

FORMACIÓN E INNOVACIÓN EN INGENIERÍA

Laboratorios remotos: una estrategia federal para el futuro de la ingeniería

Remote laboratories: a federal strategy for the future of engineering

Carlos Aggio | Universidad Nacional de Lomas de Zamora. Facultad de Ingeniería. Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia Tecnología e Innovación; Argentina.

ceaggio@gmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-9312-3207>

Juan Manuel Gonzalez Ferrer | Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ingeniería. Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia Tecnología e Innovación; Argentina.

 <https://orcid.org/0009-0006-2325-8938>

Laura Pandolfo | Universidad de Buenos Aires. Centro Interdisciplinario de Estudios en Ciencia Tecnología e Innovación; Argentina.

RESUMEN

La remotización de laboratorios universitarios en Argentina se ha consolidado como una estrategia educativa transformadora. Impulsada por el CONFEDI desde 2016, esta iniciativa busca democratizar el acceso a prácticas experimentales mediante el uso de laboratorios reales operados de forma remota. El proceso avanzó con apoyo institucional y la articulación de múltiples universidades, destacándose la alianza reciente con la Fundación YPF, que financió la expansión de la red en áreas vinculadas al sector energético y el desarrollo de una plataforma de gestión nacional. La implementación de laboratorios remotos favorece el aprendizaje basado en competencias, optimiza recursos y promueve la innovación educativa y organizacional. A futuro, se plantea fortalecer la apropiación pedagógica, ampliar alianzas estratégicas y fomentar la internacionalización, consolidando esta red como una política educativa estructural para formar ingenieros e ingenieras preparados para los desafíos tecnológicos del siglo XXI.

Recibido: 05/05/2025 | Aceptado: 05/06/2025 | Publicado: 06/06/2025

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



ABSTRACT

A network of university hands-on lab activities accessible remotely in Argentina has emerged as a transformative educational strategy. Under the leadership of CONFEDI since 2016, the initiative aims to democratize access to experimental practices using real laboratories operated remotely. The project advanced with institutional support and the collaboration of multiple universities, with a recent alliance with Fundación YPF funding network expansion in the energy sector and developing a national management platform. Implementing remote labs fosters competency-based learning, optimizes resources, and promotes educational and organizational innovation. Looking ahead, efforts will focus on strengthening pedagogical adoption, expanding strategic partnerships, and encouraging international integration, positioning this network as a structural educational policy to prepare engineers for the technological challenges of the 21st century.

Palabras clave: *Laboratorios Remoto; Innovación Pedagógica, Práctica Experimental*

Keywords: *Remote Labs Educational Innovation, Experimental Practice*

1. Introducción

En los últimos años, la incorporación de tecnologías digitales en los procesos de enseñanza ha redefinido el horizonte pedagógico de las carreras de ingeniería. La pandemia aceleró la adopción de modalidades híbridas, pero también dejó al descubierto las limitaciones estructurales de un sistema que aún depende fuertemente de prácticas presenciales en laboratorios físicos. En este contexto, la remotización de laboratorios universitarios emergió no solo como una solución coyuntural, sino como una estrategia estructural de transformación educativa, impulsada desde el interior del sistema universitario argentino y con creciente respaldo institucional.

En Argentina, desde el año 2016, el Consejo Federal de Decanas y Decanos de Ingeniería (CONFEDI) impulsa un modelo nacional de laboratorios remotos con impacto federal, orientación estratégica y potencial de escalabilidad. Este proyecto de Laboratorios Remotos ha evolucionado significativamente a lo largo del tiempo. Lo que comenzó como una iniciativa centrada en laboratorios desasistidos —equipos reales operados remotamente sin intervención humana local— fue enriquecido por nuevas configuraciones con asistencia técnica, modalidades colaborativas y diversas formas de interacción entre docentes, estudiantes y tecnología. Este proceso dio lugar a un ecosistema pedagógico emergente, basado en innovación tecnológica, compromiso institucional y construcción colectiva de saberes.

Actualmente, ya existen varios casos que ilustran los beneficios asociados a la remotización de laboratorios. Desde la experiencia pionera de la Universidad de la Marina Mercante, se destaca uno de los principales aprendizajes institucionales: la remotización no es un modelo cerrado, sino un conjunto de posibilidades adaptables a cada contex-

to. Esta flexibilidad, lejos de debilitar la estrategia, ha sido la clave para su apropiación y escalabilidad en diversas facultades y carreras del país. Asimismo, casos como el de la Universidad Nacional de Tucumán, donde la remotización dio lugar a nueve proyectos de graduación y cuatro tesis de grado, o el de la Universidad Nacional de San Juan, con propuestas interdisciplinarias que integran biología, física, química e ingeniería, evidencian que este proceso trasciende lo técnico y se convierte en una experiencia formativa transversal, que involucra activamente a estudiantes, docentes y equipos técnicos.

