

Laboratorios híbridos en ciencias experimentales: una estrategia metodológica para la inclusión educativa en la escuela secundaria

Abordajes metodológicos en extensión /
Intervenciones



Juan Manuel Rudi

Universidad Nacional del Litoral, Argentina.
jmrudi@fbc.unl.edu.ar

<https://orcid.org/0009-0001-0728-3766>

Daniel Larpin

Universidad Nacional del Litoral, Argentina.
dlarpin@fbc.unl.edu.ar

<https://orcid.org/0000-0001-9388-1203>

María Silvina Reyes

Universidad Nacional del Litoral, Argentina.
mariasilvinareyes@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1035-2769>

Paula Inés Gatti

Universidad Nacional del Litoral, Argentina.
pigatti@fbc.unl.edu.ar

<https://orcid.org/0009-0003-4002-4728>

RECEPCIÓN: 15/04/24

ACEPTACIÓN FINAL: 27/05/24

Hybrid laboratories in experimental sciences: a methodological strategy for educational inclusion in secondary school

Laboratórios híbridos em ciências experimentais: uma estratégia metodológica para inclusão educacional no ensino médio

Resumen

La experiencia narrada en este artículo intenta contribuir a una mayor inclusión educativa en instituciones de la ciudad de Santa Fe mediante la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación como herramientas útiles para el aprendizaje significativo de contenidos estructurantes de ciencias naturales en el nivel medio. Se trabaja junto al personal docente de instituciones socias del proyecto, que no disponen de materiales de laboratorio ni de una infraestructura edilicia adecuada, en el desarrollo de actividades experimentales simples mediadas por tecnologías digitales, que contribuyan a la enseñanza de temáticas relacionadas con la Química propuestas en el diseño curricular provincial. El trabajo sinérgico del equipo extensionista y del profesorado socio del proyecto facilitó la implementación de estrategias didácticas relevantes en contextos signados por la falta de recursos y en donde resulta dificultoso garantizar una educación de calidad para los y las estudiantes de sectores vulnerables.

Palabras clave: actividades experimentales simples, nivel medio orientado, tecnologías de la información y la comunicación, inclusión educativa, extensión universitaria.

Abstract

The experience narrated in this article attempts to contribute to greater educational inclusion in certain educational sectors of the city of Santa Fe, through the use of Information and Communication Technologies as useful tools for meaningful learning of structuring content of natural sciences in the secondary level. We work together with the teaching staff of project partner institutions, which do not have laboratory materials or adequate building infrastructure, in the development of simple experimental activities mediated by digital technologies, which contribute to the teaching of proposed topics related to Chemistry in provincial curricular design. The synergistic work of the extension team and the project partner teachers facilitated the implementation of significant teaching strategies, in contexts marked by a lack of resources and where it is difficult to guarantee quality education for students from vulnerable sectors.

Keywords: simple experimental activities, oriented secondary level, technology of the information and communication, educational inclusion, university extension.

Resumo

A experiência narrada neste artigo busca contribuir para uma maior inclusão educacional em instituições da cidade de Santa Fé através do uso das Tecnologias da Informação e Comunicação como ferramentas úteis para a aprendizagem significativa de conteúdos estruturantes de ciências naturais no ensino médio. Trabalhamos em conjunto com o corpo docente das instituições parceiras do projeto, que não dispõem de materiais laboratoriais ou infraestruturas prediais adequadas, no desenvolvimento de atividades experimentais simples mediadas por tecnologias digitais, que contribuam para o ensino dos temas relacionados com a Química propostos no plano curricular provincial. O trabalho sinérgico da equipe de extensão e dos professores parceiros do projeto facilitou a execução de estratégias didáticas relevantes em contextos marcados pela falta de recursos e onde é difícil garantir uma educação de qualidade para estudantes de setores vulneráveis.

Palavras-chave: atividades experimentais simples, ensino médio orientado, tecnologias da informação e comunicação, inclusão educacional, extensão universitária.

Para citación de este artículo: Rudi, J. M.; Reyes, M. S; Larpin, D. y Gatti, P. I. (2024). Laboratorios híbridos en ciencias experimentales: una estrategia metodológica para la inclusión educativa en la escuela secundaria. +E: *Revista de Extensión Universitaria*, 14(20), e0010. doi: 10.14409/extension.2024.20.Ene-Jun.e0010

Introducción

El presente artículo comenta las principales características y los resultados más relevantes del trabajo de Acción de Extensión al Territorio (AET) “Los laboratorios híbridos como mediadores de la inclusión educativa”, realizado durante 2022 y 2023 en el marco de una convocatoria impulsada y financiada por la Secretaría de Extensión y Cultura de la Universidad Nacional del Litoral (SEyC–UNL).

El proyecto intenta contribuir a una mayor inclusión educativa en sectores vulnerables de la ciudad de Santa Fe, mediante la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como herramientas útiles para el aprendizaje significativo de contenidos estructurantes de ciencias naturales para el nivel secundario y que se encuentran establecidos en el diseño curricular provincial. Para ello, como objetivo principal se pretende trabajar en conjunto con profesores y profesoras de nivel medio de dos instituciones educativas de la ciudad de Santa Fe, Argentina, para el desarrollo de actividades experimentales simples mediadas por tecnologías digitales y que aborden contenidos de Química que no pueden ser dictados en dichos establecimientos ante la falta de los recursos de laboratorio necesarios o de la infraestructura edilicia que se requiere para el desarrollo de este tipo de prácticas.

Quienes llevamos adelante esta propuesta somos docentes universitarios del área de la Química Orgánica en diferentes unidades académicas de la UNL. Además, conformamos el Grupo de Investigación de Diseño de Materiales para la Enseñanza de las Ciencias Experimentales (GrIDiMECE), de reciente formación y que cuenta con los avales institucionales de las Unidades Académicas a las que pertenecemos.

A continuación, relataremos brevemente el trabajo que realizamos en nuestro grupo de investigación. Luego, desarrollaremos algunas definiciones y características más importantes de la inclusión educativa, que es la problemática sobre la cual deseamos hacer una contribución con nuestro trabajo. En tercer lugar, contextualizaremos nuestra propuesta y explicaremos las actividades realizadas describiendo la metodología de trabajo aplicada para la realización de las actividades y los resultados alcanzados. Como reflexión final, evaluaremos las fortalezas y las debilidades de la propuesta mediante un análisis el impacto social de la misma en las instituciones educativas con las que se trabajó en conjunto.

