes que no estudian carreras STEM. En este caso, el resultado mostró una distribución de género equitativa [Figura 2]. Por otro lado, se consideró la distribución por género para las/os participantes que sí estudian carreras STEM. En este caso, se constató una importante brecha de género [Figura 3]. De esto se desprende que la disparidad en la distribución por género en el total de participantes se explica por la importante brecha que existe en las carreras STEM.



FIGURAS 2 Y 3
Izquierda: Distribución por género en participantes que no estudian carreras stem. Derecha: Distribución por género en estudiantes de carreras STEM
Fuente: elaboración propia

Desarrollo de las experiencias

En general, en todos los establecimientos a los que asistimos nos recibieron con mucha expectativa por las presentaciones. Asimismo, obtuvimos devoluciones positivas de parte de los equipos docentes, lo que llevó, en muchas ocasiones, a que los establecimientos se sumaran para participar en futuras actividades. Con los diversos grupos de estudiantes, en tanto, la interacción mediante preguntas disparadoras permitió abrir el diálogo y la reflexión acerca del uso y el acceso a la energía, así como sobre los cambios que se produjeron en las últimas décadas. Durante las exposiciones, las/os estudiantes mostraron gran interés por participar en los distintos debates sobre la temática abordada y por conocer las carreras universitarias donde se pueden estudiar estas disciplinas.

Respecto de las distintas fuentes de energías (hidrocarburos, hidráulica, nuclear, eólica y solar) las/os participantes pudieron reconocerlas y vincularlas de manera concreta con situaciones de su cotidianidad y de los lugares que habitan. La energía eólica fue vinculada con los molinos que hay en las zonas rurales de la región y la energía solar con los paneles fotovoltaicos y los colectores solares. En el caso de la energía nuclear, se presentaron las ventajas y los riesgos relacionados con su uso; para esto, se recordó a Homero, el personaje de la serie animada «Los Simpson», a quienes todas/os las/os estudiantes reconocieron y pudieron vincular con el tema. A la vez, en los espacios de preguntas se conversó sobre la Ley Nacional 27.191 de Energía Eléctrica (2015) (<http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/norma.htm>) que obliga a grandes usuarios de energía a tener un porcentaje de su consumo proveniente de fuentes renovables.

Un tema que generó gran interés en el estudiantado fue el uso de la impresión 3D, que varias/os de las/os participantes conocían y utilizaban. Se formularon preguntas sobre su funcionamiento y sobre el software de diseño asistido por computadora que se utiliza.

Una cuestión particular a revisar fue la adecuación del formato utilizado en las presentaciones destinadas a grupos de nivel primario. La impresión 3D generó mucho interés en las/os niñas/os, lo que permitió preguntarles acerca de posibles elementos a imprimir, y propició una mayor interacción y participación. Asimismo, en estos grupos fue necesario destinar más tiempo para explicar algunos términos que no conocían o que no tenían muy en claro, como «biodegradable», «turbina», «inducción», «elevar tensión». También nos detuvimos a contar por qué la generación de energía a partir de hidrocarburos «contamina» y a sondear las ideas preconcebidas que tenían sobre el tema.

El último aspecto a destacar se relaciona con la finalización de las presentaciones, momento en el que los grupos de estudiantes se acercaban a mirar la maqueta y a tocar las piezas. Además de funcionar como un espacio más de preguntas puntuales, esta instancia propició el contacto entre las estudiantes mujeres y las integrantes del equipo, lo que fue crucial para establecer vínculos con referentes mujeres que trabajan la temática.

Aprendizajes para el equipo de trabajo

La multidisciplinariedad del equipo nos llevó a generar instancias de intercambio regulares para compartir impresiones y sensaciones respecto de las visitas que desarrollábamos semana a semana. Estos espacios permitieron analizar las experiencias y socializar las dificultades que se presentaban en el desarrollo de la actividad. El encuentro con estudiantes de diversas edades y establecimientos educativos nos confrontó con la necesidad de desarrollar y de implementar estrategias diversas para comunicar el contenido de acuerdo con las particularidades, las inquietudes y los intereses de la comunidad con la que trabajábamos. Así, construimos también instancias de formación acerca de comunicación pública de la ciencia con referentes en la temática destinadas a las/os integrantes del equipo, lo que favoreció la producción de diversas estrategias comunicacionales y apoyaturas pedagógicas. De este modo, aportamos a la formación de comunicadoras/

es científicas/os que puedan salir del ambiente universitario y actuar de manera más integrada con la comunidad.

