



## Las actividades experimentales en las nuevas modalidades educativas: reflexiones desde el marco del modelo del Laboratorio Extendido

*The experimental activities in the new educational modalities: reflections within the framework of the extended Laboratory Model*

### RESUMEN

Este trabajo presenta una revisión del Modelo del Laboratorio Extendido, el cual establece una serie de principios para el diseño de la enseñanza experimental en escenarios mediados por tecnologías. Se describen los distintos tipos de actividades experimentales que se pueden diseñar y la relación entre estas y las interfaces del modelo. Se postula el rol del profesor como autor-curador y del estudiante como tomador de decisiones. Se remarca la necesidad de construir una narrativa transmedia para integrar las diferentes interfaces del modelo. Se busca reflexionar acerca de la evaluación con actividades experimentales. Finalmente, se estimula la reflexión sobre las prácticas educativas en entornos donde las tecnologías son al mismo tiempo condicionantes, contenidos y contexto de la enseñanza y el aprendizaje.

**Palabra claves :** Educación científica, actividades experimentales, entornos digitales.

### ABSTRACT

This paper presents a review of the Extended Laboratory Model, which establishes a series of principles for the design of experimental teaching in technology-mediated scenarios. It describes the different types of experimental activities that can be designed and the relationship between these activities and the interfaces of the model. The role of the teacher as an author-curator and the student as a decision-maker is postulated. The need to construct a transmedia narrative to integrate the different interfaces of the model is emphasized. It aims to reflect on assessment with experimental activities. Finally, it encourages reflection on educational practices in environments where technologies are simultaneously constraints, content, and context for teaching and learning.

**Keywords:** Science education, Experimental activities, Digital environments.

Ignacio Julio **IDOYAGA**<sup>1</sup>

Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas.

Cesar Nahuel **MOYA**<sup>2</sup>

Centro de investigación y apoyo a la educación científica. facultad de farmacia y bioquímica. Universidad de Buenos Aires.

Gabriel Leonardo **MEDINA**<sup>3</sup>

Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.

Narciso **VERON-ROJAS**<sup>4</sup>

Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires.

#### Correspondência:

<sup>1</sup>idoyaga@ffyb.uba.ar

<sup>2</sup>nahue.moya@gmail.com

<sup>3</sup>gabriel.medina@uba.ar

<sup>4</sup>narciso.veron.n@gmail.com

Recebido em: 31/01/2024

Aprovado em: 08/05/2024



## INTRODUCCIÓN

La pandemia de COVID-19 produjo profundas modificaciones en los modos de relación entre las personas. En particular, la educación fue fuertemente interpelada durante las primeras etapas de la crisis que implicaron el aislamiento social. En consecuencia, las instituciones educativas se vieron en la necesidad de desplegar dispositivos de Enseñanza Remota de Emergencia destinados a garantizar la continuidad pedagógica (Hodges et al., 2020). Una vez superada la urgencia sanitaria, empezaron a establecerse, a raíz de la experiencia acumulada por el colectivo de profesores, estudiantes y gestores de la educación, nuevos escenarios educativos ricos en tecnología (Elisondo; Chesta, 2022). La conformación de estas nuevas modalidades es aún materia de discusión (Nosiglia, 2020). Algunos de los interrogantes que se presentan son: ¿Qué se entiende por hibridación? ¿Qué la diferencia de una propuesta de semi presencialidad? ¿Qué elementos del proceso educativo pueden hibridarse y cuáles son las ventajas de hacerlo? ¿Qué rol deben asumir estudiantes y profesores en estos nuevos escenarios? Sin demérito de lo anterior, existe un acuerdo generalizado en que las nuevas prácticas educativas seguirán incorporando, de modo significativo y creciente, mediaciones digitales y en que éstas serán fuertes condicionantes de la enseñanza y del aprendizaje (Area; Adell, 2021).