Estos logros fueron posibles gracias al liderazgo del CONFEDI, que no solo diseñó el proyecto, sino que también gestionó recursos financieros para llevarlo adelante, y al fuerte compromiso de las diferentes unidades académicas y sus docentes investigadores a cargo de la implementación. En el año 2024, la Fundación YPF, que se distingue dentro del universo de fundaciones empresariales por su compromiso con la educación universitaria y técnica de calidad, y su capacidad para apalancar iniciativas, se asocia estratégicamente con el CONFEDI para reforzar la Red de Laboratorios Remotos de dos maneras. Por un lado, financiando la remotización de un conjunto de laboratorios asociados a las tecnologías emergentes del petróleo y gas y por el otro con el desarrollo de una plataforma para interconectar y gestionar a todos los laboratorios de la Red.

Este artículo recorre los antecedentes, desarrollos y aprendizajes de esta iniciativa nacional, analiza su impacto en la enseñanza de la ingeniería, presenta el aporte reciente de la Fundación YPF a la iniciativa y plantea próximos pasos hacia una red colaborativa de laboratorios remotos, capaz de democratizar el acceso a prácticas experimentales, fortalecer la articulación interuniversitaria y preparar a los futuros ingenieros e ingenieras para los desafíos tecnológicos del siglo XXI.

2. ¿Por qué y para qué remotizar laboratorios con fines educativos a nivel universitario?

Los Laboratorios Remotos (LR) son recursos tecnológicos que integran software y hardware para configurar una experiencia real a la que se accede de manera remota a través de Internet. El estudiante puede utilizar el LR para realizar actividades de laboratorio similares a las de un Laboratorio Tradicional (*hands-on*), con la diferencia de que las realiza a distancia (Idoyaga y Arguedas-Matarrita, 2022). Las particularidades de los LR son:

- Permiten trabajar con equipos reales.
- Incrementan el acceso a herramientas científicas, permitiendo a los estudiantes de distintos lugares usarlas tanto a través de redes inalámbricas como celulares (móviles).
- Permiten una mayor utilización de los equipos de laboratorio, al estar disponibles 24h, los 365 días del año.
- Fomentan el trabajo autónomo, que es fundamental en el modelo actual de educación superior
- Permiten al profesor seguir los progresos de los estudiantes.
- Proporcionan experiencias que los laboratorios tradicionales no pueden ofrecer, como el

acceso a una gama mucho más amplia de equipos que son demasiado caros, peligrosos o logísticamente problemáticos.

La remotización de laboratorios universitarios se presenta como una estrategia transformadora que conjuga tres dimensiones clave: pedagógica, tecnológica e institucional. Su implementación permite ampliar el acceso a experiencias experimentales significativas, promover nuevas formas de enseñanza-aprendizaje, y optimizar los recursos disponibles en el sistema universitario argentino.

Desde el plano pedagógico, los laboratorios remotos se alinean con los enfoques basados en competencias y en el "saber hacer", favoreciendo el desarrollo de habilidades técnicas, cognitivas y socio-técnicas vinculadas a la práctica profesional. Esta perspectiva se refuerza con el uso de metodologías activas como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), que permite abordar situaciones reales, fomentar el trabajo colaborativo y aplicar el conocimiento en contextos significativos. Según Fernández y Duarte (2013), el ABP, apoyado en entornos virtuales o remotos, no solo potencia el aprendizaje, sino que también permite diagnosticar debilidades en la formación y ajustar estrategias didácticas.

En términos tecnológicos y organizacionales, la remotización constituye una estrategia costo-efectiva que habilita el uso compartido de equipamiento físico, la descentralización del acceso y la continuidad de las prácticas más allá de las limitaciones geográficas o temporales. Como señalan Caputo, Campana y Bellotti (2019), estos laboratorios permiten ampliar la cobertura y democratizar la experiencia experimental en carreras tradicionalmente dependientes de instalaciones físicas y presenciales. La disponibilidad de tecnologías digitales accesibles -como sensores, actuadores, controladores remotos y plataformas de visualización- ha hecho viable su implementación a escala institucional, integrándose con sistemas de enseñanza virtual existentes y articulando múltiples sedes y niveles formativos.