El GrIDiMECE: apostando al conocimiento de las ciencias experimentales mediante propuestas didácticas innovadoras

Desde hace varios años, nuestro grupo de investigación se dedica a la divulgación científica a través el desarrollo de diferentes dispositivos y materiales que han sido validados por personas expertas en la materia y utilizados con éxito en grupos de estudiantes de educación inicial, primaria, media y superior. Entre los recursos diseñados se encuentran fichas didácticas y manuales con actividades experimentales enfocadas en la educación alimentaria y en el abordaje interdisciplinario de contenidos incluidos en los Núcleos de Aprendizaje Prioritarios (NAP) propuestos por el Ministerio de Educación de la Nación Argentina. También hemos creado dispositivos analógicos desde una perspectiva STEAM (acrónimo en inglés de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Artes y Matemática) para la enseñanza de diferentes temas, como, por ejemplo, los taxismos en animales, los tropismos en vegetales, las propiedades

de la luz, la transformación de la energía, los cambios químicos y físicos y la educación ambiental. Algunos de nuestros contenidos requieren de la utilización de dispositivos electrónicos, como computadoras portátiles o teléfonos celulares, dado que se encuentran disponibles en páginas web o forman parte de aplicaciones informáticas, como es el caso de aquellas desarrolladas para el abordaje de la nomenclatura de los compuestos orgánicos o el análisis sensorial de alimentos.

Conformamos el GrDiMECE profesionales de diversas áreas del conocimiento, con amplia trayectoria docente en diferentes unidades académicas de la UNL, que trabajamos en equipo para promover el enfoque interdisciplinario en la enseñanza de las ciencias experimentales. Nuestro propósito es difundir contenidos disciplinares y contribuir a la apropiación social del conocimiento científico utilizando metodologías innovadoras para la transmisión de los contenidos y analizando su impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Los materiales diseñados se encuentran sometidos de manera permanente a procesos de evaluación con la intención de detectar cuestiones a mejorar y que serán tenidas en cuenta en versiones futuras de los dispositivos, respondiendo así a los principios de la Investigación Basada en el Diseño (IBD), que es el tipo de metodología seleccionada en muchos de nuestros trabajos de investigación que han sido publicados en revistas y congresos de alcance nacional e internacional.

Si bien el grupo de trabajo se ha constituido recientemente, algunos de sus integrantes cuentan con una amplia trayectoria en diferentes programas y proyectos de extensión de la UNL y de la Agencia Santafesina de Ciencia, Tecnología e Innovación (ASaCTel). En el año 2021, y en el marco de la convocatoria Comunicación de la Ciencia 2019, este equipo ha sido beneficiario de un subsidio otorgado por la ASaCTel en el marco del proyecto “El laboratorio de Química en realidad aumentada”, que se ha constituido como disparador de la propuesta de AET que aquí comentamos.

La inclusión educativa como motor impulsor de nuestro trabajo

La dificultad observada en materia de inclusión educativa es una situación que los países de Latinoamérica vienen experimentando desde hace muchos años y, lamentablemente, nuestro país no está exento de ella. Su forma más explícita es la falta de escolarización de los y las infantes y adolescentes que, por diversos motivos o realidades personales, no acceden o no pueden terminar la escuela secundaria obligatoria. Pero también existen otras maneras de excluir educativamente a un estudiante. Terigi (2009) distingue cinco formas bien diferenciadas entre sí, pero que muchas veces pueden actuar en forma combinada: la primera de ellas es no haber asistido en ninguna oportunidad a la escuela; la segunda es el abandono de la escolaridad transcurrido un cierto período de tiempo; la tercera es la escolaridad de baja intensidad, que ocurre cuando los estudiantes no se involucran con sus actividades educativas; la cuarta forma deriva de los aprendizajes elitistas o sectarios, en marcos curriculares que no contemplan los intereses, las perspectivas y las necesidades de todos los sectores; y finalmente, la última modalidad de exclusión se da cuando los aprendizajes son de baja relevancia y suelen estar asociados al hecho de no poder abordar ciertos contenidos educativos significativos y de interés para una determinada orientación por el simple hecho de no contar con el material necesario o la infraestructura para poder desarrollarlos.

La UNESCO (2007) ha colocado a la inclusión educativa como uno de sus lineamientos más relevantes, y la ha definido como:

“el proceso de responder a la diversidad de necesidades de los educandos a través de la participación creciente en el aprendizaje, las culturas y las comunidades (...). Implica cambios y modificaciones en los contenidos, los enfoques, las estructuras y las estrategias, con una visión común que abarca a todos los niños según su rango de edad y una convicción según la cual es responsabilidad del sistema regular educar a todos los niños”. (p. 6)

El concepto de inclusión educativa puede presentar diferentes acepciones. Mientras en Europa alude fundamentalmente a la educación dirigida a los inmigrantes, adultos y discapacitados, en América Latina se asocia a la educación en contextos de vulnerabilidad social. Aun cuando este término tenga un carácter polisémico, su uso recurrente en la actualidad puede ser interpretado como una resignificación del concepto de equidad educativa, que hace referencia a que todo el estudiantado, independientemente de sus orígenes sociales y económicos, debe poder alcanzar resultados semejantes, completar el ciclo educativo, adquirir destrezas y competencias y tener acceso a las mismas oportunidades económicas y sociales a futuro. Es decir, la inclusión educativa no acaba en la ampliación del acceso, sino que implica también la garantía de posibilitar aprendizajes significativos (Aguerrondo, 2008).

A partir de la Declaración Universal de los Derechos Humanos del año 1948, que establece que la educación es un derecho de cada ciudadano, se han llevado adelante procesos que permitieron una progresiva ampliación del acceso educativo, en especial en los sectores más pobres. Sin embargo, estos avances muchas veces fueron realizados en un contexto de déficit de las condiciones necesarias para asegurar la calidad educativa, con la consiguiente distribución desigual de las oportunidades (Mancebo y Goyeneche, 2010). En nuestro país, la escasa participación del Estado durante el proceso de reforma estructural impidió que se garantizaran estándares satisfactorios de calidad en toda la extensión del sistema educativo, que se apoyara a los sectores más vulnerables en sus procesos de aprendizaje y que se ampliara el acceso irrestricto de los ciudadanos a un conocimiento de calidad (Puiggrós, 2001). Y esto es un grave problema, porque los jóvenes que presentan un bajo nivel educativo suelen estar más propensos a caer en la precariedad laboral y en la pobreza, impedidos del acceso a los bienes materiales y simbólicos elementales para participar plenamente en la vida social, política y cultural (Aparicio, 2008).