Más allá de esta rápida transformación que se evidencia en educación, especialmente después de la Enseñanza Remota de Emergencia, hay que

destacar que desde hace años se intentan delinear principios y acciones para favorecer en los estudiantes una ciudadanía digital, es decir, nuevos modos de participación ciudadana en los diferentes ámbitos formales de la sociedad en línea (Claro *et al.*, 2021). La alfabetización digital (Martín, 2008), necesaria para que esto ocurra, puede ser entendida como la conciencia, la actitud y la capacidad de las personas para utilizar adecuadamente las herramientas digitales que permiten identificar, acceder, administrar, integrar, evaluar, analizar y sintetizar los recursos digitales, construir nuevos conocimientos y comunicarse con los demás a través de las herramientas multimedia (Esteve, Adell y Gisbert, 2013). Se postulan cuatro dimensiones de la alfabetización digital: la dimensión operativa o instrumental, vinculada a la capacidad de resolver problemas técnicos relacionados con la tecnología; la dimensión informacional, que implica buscar, evaluar, intercambiar y comunicar información y desarrollar nuevas ideas o productos en un entorno digital; la dimensión social, que abarca la habilidad de utilizar los medios digitales para vincularse con otros usuarios, haciendo un uso responsable, seguro y ético de estos; y la dimensión creativa, relacionada al desarrollo de contenidos. Otro aspecto para destacar sobre la ciudadanía digital son los nuevos vínculos que se establecen a partir de la inclusión de las tecnologías digitales (Claro *et al.*, 2021). Entonces, la enseñanza no solo debe adaptarse a las nuevas mediaciones que presentan los entornos digitales, sino que, además, debe proporcionar las herramientas necesarias para formar ciudadanos



que puedan habitar y transformar el nuevo mundo que los rodea.

En el contexto descrito en el párrafo anterior, la educación en ciencias naturales se ve interpelada ante la necesidad de contribuir a la formación para un ejercicio pleno de la ciudadanía digital en los nuevos escenarios educativos, debido a los condicionantes que imponen los modos de conocer propios de estas disciplinas. Una de las estrategias más valoradas en la enseñanza de las ciencias son las actividades experimentales, que permiten a los estudiantes medir y manipular variables y que, generalmente, son sostenidas de manera presencial con prácticas fuertemente arraigadas en laboratorios escolares (Idoyaga; Maeyoshimoto, 2018). Por eso, el diseño de este tipo de actividades en entornos digitales puede entenderse como uno de los principales desafíos para el profesorado contemporáneo. Durante la pandemia, algunos intentos por sostener la actividad experimental de forma remota llevaron al desarrollo de propuestas de enseñanza que incluían el uso de diferentes recursos digitales, tales como simulaciones, laboratorios virtuales, laboratorios remotos y programas de análisis de vídeos, entre otros. Sin embargo, en la mayoría de los casos, las estrategias utilizadas por el profesorado seguían las lógicas tradicionales de las actividades realizadas en los laboratorios *hands-on* (Gamage *et al.*, 2020). Más aún, la valoración de recursos digitales para la realización de este tipo de actividades se limitaba a los contextos de emergencia, en donde no es posible realizar actividades experimentales presenciales (Idoyaga *et al.*, 2021). Así, podría pensarse que la extensión

del laboratorio, más allá de los lugares y tiempos escolares, es un desafío pendiente a la hora de postular una educación científica híbrida.

La necesidad de articular acciones tendientes a extender la actividad experimental llevó al desarrollo del Modelo del Laboratorio Extendido (Idoyaga, 2023) y a la inauguración de líneas de investigación en el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) de la Universidad de Buenos Aires en Argentina. Este modelo, recuperado por otros investigadores latinoamericanos (Chaverri-Hidalgo *et al.*, 2023), puede definirse como un conjunto de principios de diseño de la enseñanza tendientes a recuperar el carácter experimental en escenarios mediados por tecnologías. Este modelo didáctico postula la sinergia de diferentes recursos que permitan realizar actividades con el objetivo de aumentar la probabilidad de que se generen aprendizajes relacionados al quehacer experimental, propios de la educación científica. En este trabajo se discuten cuestiones generales de este modelo, haciendo foco en los aspectos vinculados al desarrollo de las actividades experimentales en la enseñanza y sus distintas interfaces, el aprendizaje de los procedimientos que éstas promueven, los niveles de representación involucrados, los roles de estudiantes y profesores y la evaluación de los aprendizajes. Se pretende presentar lineamientos teóricos para reflexionar sobre la enseñanza experimental en los nuevos escenarios de la postpandemia.

## LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES EN



## LA EDUCACIÓN CIENTÍFICA

Existen numerosas definiciones sobre las actividades experimentales. En el marco de este trabajo, son entendidas como acciones planificadas didácticamente por el profesorado en las que los estudiantes diseñan y/u operan dispositivos que les permiten observar, manipular y medir variables (Zorrilla *et al.*, 2019). A partir del análisis de los datos y la incertidumbre inherente, el estudiantado puede identificar resultados y relacionarlos con modelos disciplinares. La enseñanza de las ciencias naturales ha apelado, en gran medida, a las actividades experimentales como parte fundamental de su enfoque metodológico. Más aún, durante décadas se ha abogado por una educación científica en la que este tipo de actividades sea parte estructurante de las prácticas educativas (Carrascosa *et al.*, 2006). Sin demérito de lo anterior, en los últimos años se han identificado numerosos problemas en su diseño e implementación; por ejemplo: falta de claridad en los objetivos específicos, tendencia a centrarse en enfoques que limitan la autonomía de los estudiantes (“tipo receta”), subordinación a otras actividades educativas y promoción de visiones distorsionadas de la ciencia (Sanmartí, Marquéz y García, 2002).

Existen diversas aproximaciones teóricas que abordan la problemática descrita en el párrafo anterior con el propósito de superar las principales dificultades y recuperar la centralidad de las actividades experimentales como estrategia de elección para promover aprendizajes de procedimientos propios del quehacer

experimental. Una de estas intenta caracterizar los tipos de procedimientos involucrados en las actividades experimentales para poder propiciar sus aprendizajes. Así, pueden reconocerse procedimientos sensoriomotores e intelectuales (Lorenzo, 2020). Los primeros, a su vez, pueden clasificarse en Procedimientos Sensoriomotores de Acción (PSA), relacionados con la motricidad fina y la operación de instrumental; y Procedimientos Sensoriomotores de Observación (PSO), que implican la especialización de los sentidos para significar hechos como datos en el marco de un proceso experimental (por ejemplo: el reconocimiento del punto final de una titulación colorimétrica). Los segundos pueden clasificarse en Procedimientos Intelectuales de Reconocimiento (PIR), que permiten la identificación de distintos elementos dentro del diseño experimental (por ejemplo, las variables y la relación con modelos disciplinares); y Procedimientos Intelectuales de Control (PIC), que posibilitan la toma de decisión a partir de la definición de situaciones críticas.

Otro abordaje posible consiste en la clasificación de las actividades experimentales para atender distintos objetivos de aprendizaje (Idoyaga, 2023), pudiendo distinguir entre:

- Tipo Experiencia (TEa): centrado en el diseño de actividades tendientes a que los estudiantes tomen noción de la ocurrencia de un fenómeno natural a partir de la observación del mismo y de la identificación de las causas que lo producen. En este sentido permiten el desarrollo de PSO y PIR.



- Tipo Ejercicio (TEo): consisten en actividades que fomentan el manejo de instrumental y equipo de laboratorio con el propósito que los estudiantes se familiaricen con estos y aprendan su uso. Es decir, persiguen el desarrollo de PSA.
- Tipo Investigación (TI): son actividades diseñadas en torno a un problema que los estudiantes deben resolver a partir del estudio de variables y el análisis de datos provenientes de la práctica experimental. En cursos avanzados, puede incluir el diseño experimental por parte de los estudiantes. Así, este tipo particular de actividad experimental se enfoca en los PIC.

Los desafíos de mejora de las actividades experimentales mencionados, en conjunto con los cambios en la educación provocados por la pandemia, la necesidad de definir modalidades educativas híbridas y digitales y la importancia de la educación para una ciudadanía digital requieren el desarrollo de modelos que brinden lineamientos generales para guiar la enseñanza. En el próximo apartado se presenta y desarrolla el Modelo del Laboratorio Extendido como una aproximación teórica que busca abordar los desafíos existentes y permitir la realización de actividades experimentales con la ayuda de tecnologías digitales.