Desde una perspectiva sociotécnica, los procesos de remotización también activan transformaciones organizacionales profundas. Las experiencias relevadas (CIECTI, 2024) muestran que estos proyectos promueven la conformación de equipos interdisciplinarios, el desarrollo de tesis y trabajos finales, la creación de nuevas asignaturas o trayectos, y el fortalecimiento de capacidades institucionales para la innovación educativa. En algunos casos, como el de la Universidad Nacional de Tucumán, incluso se derivó en la creación de una empresa tecnológica universitaria orientada a la remotización. Tal como señala Thomas (2008), las tecnologías no operan de manera neutra, sino que reconfiguran las relaciones entre actores, saberes y dispositivos en el interior de las instituciones. En consecuencia, es una plataforma de transformación educativa y organizacional, que fortalece la formación por competencias, promueve la cooperación interuniversitaria, y democratiza el acceso al conocimiento científico-técnico.

3. La remotización de laboratorios en unidades académicas de carreras de ingeniería en la Argentina

La trayectoria de los laboratorios remotos en el sistema universitario argentino no surge

de una decisión centralizada, sino como resultado de un proceso incremental, cooperativo y sostenido, que fue consolidando legitimidad técnica, pedagógica e institucional. Este recorrido puede entenderse en tres momentos clave: primero, un período formativo caracterizado por iniciativas aisladas que prepararon el terreno para una visión compartida; luego, una fase de maduración en la que se acumularon aprendizajes pedagógicos, organizativos y tecnológicos que permitieron construir consensos; y finalmente, la institucionalización de una estrategia nacional con anclaje federal y proyección futura. A continuación se reconstruyen estos tres momentos para entender el valor singular que tiene esta experiencia en el ecosistema de la educación en ingeniería en Argentina.

3.1. Los pioneros: origen y evolución del proyecto

Las primeras iniciativas que sentaron las bases de esta política educativa surgieron de manera experimental en diversas universidades del país. Las mismas se materializaron puertas adentro de algunas universidades y facultades, en su mayoría funcionando en un entorno de intranet propio de cada centro educativo (Caputo, 2021). A mediados de los años 2000 y en respuesta a la dificultad de proveer educación a distancia en el campo de las disciplinas de base experimental, en la Facultad de Ciencias Exactas, Ingeniería y Agrimensura de la Universidad Nacional de Rosario (FCEIA- UNR) dos estudiantes de ingeniería electrónica, en el marco de su trabajo final de carrera, diseñan y construyen la primera versión de un laboratorio para realizar ensayos de manera remota sobre dispositivos semiconductores. En los años subsiguientes, en base al trabajo con estudiantes de la cátedra Física IV, docentes investigadores agregaron más dispositivos y desarrollaron distintas opciones de ensayo modificables por los usuarios (Marchisio y Lerro, 2015).

El desarrollo del Laboratorio Remoto de Física Electrónica resultó clave, primero, para posibilitar nuevos desarrollos en otras áreas de la universidad y segundo, para diseñar una plataforma única de acceso y gestión de turnos a los mismos. Así en el año 2012 y en el marco de un proyecto I + D se diseñó un Laboratorio Remoto Móvil para ensayos de Calefones Solares. En este caso, el laboratorio emplea dispositivos fijos y móviles para la evaluación de la eficiencia energética de calefones solares en forma remota (en los lugares y condiciones ambientales en los que están instalados). Con la incorporación de este nuevo laboratorio se dispuso el sistema LabRem-FCEIA con una interface, que administra de modo centralizado a usuarios de los laboratorios, y gestiona permisos por laboratorio y permite la creación de grupos de usuarios en distintos niveles (administrador, docentes y estudiantes) (Marchisio y Lerro, 2015). Finalmente, en el 2016 se incorpora a esta unidad académica la licencia de un Laboratorio remoto desarrollado en Suecia en el año 1999 (VISIR+) (Caputo, 2021 y Utges, 2021).

Entre las otras iniciativas se encuentra el Laboratorio de Experimentación Remota en Física de la Facultad de Ingeniería Química (FIQ) Universidad Nacional del Litoral (UNL). El mismo fue creado en el 2006 abarcando temáticas de la mecánica, electrotecnia y magnetismo, que utiliza regularmente para sus asignaturas de Física I y II, así como también para ofrecer soporte a otras instituciones (Caputo *et al.*, 2019). Más recientemente, en 2017, la FIQ incorporó capacidades de enseñanza remota en su Laboratorio de Control de Procesos, el cual permite realizar actividades de sintonización de controladores indus-

triales (P, PI, PID) en un sistema hidráulico de tanques de almacenamiento. Por último, en la ciudad de Buenos Aires, la Facultad de Ingeniería de la Universidad de la Marina Mercante desarrolló una plataforma web mobile para un laboratorio remoto de física clásica ya con la idea de transformarlo en una red de laboratorios colaborativos a través de la suscripción de convenios de cooperación (Caputo *et al.*, 2019).