La obligatoriedad de la escuela secundaria es un gran desafío para el sistema educativo argentino y se necesita disponer de recursos materiales para ampliar la oferta de infraestructura y garantizar el derecho a la educación de los y las adolescentes del país, sea cual fuera su lugar de procedencia y las características de su entorno. Lamentablemente, el contexto heterogéneo de la Argentina ocasiona que no todas las escuelas tengan la misma capacidad y recursos para lograr que sus alumnos y alumnas permanezcan y logren completar el ciclo escolar. Los desafíos que enfrenta el país en materia de inclusión educativa en el nivel medio requieren avanzar en el desarrollo de políticas que atiendan esta diversidad y que permitan hacer efectivo el derecho a una educación de calidad obligatoria. Para ello, es importante ampliar y mejorar las herramientas e insumos utilizados para el planeamiento de las políticas educativas a nivel territorial (Steinberg, 2014).

La alfabetización científica y tecnológica y su relación con las políticas educativas

El impacto que muchos contenidos vinculados con la ciencia y la tecnología tienen en la sociedad es cada vez mayor, y es por esto que la totalidad de la ciudadanía debe contar con el derecho de acceder al conocimiento científico para poder explicar y comprender el mundo de una manera adecuada.

Es fundamental contribuir a la estimulación del pensamiento crítico en el alumnado, conociendo la importancia que tiene el mismo para el desarrollo de competencias básicas en ciencia y tecnología, además de ser considerado como una de las grandes finalidades de la *alfabetización científica y tecnológica* (Blanco López *et al.*, 2017), entendiendo a la misma como una cualidad que pretende promover la formación de una ciudadanía crítica y responsable, capaz de tomar decisiones apropiadas respecto de numerosas cuestiones que inciden en nuestra sociedad actual, cada vez más impregnada en esas disciplinas (Acevedo Díaz, 2004; Porro y Roncaglia, 2016). Es por esto que la misma se ha convertido en un factor esencial para el desarrollo de una comunidad, y debe exigirse a las políticas educativas la implementación urgente de acciones que estimulen el desarrollo de este tipo de conocimiento (Maiztegui *et al.*, 2002).

La política educativa de la provincia de Santa Fe tiene entre sus pilares la inclusión socioeducativa, la escuela como institución social y la calidad educativa (Ministerio de Educación, 2014), por lo que debe garantizar la formación en conocimientos y valores de los actores en el sistema educativo obligatorio, para asegurar una mejor comprensión, evaluación y supervisión de las implicancias sociales de los factores científico–tecnológicos.

Considerando las características y demandas actuales de los y las estudiantes de la escuela media, y las competencias exigidas a egresados y egresadas por el Ministerio de Educación de la provincia de Santa Fe en su Diseño Curricular de Educación Secundaria Orientada, debemos ser creativos a la hora de pensar estrategias que posibiliten la apropiación de los conocimientos científicos, articulando la forma en que se producen y los procesos que permiten su aprendizaje. En concordancia con el pensamiento de Ramos Mejía (2020), si como docentes no logramos que nuestros estudiantes conecten con un determinado conocimiento, probablemente este sea olvidado fácilmente al no poder encontrar una sintonía con la realidad o con algún tema que sea de su interés. Y es allí donde las TIC pueden jugar un papel preponderante, puesto que ya que hemos sido testigos en los últimos años de su impacto favorable en el ámbito educativo al facilitar los procesos de enseñanza y de aprendizaje.

El creciente uso de las TIC en educación se fundamenta en que pueden ser utilizadas para la elaboración de una amplia gama de materiales didácticos, estimulando el desarrollo de habilidades al favorecer el pensamiento crítico y reflexivo a medida que el alumnado interactúa con ellas (Hernández *et al.*, 2014). Conforman un conjunto de recursos didácticos que pueden presentarse de diferentes maneras y con diversos enfoques, pero que en absoluto constituyen un modelo educativo (Valverde Crespo *et al.*, 2017). Esto es importante aclararlo porque existe la creencia de que las TIC por sí solas son capaces de mejorar la calidad educativa, cuando en realidad, para poder alcanzar su verdadera utilidad, deben estar enmarcadas en una planificación adecuada de los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Concari, 2014).

Los fundamentos de nuestra propuesta

La ciudad de Santa Fe cuenta con establecimientos educativos de nivel medio que ofrecen una orientación en ciencias naturales, pero que no disponen de laboratorios adecuados y correctamente equipados para el desarrollo de actividades experimentales relacionadas con la Química, la Física y la Biología. Esta realidad implica que muchos contenidos establecidos en el diseño curricular provincial no puedan ser desarrollados de manera adecuada y completa o que directamente no sean abordados, lo cual afecta la calidad educativa de los y las estudiantes. Esta situación se observa frecuentemente en escuelas ubicadas en las zonas periféricas de la ciudad, donde se evidencia una carencia de recursos para el desarrollo de las actividades y ello refleja la exclusión educativa antes mencionada. Sumado a esto, algunos autores afirman que existe cierto desinterés en el estudiantado por los contenidos vinculados con las ciencias experimentales y atribuyen esta situación a currículos no suficientemente relevantes y al profesorado poco innovador al momento de aplicar metodologías de enseñanza para este tipo de disciplinas (Galagovsky, 2005).

Los *laboratorios híbridos*, que han adquirido importancia en el transcurso de la enseñanza remota de emergencia establecida como consecuencia de la pandemia de COVID-19, constituyen un conjunto de recursos y estrategias que favorece una mejor comprensión de conceptos, procedimientos y actitudes respecto del trabajo de laboratorio (Idoyaga *et al.*, 2020) y que actúan de manera sinérgica en la realización de actividades experimentales, definidas por Reverdito y Lorenzo (2007) como aquellas acciones que son planificadas didácticamente y que permiten, mediante la obtención de un resultado desconocido pero respaldado por una teoría científica, que el estudiantado aprenda un contenido seleccionado de modo intencional. Debido a esto, creemos en la idea de desarrollar laboratorios híbridos de enseñanza y de trabajar de forma conjunta y colaborativa con el profesorado del nivel secundario para potenciar y despertar el interés por la ciencia en los y las adolescentes de las escuelas secundarias de Santa Fe.