Respecto de los hallazgos alcanzados, uno de los principales se relaciona con la brecha de género que se evidencia en las escuelas y en los terciarios técnicos, y en las carreras universitarias de corte tecnológico, a diferencia de lo que constatamos en el nivel primario y en las charlas abiertas al público, lo que nos llevó a pensar acerca de los mecanismos institucionales que excluyen y que invisibilizan a las mujeres en estos campos. Por ello, creemos que las acciones de comunicación de la ciencia, así como la educación científica deben contemplar el rol que cumplen los estereotipos de género en las expectativas, las aspiraciones y los comportamientos de los sujetos desde las etapas tempranas de escolarización. En este sentido, diversas autoras (Blazquez 2010; Maffía, 2008; Harding, 1996) han planteado que la ciencia privilegia al varón hegemónico como el sexo dominante y lo posiciona como el género neutro de lo humano, lo que produce un conocimiento androcéntrico y, por ende, sesgado.

A esto se suma que en los procesos de enseñanza / aprendizaje de la ciencia se utilizan estrategias que contribuyen a invisibilizar, a marginar y a excluir a las estudiantes de las opciones científicas y técnicas (Ortmann, 2015; García Ramírez, 2016; Panaia, 2013; Arango Gaviria, 2006; Subirats, 1999). De esta manera, llegado el momento de elegir sus carreras universitarias, las mujeres suelen poner en funcionamiento mecanismos diversos de autoselección que las llevan a descartar determinadas áreas a pesar de tener en ellas un historial escolar exitoso (Guevara Ruiseñor & Flores Cruz, 2016). Al respecto, consideramos, tal como plantea Gloria Bonder (2014), que las universidades y las instituciones científicas tienen la responsabilidad de tomar medidas para mitigar la desigualdad que viven las mujeres en el campo de la ciencia, dado que su escasa participación representa una pérdida de talento y de recursos humanos para los países y para la ciencia misma.

Por último, queremos destacar el hecho de que haber desarrollado el proyecto en Rafaela y en diversas ciudades de la región nos permitió difundir la propuesta y realizar exposiciones en otras provincias. Mediante estas visitas logramos estrechar vínculos con otras instituciones e intercambiar experiencias e inquietudes en torno a la posibilidad de generar trabajos conjuntos.

REFLEXIONES FINALES

La comunicación pública de la ciencia puede ser entendida como parte de la función extensionista de las universidades. Esto implica comprender a la ciencia como una producción social susceptible de ser criticada, revisada y transformada. En este sentido, el LaDER funcionó como una estrategia comunicacional de articulación con la comunidad que permitió promover las vocaciones científicas relacionada con carreras STEM en estudiantes de diversos establecimientos educativos del país, con quienes trabajamos sobre las energías renovables y abordamos la problemática de la transición energética y el cuidado ambiental desde una visión crítica.

A la vez, no solo desafiamos el modelo androcéntrico de la ciencia mediante la visibilización de las referentes mujeres del equipo, sino que contribuimos a la reducción de la brecha de género mediante la atención a la paridad de género en la conformación del grupo de trabajo, junto con la formación y la jerarquización de las mujeres que lo integramos. Asimismo, constatamos la brecha de género existente en nuestra región a partir de la construcción de conocimiento basado en la experiencia extensionista. En sentido, creemos que las instituciones educativas y quienes las integramos tenemos la responsabilidad insoslayable de desnaturalizar las prácticas pedagógicas que reproducen desigualdades de género. En esta línea, podemos afirmar que las universidades tienen la oportunidad de ser precursoras en las transformaciones sociales y de aportar a la construcción de una sociedad más justa e igualitaria.

Finalmente, queremos hacer hincapié en la importancia de sistematizar las experiencias de este tipo, ya que permite (re)pensar la importancia de nuestras tareas para producir conocimiento académico nutrido por la realidad social, económica, cultural y política de nuestras comunidades. En este sentido, como señala

Jara Holliday (2019), la sistematización no solo hizo factible que nos apropiáramos de la experiencia pasada sino también que nos proyectáramos al futuro con una orientación más precisa y con mayor conocimiento respecto de lo que pretendemos y de lo que recomendamos hacer.