Así es que, previo a la pandemia del COVID-19 donde diversas actividades de enseñanza remota se difundieron y aceleraron de modos transversal al sistema universitario argentino, varias unidades académicas de las ingenierías ya contaban con probada experiencia en el diseño y gestión de laboratorios de acceso remoto. Sin embargo, y a pesar de las evidentes oportunidades pedagógicas que ofrecen estos dispositivos de enseñanza y de las tecnologías de remotización crecientemente accesibles, los mismos no lograron difundirse ampliamente hasta que el CONFEDI pone el tema entre sus prioridades de trabajo. En este sentido, el camino transcurrido por las unidades académicas pioneras sirvió de inspiración y de hoja de ruta para lo que vino después.

3.2. El CONFEDI promueve e impulsa una red colaborativa de laboratorios de acceso remoto en todo el país

La consolidación de una red federal de laboratorios de acceso remoto no habría sido posible sin el impulso sostenido del CONFEDI. Esta institución, que desde 1988 articula a las máximas autoridades de las carreras de ingeniería de universidades públicas y privadas de Argentina, se ha posicionado como un actor estratégico en la definición de políticas educativas comunes, el fortalecimiento de estándares de calidad y la promoción de proyectos colaborativos interinstitucionales.

En el marco de su estructura de gobernanza —basada en plenarios periódicos, comisiones temáticas y redes de trabajo—, el CONFEDI incorporó el tema de los laboratorios remotos en la 67° Reunión Plenaria, realizada en modalidad virtual en junio de 2020 junto con la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Salta. Esta incorporación ocurrió apenas tres meses después del inicio del Aislamiento Social, Preventivo y Obligatorio (ASPO), cuando las universidades enfrentaban el desafío de sostener las actividades prácticas en entornos digitales (CONFEDI, 2020a).

A partir de ese momento, el tema fue ganando centralidad. En la 68° Reunión Plenaria de noviembre de ese mismo año, coorganizada con la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, se presentaron los resultados de un relevamiento nacional que puso en evidencia el bajo grado de implementación de laboratorios remotos: solo el 27,4% de las 54 unidades académicas encuestadas declaraban contar con algún tipo de experiencia, y en muchos casos sin criterios comunes. En ese mismo encuentro se propuso la creación de una red nativa del CONFEDI para desarrollar una estrategia nacional que garantizara el acceso equitativo a estas herramientas en todo el sistema.

Así nació la Red Argentina Colaborativa de Laboratorios de Acceso Remoto (CONFEDI R-Lab), concebida como un espacio abierto, inclusivo y orientado a democratizar el acceso a prácticas experimentales. En abril de 2021 se formalizó mediante un Acta Acuerdo suscripta por 56 unidades académicas fundadoras, y se elevó una propuesta formal a

la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) para su acompañamiento. Esta propuesta incluía un plan de acción para crear una red nacional colaborativa de laboratorios universitarios didácticos de acceso remoto vía web.

El objetivo general de la red quedó plasmado en ese documento fundacional: dar un impulso significativo a las prácticas experimentales remotas en Argentina, promoviendo la cooperación interinstitucional, el uso eficiente de equipamiento y la mejora de la calidad formativa en carreras de ingeniería. Los objetivos específicos, acordados por las instituciones firmantes pueden consultarse en el Box 1.

Box1. Objetivos Estratégicos de la Red Argentina Colaborativa de Laboratorios de Acceso Remoto, CONFEDI R-Lab

- Establecer una Red Argentina Colaborativa de Laboratorios de Acceso Remoto en tiempo real, donde sus integrantes puedan realizar y ofrecer experiencias de formación práctica en forma no presencial manipulando equipos de laboratorio a distancia en el campo de incumbencia de las ingenierías.
- Lograr accesibilidad efectiva y eficaz a través de internet mediante una variedad de dispositivos por parte de los miembros de la red.
- Optimizar el aprovechamiento de instalaciones y recursos existentes y a instalar, evitando la duplicación de experiencias, en la medida de lo posible.
- Incrementar la variedad, cantidad y calidad de experiencias alcanzables y aprovechables en la red para las instituciones formativas, ya que los recursos económicos y el capital humano se concentra en las experiencias que cada laboratorio ofrece a la red.
- Propender, si la práctica y su seguridad lo permiten a una disponibilidad total, las 24hs y los 365 días del año para la realización de actividades de formación experimental común a todas las carreras de ingeniería del país.
- Habilitar el acceso y disponibilidad de un segmento de las experiencias para otras unidades académicas con carreras científicas, de ciencias de la salud o tecnológicas no ingenieriles y a otros niveles formativos diferente del universitario.
- Permitir que aulas y otros espacios no pensados al efecto, se transformen en laboratorios.
- Promover la capacitación de recursos humanos en temáticas relacionadas con sistemas remotos a través de acciones cooperativas específicas.
- Promover investigación educativa sobre las prácticas realizadas de forma remota por los estudiantes para comparar el logro de los resultados de aprendizaje de forma remota con la misma práctica de modo presencial y tender a mejorar las instancias de mediación pedagógica que permita maximizar el logro de estos.
- Definir estándares nacionales de definición, funcionamiento y buenas prácticas de laboratorios de acceso remoto.