Teniendo en cuenta lo expresado en el párrafo anterior, este trabajo plantea la utilización de las TIC como herramientas para el aprendizaje significativo de técnicas de uso común en un laboratorio de Química para la modalidad de ciencias naturales en el nivel secundario, muchas de ellas mencionadas en el diseño curricular jurisdiccional. Las técnicas a abordar son útiles para aislar, caracterizar, separar, cuantificar e identificar muestras sencillas formadas por sustancias orgánicas presentes en el medio ambiente en el que los y las estudiantes se desenvuelven y que resulten motivadoras para el aprendizaje de las disciplinas experimentales.

El trabajo consiste en diseñar un *dossier* integrado por diferentes folletos que, individualmente, abordan el estudio de diferentes técnicas de laboratorio necesarias para el desarrollo de un trabajo experimental. Cada técnica se encuentra descripta en los folletos a través de un dibujo ilustrativo, de un texto breve que resume sus principales fundamentos y de un código QR, gracias al cual se puede acceder a información ampliada de la técnica en cuestión y procedimientos experimentales que posibiliten su realización. Esta información adicional se encuentra depositada en un blog de contenidos educativos de acceso libre y permanente, diseñado específicamente para este proyecto.

Los establecimientos educativos participantes adquieren de manera gratuita los folletos diseñados y el material de laboratorio y cuentan con personal docente capacitado para efectuar

las actividades a futuro, ya que se tienen previstas jornadas de capacitación para la demostración práctica de las experiencias y para el manejo de las herramientas tecnológicas diseñadas.

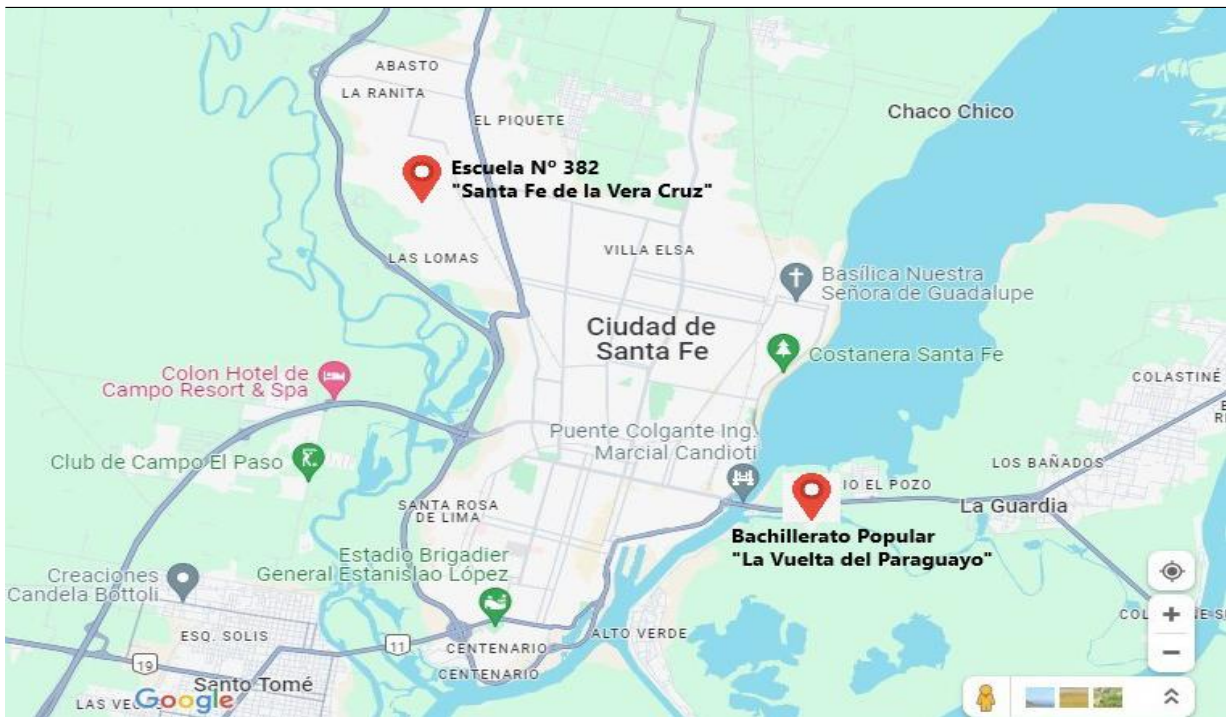
Los destinatarios directos de esta propuesta son profesores y profesoras de escuelas de nivel medio de la ciudad de Santa Fe que dicten asignaturas relacionadas con las ciencias naturales y que estén interesados en sumar una herramienta tecnológica muy actual para aprender ciencia y, a la vez, para facilitar el acceso a la información a su grupo de estudiantes. El trabajo conjunto con los y las docentes participantes es una de las actividades primordiales de este trabajo, ya que es nuestra intención promover una sólida formación en quienes van a ser los principales responsables de la implementación de las actividades en las aulas, potenciando su labor docente mediante la utilización de metodologías innovadoras de enseñanza, que también son sugeridas en el diseño curricular provincial.

Por otra parte, el alumnado es el destinatario final de la propuesta, el cual de otro modo no podría realizar las actividades experimentales simples planteadas, dado que las instituciones educativas no cuentan con los recursos ni con la infraestructura necesaria para la ejecución de las tareas.

Nuestra primera experiencia con instituciones educativas

Las primeras instituciones socias que han participado de este proyecto son la Escuela N° 382 Santa Fe de la Vera Cruz, ubicada en el barrio Acería, del noroeste de la ciudad de Santa Fe, y la Escuela N° 3190 Bachillerato Popular La Vuelta del Paraguayo, cercana a Alto Verde, otra de las zonas periféricas de la ciudad.

Figura 1. Geolocalización de las instituciones socias



Fuente: elaboración del GrDiMECE sobre la base de Google Maps, 2024.

La Escuela N° 382 comenzó a funcionar en el año 1990 debido al exponencial crecimiento del barrio Acería y sus alrededores, donde no existía oferta educativa de nivel medio y los y las jóvenes que terminaban la educación primaria no concurrían, por diversos motivos, a las escuelas céntricas de la ciudad.

En sus comienzos contaba con dos aulas alquiladas a un templo evangélico localizado frente al actual edificio mediante un contrato que no fue renovado al final de ese año y la escuela quedó sin lugar para funcionar. Al año siguiente, y debido a gestiones del Ministerio de Educación, se consiguieron aulas en el edificio del Hospital Sayago de la ciudad, donde funcionarían durante un año cuatro cursos de la escuela, debiendo los estudiantes caminar más de diez cuadras para llegar al lugar y convivir de manera directa con los pacientes del hospital. En 1992 se consiguió la donación del actual terreno y la construcción de la primera aula, lo cual dio inicio al edificio que continuó creciendo de manera continua hasta contar en este momento con doble turno y tres terminalidades diferentes (Humanidades, Economía y Ciencias Naturales). Abastece a una amplia población de la zona noroeste de nuestra ciudad y cuenta actualmente con comedor estudiantil y campo de deportes para complementar de forma parcial con las necesidades de una población que solo tiene como bien propio abundantes carencias materiales.