REFERENCIAS

- Arango Gaviria, L. (2006). *Jóvenes en la universidad. Género, clase e identidad*. Siglo del Hombre.
- Basco, A. y Laverna, C. (2019). Un potencial con barreras: la participación de las mujeres en el área de ciencia y tecnología en Argentina. INTAL-BID. <http://dx.doi.org/10.18235/0001644>
- Basiago, A. D. (1998). Economic, social, and environmental sustainability in development theory and urban planning practice. *Environmentalist*, 19(2), 145-161. <https://studylib.net/doc/18290905/economic--social--and-environmental>
- Bello, A. (2020). *Las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas en América Latina y el Caribe*. ONU Mujeres. <https://bit.ly/3ddjKvc>
- Blazquez, N. (2010). Epistemología feminista: temas centrales. En N. Blazquez, F. Flores y M. Ríos (Comps.), *Investigación Feminista. Epistemología, metodología y representaciones sociales* (pp. 21-38). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Bonder, G. (2014). El enfoque de género en el ADN de la educación científico-tecnológica: propuestas para la transformación educativa en y para la Sociedad del Conocimiento. United Nations. <http://flasco.org.ar/publicaciones/el-enfoque-de-genero-en-el-adn-de-la-educacion-cientifico-tecnologica/>
- Dionisio, C., Silva, L. y Abraham, M. (2019). Ingresar a la universidad: el caso de la Universidad Nacional de Rafaela. *Perspectiva*, 43(164), 7-18. https://www.uricer.edu.br/rperspectiva/inicio_old.php?id_numero=89
- Fasano, P. (2016). Comunicación comunitaria en/ desde la Universidad. *Tram[p]as de la comunicación y la cultura*, 79, 78-92. <https://doi.org/10.24215/2314274Xe020>
- Galán Rodríguez, C. (2003). La ciencia en zapatillas. Análisis del discurso de divulgación científica. *Anuario de Estudios Filológicos*, 26, 137-156.
- García Ramírez, C. T. (2016). Contribuciones de la Teoría Social Feminista y los Estudios de Género a la sociología venezolana. *Espacio Abierto*, 25(4), 47-60. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/espacio/article/view/22005>
- Guevara Ruiseñor, E. y Flores Cruz, M. G. (2018). Educación científica de las niñas, vocaciones científicas e identidades femeninas. Experiencias de estudiantes universitarias. *Actualidades Investigativas en Educación*, 18(2), 1-31. <https://doi.org/10.15517/aie.v18i2.33136>
- Harding, S. (1996). *Ciencia y feminismo*. Morata.
- International Renewable Energy Agency (IRENA). (2019). *Renewable Energy: a Gender Perspective*. <https://www.irena.org/publications/2019/Jan/Renewable-Energy-A-Gender-Perspective>
- Jara Holliday, O. (2019). ¿Por qué y para qué sistematizar las experiencias de extensión universitaria? +E: *Revista de Extensión Universitaria*, 9(11), 3-9. <https://doi.org/10.14409/extension.v9i11.Jul-Dic.8675>
- Lozano, M. (2008). El nuevo contrato social sobre la ciencia: reto para la comunicación de la ciencia en América Latina. *Razón y Palabra*, 13(65), 1-19. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=199520724009>
- Maffía, D. (2008). Contra las dicotomías: feminismo y epistemología crítica. <http://dianamaffia.com.ar/archivos/Contra-las-dicotom%C3%ADas.-Feminismo-y-epistemolog%C3%ADa-cr%C3%ADtica.pdf>
- Mata, M. (2011). Comunicación popular. Continuidades, transformaciones y desafíos. *Oficios Terrestres*, 26, 1-20. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/32752>
- Monje Silva, A. (2018). Tras una mayor igualdad de género. En V. Snyder, M. Carvalho Metanias Hallack y S. Larrea. *Género y energía: un tema de todos* (pp. 36-39). Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <http://dx.doi.org/10.18235/0001387>