Fuente: Acta Fundacional CONFEDI R-LAB, Art. 2.

3.3 Institucionalización de una estrategia nacional con anclaje federal y proyección futura

En apoyo a la iniciativa impulsada por el CONFEDI, la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) lanzó en diciembre de 2021 una convocatoria específica para financiar la

remotización de laboratorios existentes en unidades académicas de ingeniería. Con un presupuesto de \$50 millones (SPU-CONFEDI, 2021), se buscó dotar a las facultades de equipamiento y capacidades técnicas para garantizar el acceso remoto a prácticas experimentales en diversas disciplinas.

Esta convocatoria permitió la remotización de 51 equipos en 21 unidades académicas de todo el país. Las propuestas fueron evaluadas por un comité coordinador que priorizó criterios de viabilidad, pertinencia pedagógica y diversidad territorial. El resultado fue una red incipiente, pero significativa, de laboratorios disponibles para el uso asincrónico y compartido por parte de estudiantes de diferentes universidades. Las áreas más representadas fueron física y electrónica, que concentraron el 43% del total de prácticas (ver Cuadro 1), seguidas por disciplinas como eléctrica, química, instrumentación y control, bioingeniería, y otras ramas de la ingeniería aplicada (Utges, 2023).

Cuadro 1 Cantidad de prácticas remotizadas por disciplina con fondos de la SPU en la Convocatoria realizada en diciembre de 2021.

Disciplina	Cantidad de prácticas remotizadas
Física	14
Electrónica	10
Eléctrica	5
Química (Ciencias Básicas)	4
Instrumentación y Control	3
Telecomunicaciones	3
Automatización y Actuadores	2
Bioingeniería	2
Informática	2
Mecánica	2
Otras disciplinas (*)	8
Total	55

(*) Otras disciplinas con una práctica cada una: i) Agronomía - Alimentos, ii) Civil, iii) Ferroviaria, iv) Matemática - Probabilidad, v) Materiales, vi) Mecatrónica, vii) Minas y Bioingeniería, viii) Procesos
Fuente: SPU (2023)

Si bien esta primera etapa permitió instalar capacidades técnicas concretas en buena parte del país, quedó pendiente el desarrollo de una plataforma tecnológica de gestión que integrara esas iniciativas. En 2023, la SPU lanzó una segunda convocatoria que buscaba dar continuidad a este proceso: financiar una nueva tanda de laboratorios e impulsar la creación de una plataforma común para agendamiento, acceso, monitoreo y evaluación. Sin embargo, los cambios en el gobierno nacional, acompañados por fuertes recortes presupuestarios en el sistema universitario, impidieron su ejecución.

Así, hacia inicios de 2024, el estado de situación de la Red CONFEDI R-Lab presentaba un saldo mixto. Por un lado, se contaba con una masa crítica de laboratorios remotizados



con equipamiento funcional y cobertura territorial amplia. Por otro lado, se observaba una subutilización relativa de estos espacios, atribuida principalmente a la ausencia de un sistema unificado que permitiera gestionar turnos, accesos, seguimiento y retroalimentación pedagógica.

Además, la experiencia acumulada reveló un desafío estructural clave: la necesidad de estimular la demanda académica. A pesar del potencial demostrado por la red, muchas cátedras aún desconocían su existencia o no habían integrado estas herramientas a sus prácticas de enseñanza. La consolidación del modelo requiere, entonces, no solo infraestructura física y tecnológica, sino también una política activa de apropiación pedagógica, capaz de generar sentido, formación y comunidad en torno al uso significativo de estos recursos.

En este punto de inflexión —con una red técnicamente instalada pero aún subutilizada— se abre paso una nueva etapa. La alianza estratégica entre el CONFEDI y la Fundación YPF marcó el relanzamiento de la iniciativa, con un enfoque renovado: **focalizar en disciplinas vinculadas al upstream del petróleo y gas, promover la apropiación docente, y avanzar finalmente en el desarrollo de una plataforma nacional de gestión y monitoreo**. Esta nueva fase, que se detalla en el próximo apartado, se apoya sobre una trayectoria institucional robusta, cuyos principales hitos se resumen en el Cuadro 2.

Cuadro 2 Línea de tiempo - Hitos clave del proceso.