En tanto, los bachilleratos populares surgieron como respuesta a la intensa crisis del año 2001 y bajo la premisa de que el acceso a la educación es un derecho para todas las personas. Frente a esta situación, se planteó la necesidad de un espacio que respondiera a los intereses de los barrios, de sus coyunturas, de sus fuentes de trabajo y de su recreación colectiva. Las demandas por el derecho a la educación fueron tomadas por organizaciones sociales, como, por ejemplo, el Movimiento Popular La Dignidad (MPLD), que creó los primeros bachilleratos en los barrios de Villa Soldati, Villa Crespo y Barracas, al sur de la ciudad autónoma de Buenos Aires. Este tipo de instituciones cuenta con habilitaciones gubernamentales, otorga títulos oficiales y permite el acceso de jóvenes, adultos y adultas a la continuación de sus estudios, junto a mejores y mayores oportunidades laborales.

El Bachillerato Popular La Vuelta del Paraguay es la primera escuela de gestión social de la ciudad de Santa Fe. Ya son más de cien estudiantes los que se han sumado a esta propuesta educativa que apuesta a construir conocimiento desde y para la comunidad. La escuela no cobra cuota ni matrícula de ningún tipo, sino que se sustenta únicamente con recursos genuinos, es decir, desde la tiza hasta los muebles, e incluso el edificio, se sostienen con las actividades que se realizan entre estudiantes, docentes y todo el vecindario de La Vuelta del Paraguay.

La Investigación Basada en el Diseño como estrategia metodológica aplicada a la extensión

La IBD es una estrategia metodológica que comenzó a difundirse durante la última década y contempla el diseño, la implementación y la evaluación de secuencias didácticas como investigaciones de carácter intervencionista (Romero Ariza, 2014). Permite identificar inconvenientes significativos observados en contextos reales para poder así generar un nuevo conocimiento didáctico y mejorar los procesos de enseñanza y de aprendizaje (Guisasola *et al.*, 2021; Valverde Berrocoso, 2016). Numerosas investigaciones dan cuenta

del uso de esta metodología en el área educativa (Guisasola *et al.*, 2019; Sáez López *et al.*, 2016; Verge y Mon, 2019).

En una IBD se realiza un estudio de campo en el que un equipo de investigadores, trabajando en forma conjunta con el equipo docente, interviene en un escenario educativo y promueve, mediante el diseño de dispositivos didácticos, el logro de una determinada meta con la intención de dar respuesta a una situación observada (De Benito Crosetti y Salinas Ibáñez, 2016). El diseño comienza con una primera etapa, de investigación preliminar, en donde se relevan, junto a personas expertas y posibles destinatarios, los problemas y las necesidades con relación a una determinada temática, como también pueden ejecutarse trabajos previos con propósitos similares. Posteriormente, una vez que se ha delineado el recurso o la estrategia educativa a implementar, es necesaria una etapa de desarrollo y realización de pruebas piloto, que luego permitirá la revisión y mejora de los elementos investigados sobre la base de la evaluación de los resultados obtenidos en sucesivos ciclos de prueba. Como último paso, se requiere implementar una etapa de evaluación final, en donde se valore si la intervención o el producto diseñado pudo cumplir con los objetivos propuestos inicialmente en la investigación (Guisasola *et al.*, 2021; Romero Ariza, 2014).

La metodología aplicada para el diseño de las actividades de nuestro proyecto incorporó los principios de la IBD. Habiendo establecido contactos previos con las autoridades de las instituciones educativas socias del proyecto, se propuso como primera actividad la realización de reuniones con los y las agentes multiplicadores, teniendo en cuenta la multiplicidad de voces que caracteriza al trabajo extensionista (Arnau Short *et al.*, 2021). La intención de estos encuentros fue definir y coordinar las actividades experimentales simples a implementar en las aulas, considerando los diseños curriculares vigentes para la escuela secundaria en la provincia de Santa Fe y el contexto de las instituciones en donde se desarrollarían a futuro dichas actividades.

Para corroborar la factibilidad de realización y ajustar detalles operativos, las diferentes técnicas fueron puestas a punto en el laboratorio, aunque en una escala que dista mucho de las condiciones de un laboratorio de mediana complejidad, por cuanto deberían adaptarse a una infraestructura elemental (a veces inexistente), como la de algunas de las instituciones educativas participantes del proyecto.

Con base en las definiciones anteriores, se diseñaron folletos con las características ya mencionadas y se redactaron los contenidos del blog educativo que forma parte de esta propuesta. Se tuvo en cuenta bibliografía de referencia o especializada en las áreas específicas, y esto permitió construir un breve marco teórico-experimental al que acceden las personas usuarias del blog para interiorizarse de los fundamentos, sus aplicaciones y los alcances de las actividades.

En instancias posteriores, se trabajó en conjunto con un diseñador gráfico y desarrollador web para acordar las características generales de la página web, en especial en lo que se refiere a las secciones y a los modos de presentar la información.

Finalizada la etapa de diseño, se adquirieron los materiales necesarios y se coordinó con los agentes multiplicadores la realización de sucesivos talleres. Esta actividad permitió capacitar a los y las agentes en la práctica de las actividades de laboratorio seleccionadas y en el manejo seguro del material. Además, esto permitió que se interiorizaran sobre los contenidos del blog educativo para que puedan replicar a futuro el trabajo con sus respectivos

alumnos y alumnas, quienes tendrán acceso a los contenidos propuestos, en sus versiones extendidas, solo con utilizar el lector de código QR de sus teléfonos celulares propios o de aquellos pertenecientes al profesorado.

Resultados alcanzados

Las técnicas de laboratorio seleccionadas usualmente aparecen entre las actividades que se proponen en un curso básico de Química, pero en esta oportunidad se plantearon desde una mirada más próxima a las ciencias biológicas, por cuanto el punto de partida lo constituyen muestras materiales provenientes de ese campo. Las actividades experimentales propuestas fueron: hidrodestilación de especies aromáticas, recristalización de la aspirina presente en comprimidos, sublimación de cafeína a partir de té, extracción de pigmentos de fuentes vegetales y cromatografía en papel de pigmentos vegetales. Si bien junto a los y las docentes se consideraron algunas otras alternativas igualmente interesantes, se optó por avanzar con las listadas antes debido a que se manipulan materiales y reactivos de escasa peligrosidad, tanto para el profesorado como para el alumnado involucrados en la práctica.