- Ortmann, C. (2015). Mujeres, ciencia y tecnología en las universidades: ¿la excepción a la regla? *Revista del IIICE*, 38, 95-108. <http://revistascientificas.filo.uba.ar/index.php/iice/article/view/3465>
- Panaia, M. (2013). *Abandonar la universidad con o sin título*. Miño y Dávila.
- Pérez Zaballa, L. (2007). Pertinencia y extensión universitaria en el contexto de la nueva universidad cubana. *Pedagogía Universitaria*, 12(1), 1-10.
- Snyder, V. (2018). La revolución que necesitamos en el sector energético. En V. Snyder, M. Carvalho Metanias Hallack y S. Larrea. *Género y energía: un tema de todos* (pp. 10-11). Banco Interamericano de Desarrollo (BID). <http://dx.doi.org/10.18235/0001387>
- Subirats, M. (1999). Género y escuela. En C. Lomas, *¿Iguales o diferentes? Género, diferencia sexual, lenguaje y educación* (pp. 19-32). Paidós.

NORMATIVAS

- Ley Nacional 27.424 (2017). Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable integrada a la Red Eléctrica Pública. Boletín Oficial, 27/12/2017. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/305000-309999/305179/texact.htm>
- Ley Nacional 27.191 (2015). Energía Eléctrica. Boletín Oficial, 21/10/2015. <http://servicios.infoleg.gob.ar/infolegInternet/anexos/250000-254999/253626/texact.htm>
- Ley Provincial 14.019 (2020). Marco de Acción Climática Provincial. Registro General de Leyes de la Provincia de Santa Fe. <https://www.santafe.gob.ar/boletinoficial/ver.php?seccion=2021/2021-01-06ley14019-2021.html>

Anexos

La Tabla 1 muestra la manera incremental en la que se construye el actual SADI a medida que irrumpe una tecnología capaz de aprovechar un nuevo recurso para la generación de energía eléctrica (hidrocarburos, embalse de agua, fisión nuclear, vientos y radiación solar), lo que es acompañado de un incremento en la cantidad y en la diversidad de sectores de consumo.

SISTEMA	ESCENARIOS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	Desde 1880	Desde 1910	Desde 1960	De 1960 a 1990	Desde 1990	Desde 2000	De 2000 a 2020	Desde 2020
Central térmica	X	X	X	X	X	X	X	X
Central hidroeléctrica		X	X		X	X	X	X
Central nuclear			X	X	X	X	X	X
Parque					X	X		X
Eólica						X		X
Planta fotovoltaica	X	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX
Torre media tensión					X	X	X	X
Torre alta tensión	X	X	X	X	XX	XX	XX	XXX
Sector residencial		X	X	X	XX	XX	XX	XXX
Sector de edificios			X	X	XX	XX	XX	XXX

TABLA 1

Descripción de los sistemas que se incorporan al LaDER a medida que evoluciona la línea histórica y que conforman los distintos escenarios