Año	Hito	Descripción
2016	Inicio del proyecto	Propuesta de la Universidad de la Marina Mercante en el CONFEDI.
2017-2019	Sensibilización y formación	Talleres técnicos, primeras experiencias piloto, identificación de potenciales nodos.
2020	Creación formal de la Red R-Lab	Se establece el acta fundacional, objetivos y principios operativos.
2021	Convocatoria SPU	Financiamiento a 51 laboratorios en 21 universidades públicas. Consolidación del modelo pedagógico y tecnológico.
2022	Expansión institucional	Sistematización de casos, integración con otras redes de cooperación universitaria.
2024	Alianza con Fundación YPF	Lanzamiento de nueva convocatoria focalizada en el upstream del petróleo y gas.
	Plataforma nacional	Desarrollo de un sistema de gestión, agendamiento y evaluación para la Red. Acompañamiento técnico a 19 laboratorios.
2025 (en curso)	Consolidación y proyección	Extensión del modelo, nueva oferta académica, integración curricular y monitoreo del impacto.

Fuente: Elaboración Propia

4. Una alianza estratégica para ampliar el impacto: Fundación YPF y CONFEDI

Frente a los desafíos detectados en la etapa anterior —particularmente la subutilización relativa de los laboratorios instalados y la necesidad de una mayor apropiación docente—, la Fundación YPF y el CONFEDI dieron un paso clave para consolidar y expandir la red su-

mando una nueva red sectorial orientada exclusivamente al sector de petróleo y gas.

Desde 2022, la Fundación YPF desarrolla un programa de vinculación con la industria energética, orientado a reducir la brecha entre la oferta educativa y las demandas profesionales de un sector en rápida transformación. Como parte de esta estrategia, encargó al CIECTI una investigación prospectiva sobre el sector de upstream de petróleo y gas (González Ferrer *et al.*, 2023). Uno de los hallazgos centrales del estudio fue el cambio de paradigma en el perfil productivo del sector, que avanza hacia una matriz intensiva en conocimiento, con crecientes exigencias de formación técnica, digitalización y capacidades interdisciplinarias.

En función de estos resultados, el fortalecimiento de la Red de Laboratorios de Acceso Remoto del CONFEDI fue identificado como una iniciativa prioritaria que contribuye a la formación de los futuros profesionales requeridos para el desarrollo de la industria del Petróleo y el Gas. De esta manera, en septiembre de 2024, ambas instituciones firmaron un convenio de colaboración. Tres cuartas partes del presupuesto acordado está destinado a remotizar prácticas y laboratorios vinculados al upstream del petróleo y gas, seleccionados a partir de los resultados de la investigación prospectiva, lo que permitió orientar la inversión hacia áreas de alta demanda formativa. El 25% restante del presupuesto se asignó al desarrollo e implementación de una plataforma nacional de gestión y monitoreo, que integrará tanto los laboratorios nuevos como los ya existentes en la red.

Esta alianza representa un ejemplo de sinergia estratégica entre el sistema universitario y el sector productivo. De un total de 87 prácticas interesadas en participar, se seleccionaron 19 proyectos de 19 unidades académicas, que en conjunto garantizarán una disponibilidad máxima de más de 870 horas semanales de uso remoto, con 85 experiencias planificadas. Esta inversión permitió además movilizar 135 personas, aprovechar equipamiento preexistente valuado en USD 709.000, y asignar 795 horas de trabajo técnico-docente a la puesta en marcha de los laboratorios (CIECTI, 2024).

Cuadro 3 Recursos movilizados en la convocatoria Fundación YPF - CONFEDI (2024)

Valores	Autónomo	Requiere Asistencia Local	Total
Cantidad de Laboratorios	11	8	19
Cantidad total de horas disponibles para la red (semanales)	716	155	870
Cantidad de horas promedio disponibles para la red (semanales)	65	19	46
Cantidad total de experiencias planificadas	43	42	85
Promedio de cantidad de experiencias planificadas promedio	4	5	4

Fuente elaboración propia en base a formulario de proyectos

El análisis de esta etapa se complementó con un relevamiento cualitativo en cuatro universidades, cuyos resultados se presentan en el Box 2. Estas experiencias ofrecen evidencia concreta de los impactos pedagógicos, organizativos e institucionales de la remotización, así como de su potencial para generar innovación educativa distribuida.

Box 2. Cuatro experiencias de remotización: aprendizajes desde el territorio

- Universidad Nacional de San Juan
Programa institucional con múltiples laboratorios (óptica, microscopía, química, PLCs). Articulación con escuelas técnicas y educación a distancia. Fortalecimiento de equipos docentes-técnicos y generación de nuevas propuestas académicas.
- Universidad Nacional de Tucumán
Remotización integrada a la formación de grado y posgrado. Generación de nueve proyectos de graduación y cuatro tesis de maestría. Creación de una empresa universitaria orientada al diseño de soluciones tecnológicas para la educación.
- Universidad Nacional de General Sarmiento
Laboratorios desasistidos en física y electrónica, con alta integración curricular y plataformas LMS. Uso eficiente de recursos y desarrollo de interfaz amigable para prácticas asincrónicas.
- Universidad de la Marina Mercante
Caso pionero en el CONFEDI. Prototipos de bajo costo, conceptualización de modelos desasistido/asistido/colaborativo, y fuerte vocación por el uso compartido.