Como respuesta a un pedido del profesorado participante, y producto de los intercambios de ideas acontecidos en los encuentros iniciales, se diseñaron folletos informativos alternativos sobre diferentes elementos de laboratorio utilizados en las actividades propuestas. Esto es porque, según los propios comentarios del personal docente, el estudiantado no tiene conocimiento sobre los elementos básicos utilizados para el trabajo de laboratorio dado que, en la mayoría de los casos, nunca ha tenido contacto con los mismos. También se elaboró material en donde se comentaron contenidos fundamentales relacionados con la microscopía, y esto es porque una de las instituciones socias había recibido este instrumental como donación.

La página web diseñada explica brevemente la finalidad del proyecto y presenta diferentes secciones que describen las técnicas experimentales abordadas. Sumado a esto, es posible encontrar otros apartados: preguntas frecuentes y sus respectivas respuestas, que intentan responder posibles inquietudes de las personas usuarias, información de los integrantes del equipo de trabajo, y un formulario de contacto para responder consultas.

El formato de diseño del blog educativo y de los folletos respetó los lineamientos establecidos desde la SEyC de la UNL y se puede acceder al mismo a través del siguiente link: <https://www.lqra.ar/>.

Una actividad que no había sido programada en los inicios del proyecto fue la visita de la comunidad educativa del Bachillerato Popular La Vuelta del Paraguay a las instalaciones de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB) de la UNL, que se realizó en respuesta a un pedido del profesorado de Ciencias Naturales de la institución, que nos manifestó la intención de visitar por primera vez con sus estudiantes un laboratorio real localizado en una institución universitaria. Por este motivo, y en el marco de la agenda unificada por el Mes de la Alimentación organizada por la UNL durante octubre de 2023, nos pareció interesante invitar a la comunidad educativa para llevar a cabo actividades experimentales simples vinculadas a muestras alimentarias para que pudieran hacer uso de las técnicas de laboratorio abordadas en este proyecto.

En cuanto a la valoración de los resultados, ambas instituciones educativas se mostraron entusiasmadas por su inclusión como socias del proyecto. Las devoluciones positivas recibidas tras este primer trabajo colaborativo, en un marco de respeto mutuo y compromiso con la educación en ciencias, generó un sentimiento de satisfacción movilizador de futuros proyectos.

Con la intención de registrar las valoraciones del trabajo realizado, se solicitó al profesorado participante una devolución por escrito sobre sus percepciones respecto del proyecto. Una profesora de la escuela ubicada en el barrio Acería nos comentó en un correo electrónico lo siguiente:

“Con respecto al origen del problema planteado, que fue la falta de laboratorio químico-biológico en la Institución participante, razón por la cual los alumnos no habían tenido contacto con material de laboratorio, ni llevado a cabo experiencias que relacionen la Biología/Química con los contenidos teóricos desarrollados, los mismos mostraron un alto interés y participación cuando realizamos las experiencias con ellos, tanto en el conocimiento, cuidado, uso y mantenimiento del material de laboratorio brindado a la escuela a partir del proyecto.

Se realizaron en los distintos ciclos experiencias relacionadas a la temática de la currícula que se iba desarrollando en ese momento, pudiendo de esta manera darle un valor en tiempo real a los conceptos brindados de forma teórica.

El trabajo con el material mostró una alta receptibilidad desde el alumnado, observado desde la utilización de los códigos QR, estudio detallado de las distintas técnicas de laboratorio, selección del material según el práctico a ejecutar, generación dentro del aula de un espacio adecuado para el desarrollo del trabajo práctico, ejecución del mismo, obtención y evaluación de resultados, lavado, acondicionamiento y guarda del material, hasta la generación de un informe que dejase plasmado todo lo llevado a cabo.

El entusiasmo por la realización de sucesivos trabajos prácticos fue permanente, lo que demostró una alta receptibilidad por parte del grupo participante”. (A. Galli, correo electrónico, 12 de diciembre de 2023)

Por otra parte, la valoración realizada, de manera similar a la anterior, por una agente multiplicadora del Bachillerato Popular La Vuelta del Paraguayo señaló:

“Creemos que el proyecto de extensión logró acercar el laboratorio a la Escuela. La instancia de visita a la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas aproxima la Universidad a los estudiantes; además favoreció la participación de los estudiantes en laboratorios reales, observando, explorando y reconociendo elementos y técnicas utilizadas en la escuela. Como se mencionó anteriormente, la visita a la Facultad recorta, en parte, algunas distancias establecidas entre barrios periféricos y la Universidad. Sin dudas, la participación en la Facultad generó interés en la mayoría de los estudiantes, proponiendo instancias de laboratorios y experimentos en la Escuela. Contar con este material, nos permitió reproducir experimentos y planificar y elaborar nuevos.

En instancias anteriores, nos encontramos con los participantes y director del proyecto, y tuvieron en cuenta sugerencias como la digitalización e impresión de los experimentos (no solo a través de QR) y posibles encuentros e intercambios con estudiantes.

Para próximas propuestas, se podrían implementar en las cajas dibujos o referencias para que les estudiantes de la Escuela puedan identificar los elementos que contienen las cajas. También se puede pensar en instancias de visita a la Escuela para realizar el intercambio y realización de experimentos en este espacio". (M. Dordain, correo electrónico, 13 de diciembre de 2023)

Hasta el momento, no se recibieron propuestas de mejora por parte del plantel docente convocado, por lo que se infiere que las actividades presentadas satisfacen las expectativas de las comunidades educativas, cumplimentando así con la etapa de evaluación requerida en una IBD.

La entrega gratuita del material de laboratorio, que quedará disponible en las instituciones académicas, conjuntamente con el desarrollo del blog educativo multimedia de libre acceso, permitirá replicar las actividades diseñadas, así como la realización de actividades nuevas que los y las docentes podrán programar sobre la base de la experiencia adquirida en este proyecto extensionista.

Por último, es deseable mencionar que los resultados más significativos de este proyecto de extensión fueron socializados en el marco del VI Congreso Nacional de Problemáticas Sociales Contemporáneas, realizado en las instalaciones de la Facultad de Humanidades y Ciencias (FHUC) de la UNL durante septiembre de 2023, sobre lo cual se han recibido críticas favorables por parte del jurado evaluador.