Fuente: elaboración propia

Mes	Cantidad de charlas	Cantidad de participantes (V/M)	Institución	Nivel	Ciudad, Provincia	Marco del evento
09/19	1	21 (17/04)	Escuela Educación Técnica N.º 492	S	S. Guillermo, Santa Fe	XVII Semana Nacional de Ciencia y Tecnología
09/19	1	22 (12/10)	Escuela N.º 852 Escalada y Palacios	P	S. Guillermo, Santa Fe	XVII Semana Nacional de Ciencia y Tecnología
09/19	2	37 (31/06)	Instituto Provincial Educación Téc. 264	S	S. Francisco, Córdoba	XVII Semana Nacional de Ciencia y Tecnología
09/19	1	44 (42/02)	Instituto Provincial Educación Téc. 50	S	S. Francisco, Córdoba	XVII Semana Nacional de Ciencia y Tecnología
09/19	2	52 (43/09)	Instituto Técnico (ITEC) El Molino	S	Esperanza, Santa Fe	XVII Semana Nacional de Ciencia y Tecnología
09/19	1	16 (13/03)	Instituto Técnico (ITEC) El Molino	T	Esperanza, Santa Fe	XVII Semana Nacional de Ciencia y Tecnología
09/19	3	63 (30/33)	Escuela N.º 505 Mahatma Gandhi	S	Rafaela, Santa Fe	Semana de la Ciencia, Tecnología e Innovación
10/19	3	89 (41/48)	Colegio San José Obispo Rafaela	S	Rafaela, Santa Fe	Semana de la Ciencia, Tecnología e Innovación
10/19	1	37 (31/06)	Escuela Educación Técnica N.º 654	S	Rafaela, Santa Fe	Semana de la Ciencia, Tecnología e Innovación
10/19	2	74 (36/38)	Escuela 886 Brig. Estanislao López	P	Rafaela, Santa Fe	Semana de la Ciencia, Tecnología e Innovación
10/19	1	16 (15/01)	Instituto Técnico de Rafaela (ITEC)	T	Rafaela, Santa Fe	Semana de la Ciencia, Tecnología e Innovación
10/19	2	93 (68/25)	Escuela Educación Técnica N.º 492	S	Rafaela, Santa Fe	Semana de la Ciencia, Tecnología e Innovación
10/19	3	71 (63/08)	Universidad Nacional de Misiones	U	Oberá, Misiones	Congreso Nacional de Estudiantes Ingeniería
10/19	1	19 (13/06)	Universidad Nacional de Misiones	U	Oberá, Misiones	Reunión Anual, Sec. de Extensión UNaM
11/19	1	87 (41/46)	Centro Provincial de Convenciones	AP	Paraná, Entre Ríos	Jornada Entremiana de Promoción del Biogás
11/19	2	71 (66/05)	Escuela Educación Técnica N.º 1	S	Paraná, Entre Ríos	Jornadas de Educación Técnica y Profesional
04/21	2	30 (26/04)	Escuela Educación Técnica N.º 654	S	Rafaela, Santa Fe	Programa Provincial de Conocimiento Activo
04/21	3	45 (21/24)	Escuela N.º 476 Juan Bautista Alberdi	P	Rafaela, Santa Fe	Programa Provincial de Conocimiento Activo
04/21	2	30 (15/15)	Escuela Enseñanza Media N.º 204	S	Rafaela, Santa Fe	Programa Provincial de Conocimiento Activo
TOTAL	34	917 (624/293)				

TABLA 2

Detalle de las intervenciones realizadas según el siguiente detalle: mes de realización, cantidad de participantes según género (Varón: V / Mujer: M) y nivel educativo (P: primario, S: secundario, T: terciario, U: universitario y AP: abierta al público), lugar de realización (institución, ciudad/provincia) y marco del evento en el que se intervino

Fuente: elaboración propia

NOTAS

- 1 La Declaración de Cartagena es un documento elaborado en la Conferencia Regional de Educación Superior para América Latina y el Caribe en 2008, en Cartagena de Indias, Colombia. Esta declaración fue refrendada, a su vez, en la III Conferencia Regional de Educación Superior para América Latina y el Caribe realizada en 2018. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000376753.locale=en>
- 2 Proyecto titulado «Fortalecimiento de las capacidades de la UNRaf en la promoción de la cultura científica y la apropiación social del conocimiento científico técnico: Laboratorio Demostrativo de Energías Renovables», aprobado para el período 2017-2018 en el marco de la convocatoria «Comunicación de la ciencia» del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación de la Provincia de Santa Fe, Argentina. Director: Dr. Luis Silva. Integrantes: Aneley Routier, Victoria Muraro, Cecilia Dionisio, Juan Cruz Medina y Agustín Bucciarelli. Resol. 169/17.
- 3 El Acuerdo de París es un tratado internacional legalmente vinculante realizado en la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (COP21) que entró en vigor el 4 de noviembre de 2016 y al que suscribieron 194 países.

- 4 Chicas en Tecnología es una organización de la sociedad civil sin fines de lucro que busca reducir la brecha de género en el ambiente emprendedor tecnológico a nivel regional.
- 5 Agencia Internacional de las Energías Renovables.
- 6 El Sistema Argentino de Interconexión (SADI) es una red de alta tensión que conecta las diversas regiones de la Argentina y se encarga de recibir y de transportar toda la electricidad producida en el país.
- 7 Esta tecnología permite fabricar piezas grandes de hasta 55cm (ancho) x 50cm (profundidad) x 65cm (altura), usando filamento de hasta 2mm de diámetro con una resolución de capa menor a los 0,1mm, lo que brinda una terminación precisa que requiere de poco trabajo posterior.
- 8 La ley, denominada «Régimen de Fomento a la Generación Distribuida de Energía Renovable Integrada a la Red Eléctrica Pública», fue aprobada el 30 de noviembre de 2017.