Fuente: CIECTI (2024)

4.1 Plataforma nacional: integración, acceso y monitoreo

Uno de los componentes más esperados de esta nueva etapa fue el desarrollo de una plataforma digital unificada, que permita integrar y gestionar los laboratorios distribuidos en distintas universidades del país. Si bien la necesidad de esta herramienta había sido identificada desde el inicio del proyecto, su desarrollo no pudo concretarse en el marco del convenio CONFEDI-SPU de 2021 por razones presupuestarias y logísticas.

Gracias al aporte de recursos de la Fundación YPF, y ante la falta de oferentes en la convocatoria a empresas tecnológicas, el desafío fue asumido por un equipo interdisciplinario de docentes-investigadores de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires (FIUBA) (Martínez, 2024). Esta solución de base académica permitió avanzar en un modelo abierto, escalable y adaptado a las especificidades del sistema universitario.

La plataforma está diseñada para cumplir tres funciones clave:

- Acceso controlado: validación de usuarios desde distintas dependencias y unidades académicas, con permisos diferenciados según roles.
- Gestión de turnos: visualización de disponibilidad, asignación de horarios y reserva

de experiencias de forma asincrónica.

- Registro y monitoreo: trazabilidad completa de las prácticas realizadas, generación de reportes, visualización de indicadores y datos compartidos entre instituciones.

Este sistema no solo facilita el uso y la coordinación entre universidades, sino que también se proyecta como una herramienta para el monitoreo y evaluación a largo plazo, generando información valiosa sobre uso real, desempeño estudiantil y gestión del recurso.

4.2 Concurso docente: apropiación pedagógica e innovación curricular

Con el objetivo de acompañar el despliegue de infraestructura con una estrategia activa de apropiación pedagógica, el CONFEDI lanzó en paralelo un concurso docente destinado a docentes-investigadores de todo el país. El mismo ofrece premios en efectivo para el diseño de guías de prácticas innovadoras, asociadas a laboratorios de acceso remoto, que respondan a competencias específicas y generen experiencias formativas significativas.

Esta iniciativa busca involucrar activamente al cuerpo docente, que es en última instancia quien decide cómo y cuándo integrar estos recursos a sus clases. La evidencia relevada indica que la mera disponibilidad de laboratorios no garantiza su uso: muchas cátedras requieren acompañamiento y ejemplos concretos para adaptar sus estrategias de enseñanza.

A mediano plazo, el objetivo es consolidar un banco nacional de prácticas remotizadas, accesible para todas las unidades académicas del país, con recursos organizados por disciplina, nivel, tipo de experiencia y competencias desarrolladas. Esta base de conocimiento compartido será una pieza clave para escalar el modelo y democratizar su uso real.

5. Un modelo con futuro: ampliar, consolidar, proyectar

La experiencia argentina en la remotización de laboratorios universitarios se ha consolidado como una política educativa innovadora, con impacto real, visión compartida y alto potencial de expansión. Lo construido hasta aquí demuestra que, con cooperación interinstitucional, tecnología accesible y compromiso docente, es posible transformar la enseñanza práctica en carreras estratégicas.

El caso de la Red CONFEDI R-Lab —y en particular la alianza con la Fundación YPF— constituye un ejemplo concreto de vínculo virtuoso entre universidad e industria, una dimensión aún incipiente en el sistema científico argentino, pero con alto potencial transformador. Esta unión mostró que es posible articular capacidades técnicas, voluntad institucional y objetivos sectoriales para fortalecer la formación técnica en áreas clave para el desarrollo del país.

Sobre esta base sólida, se abre una nueva etapa que invita a ampliar el alcance, consolidar las capacidades construidas y proyectar el modelo hacia una política sistémica y sostenible. Para ello, se delinean a continuación algunos ejes estratégicos que orientarán las acciones futuras:

- Monitoreo, evaluación y generación de conocimiento: la implementación de la plataforma nacional permitirá por primera vez sistematizar datos de uso, trazabilidad de experiencias y retroalimentación pedagógica. Este sistema puede convertirse en una herramienta poderosa para evaluar el impacto real de los laboratorios, identificar buenas prácticas, y construir conocimiento compartido entre universidades.
- Instancias de intercambio y comunidad de práctica: se prevé la creación de espacios regulares de encuentro entre responsables de laboratorios, equipos técnicos y docentes, para socializar aprendizajes, resolver desafíos comunes y fomentar la innovación colaborativa. El fortalecimiento de esta comunidad será clave para garantizar la apropiación pedagógica y el uso sostenido de los recursos.
- Nuevas alianzas estratégicas: al igual que la Fundación YPF acompañó con una inversión direccionada al sector energético, existe la posibilidad de generar acuerdos con otras empresas, cámaras o fundaciones interesadas en orientar parte de su inversión en formación hacia disciplinas clave para el desarrollo nacional. Para esto, contar con un caso modelo documentado —que demuestre impacto con recursos relativamente acotados— será un insumo valioso.
- Internacionalización e integración regional: como se planteó en el plan original presentado a la SPU, se propone avanzar en la vinculación con redes internacionales de laboratorios de acceso remoto, promoviendo acuerdos de reciprocidad, colaboración técnica y producción conjunta de conocimiento pedagógico. Esta dimensión permitirá alinear la experiencia argentina con tendencias globales en educación en ingeniería.

Este nuevo capítulo requiere sostener el impulso institucional, ampliar las alianzas y consolidar una visión compartida: la de una universidad pública capaz de innovar, colaborar y formar profesionales preparados para los desafíos del presente y el futuro.

La experiencia está madura. El desafío que sigue es convocar a más actores, sostener las alianzas logradas, y proyectar esta red como una política educativa estructural, al servicio de la ingeniería del futuro.

Referencias

- Calero, R (2024) Plataforma de Laboratorios Remotos, Concentrar y Gestionar desde un único lugar, Presentación en la 76° Reunión Plenaria y Asamblea del CONFEDI, San Rafael Mendoza, noviembre.
- Caputo, D (2021) Laboratorios de acceso remoto innovando en educación superior, Revista Argentina de Ingeniería (RADI), 9(17), mayo.
- Caputo, D., Campana, D., & Bellotti, M. (2019). Espacios curriculares flexibles centrados en el estudiante, a través de laboratorios de física de acceso remoto. Revista Argentina de Ingeniería (RADI), 7(13), mayo.
- CIECTI (2024). Monitoreo de la implementación de laboratorios remotizados en universi-

- dades argentinas. Documento interno.
- CONFEDI (2020a) ACTA 66° ASAMBLEA PLENARIA DEL CONFEDI (virtual) co-organizada por la Co-organizada con la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica de Salta, 30 de junio.
- CONFEDI (2020b) ACTA 67° ASAMBLEA PLENARIA DEL CONFEDI (virtual) co-organizada por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Lomas de Zamora, 30 de noviembre.
- Fernández, M. C. & Duarte, L. R. (2013). *El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el desarrollo de competencias específicas en estudiantes de ingeniería*. Formación Universitaria, 6(5), 27-36.
- González Ferrer, J. M., Aggio, C. E., Pandolfo, L. E. & Porta, F. (2023). Investigación prospectiva del sector Upstream de petróleo y gas para fortalecer el caso argentino : un aporte al sistema educativo y científico-tecnológico. Fundación YPF - CIECTI, CABA.
- Idoyaga, I. J., & Arguedas-Matarrita, C. (2022). Introducción al uso de laboratorios remotos en educación (G. L. Medina, Ilustr.; J. E. Maeyoshimoto, Pról.). APFA - Asociación de Profesores de Física de la Argentina. Libro digital en formato PDF.
- Marchisio, S. T., & Lerro, F. G. (2015). El Laboratorio Remoto FCEIA-UNR: Integración de recursos y trabajo en redes colaborativas para la enseñanza de la Ingeniería. Artículo presentado en la Quinta Conferencia de Directores de Tecnología de Información, TICAL 2015: Gestión de las TICs para la Investigación y la Colaboración, Viña del Mar, Chile, 6-8 de junio.
- Martínez, A. (2024) Presentación en la 76° Reunión Plenaria y Asamblea del CONFEDI, San Rafael, noviembre de 2024.
- Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) - CONFEDI (2021) Bases y condiciones 1era Convocatoria del Programa de Laboratorios de acceso remoto.
- Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) - CONFEDI (2023) Bases y condiciones 2da Convocatoria del Programa de laboratorio de acceso remoto.
- Thomas, H. (2008). Actos, actores y artefactos: sociología de la tecnología. Universidad Nacional de Quilmes.
- Utges, GR (2021) Red Argentina Colaborativa de Laboratorios de Acceso Remoto. Confedi R-Lab, Revista Argentina de Ingeniería (RADI), 9(18), noviembre.
- Utges, GR (2023) Laboratorios Remotos: Segunda Etapa del Programa, Revista Argentina de Ingeniería (RADI), 11(22), noviembre.