Reflexiones finales

El trabajo aquí narrado se constituyó como un recurso tendiente a favorecer la inclusión educativa en sectores vulnerables mediante la utilización de TIC como herramientas útiles para el aprendizaje significativo de contenidos estructurantes de ciencias naturales en el nivel secundario. Las instituciones educativas socias del proyecto, ubicadas en el barrio Acería y en la Vuelta del Paraguayo de la ciudad de Santa Fe, no disponen de materiales ni de la infraestructura adecuada para la enseñanza de contenidos relacionados con la Química propuestos en el diseño curricular provincial.

Si bien los miembros del equipo extensionista comparten una formación de grado ligada a las ciencias experimentales, la confluencia de conocimientos en cuanto a Bioquímica, Ingeniería, Biotecnología y Biología permitió el abordaje de las actividades experimentales simples propuestas desde varias perspectivas, contribuyendo a la interdisciplinariedad del trabajo. Por otra parte, algunos de los miembros cuentan con posgrados en el área de Educación en Ciencias Experimentales, lo que aporta una mirada diferente en relación con los procesos de enseñanza de ciertos contenidos disciplinares y con las metodologías utilizadas. La incorporación de un profesional vinculado al desarrollo de contenidos digitales permitió la optimización del diseño del blog educativo y de los folletos que conformaron una fuente de información relevante de los contenidos abordados en el proyecto. El libre acceso a la información a través de materiales digitales reduce notablemente gastos en materiales impresos, algo muy importante, y se encuentran siempre disponibles en cualquier tiempo y espacio, puesto que solo se requiere disponer de un teléfono celular, algo ampliamente utilizado en los diferentes estratos sociales.

Asimismo, cabe mencionar que en el proyecto también participó una decena de voluntarias y voluntarios, quienes, en respuesta a una convocatoria institucional, optaron por colaborar en todas las actividades realizadas y adquirieron experiencia en la práctica extensionista.

La interdisciplinariedad comentada en el párrafo anterior permitió lograr de manera adecuada una sinergia entre las tres actividades sustantivas de la universidad reformista: docencia, extensión e investigación. Desde esa mirada, y en sintonía con el pensamiento de Contino y Daneri (2016), los saberes aprendidos en el ámbito académico fueron puestos al servicio de la inclusión social para construirse de forma conjunta, teniendo en cuenta los conocimientos y las problemáticas de diversos actores sociales.

Sin lugar a dudas, el trabajo con el profesorado participante fue la principal fortaleza de esta propuesta, ya que fue nuestra intención promover una sólida formación en quienes son los principales responsables de la implementación de las actividades en las aulas, potenciando su actividad docente mediante la utilización de metodologías innovadoras de enseñanza. El hecho de contar con personal docente capacitado para la realización de las prácticas propuestas y para el manejo de las herramientas tecnológicas diseñadas, permitirá cumplir ciertas solicitudes de los diseños curriculares provinciales y en contextos en donde es dificultoso la implementación de actividades de laboratorio. Y lo más importante es que posibilitará que el estudiantado tenga un primer acercamiento con el trabajo experimental.

Si bien la obligatoriedad de disponer de un teléfono celular o de una computadora portátil para acceder a los contenidos puede ser vista como una debilidad de la propuesta, está demostrado que la mayor parte de la población escolar cuenta con un dispositivo telefónico propio que puede ser utilizado para la consulta del blog en cualquier tiempo y espacio. Y en aquellos casos en donde no se disponga de este tipo de tecnología, el profesorado puede actuar como puente para facilitar la información, o bien los propios estudiantes pueden interactuar en forma conjunta, favoreciendo así el trabajo colaborativo entre ellos.

Como corolario, es importante destacar una vez más el impacto social de este proyecto. La falta de recursos para el desarrollo de actividades experimentales es un síntoma de exclusión educativa, de manera que la presente propuesta contribuye a paliar esa deuda hasta tanto pueda ser saldada por las políticas educativas. Este proyecto busca aportar un soporte de pequeña escala, con el fin de acercar el conocimiento científico y tecnológico en pos de esa inclusión educativa tan necesaria, pilar fundamental de la política educativa de la provincia de Santa Fe.

Referencias

- Acevedo Díaz, J. A. (2004). Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 1(1), 3–16.
- Aguerrondo, I. (2008). Revisar el modelo: un desafío para lograr la inclusión. *Perspectivas, Revista trimestral de Educación Comparada*, 38(1), 61–80.
- Aparicio, P. C. (2008). Los jóvenes y los retos de la inclusión educativa y laboral en Argentina, a partir de las transformaciones de los años 90: causas, dinámicas y consecuencias. *Revista electrónica de investigación educativa*, 10(1), 1–22.
- Arnau Short, P. M., Espínola, S. S., Reyes, M. S. y Escobar, P. I. (2021). La multiplicidad de voces en la confor-

mación y consolidación de propuestas extensionistas ligadas a la inclusión educativa. *Cuadernos de Extensión Universitaria de la UNLPam*, 5(5), 95–114.

De Benito Crosetti, B. y Salinas Ibáñez, J. M. (2016). La investigación basada en diseño en tecnología educativa. *Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*, 0, 44–59. <https://doi.org/10.6018/riite/2016/260631>

Blanco López, A., España Ramos, E. y Franco–Mariscal, A. J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice, Revista de Educación Científica*, 1(1), 107–115. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2004>

Concari, S. B. (2014). Tecnologías emergentes ¿cuáles usamos? *Latin American journal of Physics education*, 8(3), 494–503.

Contino, P. y Daneri, M. (2016). *De la crónica extensionista a la reflexión integral de la universidad*. Universidad Nacional de Rosario.

Galagovsky, L. (2005). La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes? *Química Viva*, 4(1), 8–22.

Guisasola, J., Ametller, J. y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el diseño de secuencias de enseñanza-aprendizaje: una línea de investigación emergente en enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 18(1). https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1801

Guisasola, J., Zuza, K. y Sagastibeltza, M. (2019). Una propuesta de diseño y evaluación de secuencias de enseñanza-aprendizaje en Física: el caso de las leyes de Newton. *Revista de enseñanza de la Física*, 31(2), 57–69.

Hernández, M. R., Rodríguez, V. M., Parra, F. J. y Velázquez, P. (2014). Las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TICs) en la enseñanza–aprendizaje de la Química Orgánica a través de imágenes, juegos y videos. *Formación universitaria*, 7(1), 31–40. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062014000100005>

Idoyaga, I. J., Vargas Badilla, L., Moya, C. N., Montero Miranda, E. y Garro Mora, A. L. (2020). El Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental. *Campo universitario*, 1(2), 4–26.

Maiztegui, A., Acevedo Díaz, J. A., Caamaño, A., Cachapuz, A., Cañal, P., Carvalho, A. M. P., Del Carmen, L., Dumas Carré, A., Garriz, A., Gil, D., González, E., Gras-Martí, A., Guisasola, J., López–Cerezo, J. A., Macedo, B., Martínez–Torregrosa, J., Moreno, A., Praia, J., Rueda, C., Tricárico, H., Valdés, P. y Vilches, A. (2002). Papel de la tecnología en la educación científica: una dimensión olvidada. *Revista iberoamericana de Educación*, (28), 129–155. <https://doi.org/10.35362/rie280962>

Mancebo, M. E. y Goyeneche, G. (2010). Las políticas de inclusión educativa: entre la exclusión social y la innovación pedagógica. *VI Jornadas de Sociología de la UNLP*, 9 y 10 de diciembre de 2010. La Plata. http://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.5273/ev.5273.pdf

Ministerio de Educación de la Provincia de Santa Fe (2014). Diseño Curricular Educación Secundaria Orientada.

Porro, S. y Roncaglia, D. I. (2016). La educación CTS en la formación de docentes y otras profesiones. *Indagatio Didáctica*, 8(1), 61–73. <https://doi.org/10.34624/id.v8i1.3094>

Puiggrós, A. (2001). Educación y pobreza en América Latina. *Cuadernos de pedagogía*, 308, 98–101.

Ramos Mejía, A. (2020). ¿Cómo se puede usar el celular como pretexto para enseñar la tabla periódica? *Educación Química*, 31(1), 49–61. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2020.1.70399>

Reverdito, A. M. y Lorenzo, M. G. (2007). Actividades experimentales simples. Un punto de partida posible para la enseñanza de la Química. *Educación en la Química*, 13(2), 108–121.

Romero Ariza, M. (2014). Uniendo investigación, política y práctica educativas: DBR, desafíos y oportunidades. *Magis, Revista internacional de investigación en Educación*, 7(14), 159–176. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.M7-14.UIPP>

- Sáez López, J. M. y Rodríguez Torres, J. (2016). Reviews of educational policy regarding one laptop per child: Escuela 2.0 program in Castilla-La Mancha, Spain. *Digital Education Review*, 29, 86–109.
- Steinberg, C. (2014). Abandono escolar en las escuelas secundarias urbanas de Argentina: nuevos indicadores para el planeamiento de políticas de inclusión educativa. *Archivos analíticos de Políticas Educativas*, 22(109). <http://dx.doi.org/10.14507/epaa.v22.1885>
- Terigi, F. (2009). Segmentación urbana y educación en América Latina. Aportes de seis estudios sobre políticas de inclusión educativa en seis grandes ciudades de la región. *Revista Iberoamericana sobre calidad, eficacia y cambio en Educación*, 7(4), 28–47.
- UNESCO-BIE. (2007). *Issues and challenges on inclusive education from an interregional perspective*. Mimeo.
- Valverde Berrocoso, J. (2016). La investigación en Tecnología Educativa y las nuevas ecologías del aprendizaje: Design-Based Research (DBR) como enfoque metodológico. *Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*, (0), 60–73. <https://doi.org/10.6018/riite/2016/257931>
- Valverde Crespo, D., González Sánchez, J. y De Pro Bueno, A. (2017). ¿Qué sub-competencias digitales muestran unos alumnos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria ante una animación sobre una reacción química a nivel microscópico? *Ápice, Revista de Educación Científica*, 1(1), 40–57. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2009>
- Verge, M. B. y Mon, F. E. (2019). Robótica y pensamiento computacional en el aula de Infantil: diseño y desarrollo de una intervención educativa. *Quaderns digitals*, (88), 74–89.

Contribución del autor/a (CRediT)

Conceptualización: Rudi, J. M., Reyes, M. S., Larpin, D. y Gatti, P. I. Investigación: Rudi, J. M., Reyes, M. S., Larpin, D. y Gatti, P. I. Metodología: Rudi, J. M. y Reyes, M. S. Administración del proyecto: Rudi, J. M. Supervisión: Rudi, J. M. Recursos: Rudi, J. M., Reyes, M. S., Larpin, D. y Gatti, P. I. Visualización: Rudi, J. M., Reyes, M. S., Larpin, D. y Gatti, P. I. Redacción – borrador original: Rudi, J. M. Redacción – revisión y edición: Reyes, M. S., Larpin, D. y Gatti, P. I.

Biografía del autor/a

Juan Manuel Rudi: Doctor en Educación en Ciencias Experimentales. Profesor adjunto interino del área Química Orgánica de la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas (FBCB) y de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad Nacional del Litoral (FHUC–UNL). Codirector del Grupo de Investigación en Diseño de Materiales para la Enseñanza de las Ciencias Naturales (GrDiMECE). Director del Proyecto de Extensión “Los laboratorios híbridos como mediadores de la inclusión educativa” (Secretaría de Extensión y Cultura —SEyC—, UNL).

María Silvina Reyes: Doctora en Educación en Ciencias Experimentales. Magister en Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Magister en Política y Gestión de la Seguridad Alimentaria. Jefa de Trabajos Prácticos regular del área Química General e Inorgánica de la Facultad de Humanidades y Ciencias de la Universidad Nacional del Litoral (UNL). Directora del Grupo de Investigación en Diseño de Materiales para la Enseñanza de las Ciencias Naturales (GrDiMECE). Integrante del Programa de Extensión Educación y Sociedad de la UNL. Integrante del Proyecto de Extensión “Los laboratorios híbridos como mediadores de la inclusión educativa” (Secretaría de Extensión y Cultura, UNL).

Daniel Larpin: Profesor en Química y Licenciado en Biotecnología. Jefe de Trabajos Prácticos regular del área Química Orgánica de la Escuela Superior de Sanidad de la UNL. Integrante del Proyecto de Extensión “Los laboratorios híbridos como mediadores de la inclusión educativa” (SEyC–UNL).

Paula Inés Gatti: Bioquímica y especialista en Ingeniería en Calidad. Jefa de Trabajos Prácticos regular del área Química Orgánica de la FCBC–UNL. Codirectora del Proyecto de Extensión “Los laboratorios híbridos como mediadores de la inclusión educativa” (SEyC–UNL).