## EL MODELO DEL LABORATORIO EXTENDIDO PARA EL DISEÑO DE LA

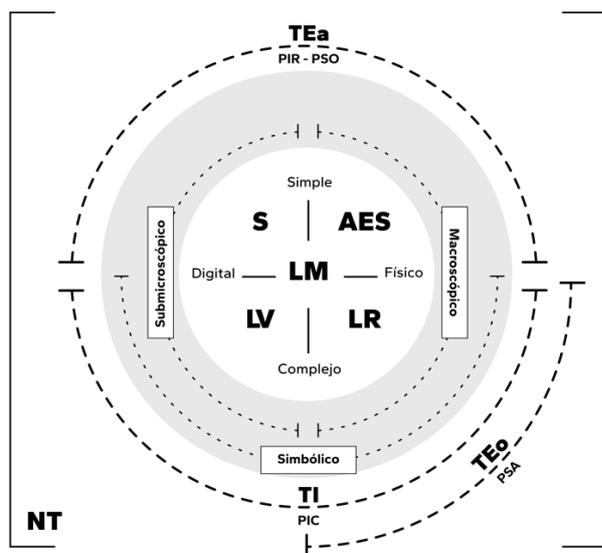
## ENSEÑANZA EN ENTORNOS MEDIADOS POR TECNOLOGÍAS DIGITALES

El Modelo del Laboratorio Extendido (Figura 1), puede ser entendido de manera pragmática como un conjunto de principios de diseño para la enseñanza de las ciencias con actividades experimentales en entornos enriquecidos con tecnologías (Idoyaga, 2023). En este sentido, se postula el establecimiento de un “laboratorio híbrido y/o extendido”, que puede ser entendido como una serie de interfaces (Scolari, 2018) que actúan sinérgicamente. Es decir, se proponen como lugares o espacios, potencialmente ubicuos, de interacción en los que diferentes recursos (tanto digitales como analógicos) pueden ser manipulados y utilizados para intercambiar información y construir significados compartidos entre profesores y estudiantes. Así, se busca aumentar la probabilidad de que ocurran aprendizajes de procedimientos estructurantes (íntimamente relacionados con el quehacer experimental), conceptos y actitudes vinculados a los mismos.

Figura 1 – Modelo del Laboratorio Extendido. S: Simuladores / AES: Actividades Experimentales Simples / LV: Laboratorio Virtual / LR: Laboratorio Remoto / LM: Laboratorio Móvil / TEa: Tipo Experiencia / TI: Tipo Investigación / TEo: Tipo Ejercicio / PSA: Procedimientos Sensoriomotores de Acción / PSO: Procedimientos Sensoriomotores de Observación / PIR: Procedimientos Intelectuales



de Reconocimiento / NT: Narrativa Transmedia



Fuente: Elaboración propia (2024)

En rasgos generales, y sin pretensión de universalidad, los recursos que pueden reconocerse como interfaces del laboratorio extendido pueden clasificarse en cinco grandes grupos:

- Actividades experimentales simples (AES): constituyen un tipo particular de actividad experimental caracterizada por no requerir de un espacio físico, equipamiento ni instrumental específicos. Están centradas fuertemente en el uso de los llamados “laboratorios caseros” y “kits de laboratorio”. Si bien son presenciales, pueden ser realizadas tanto dentro como fuera de los establecimientos y tiempos educativos. Por tal motivo, podrían considerarse potencialmente ubicuas.
- Simuladores (S): son recursos digitales que mediante el uso de software

especializado y acceso a internet permiten la visualización de fenómenos concretos vinculados a modelos científicos abstractos. Son representaciones simplificadas de hechos, objetos o procesos, que concentran su atención en aspectos específicos del mismo y permiten intervenir eficazmente sobre el sistema representado. Dado que, generalmente, los programas no requieren de un gran costo computacional, las actividades pueden realizarse en cualquier momento con diferentes dispositivos con acceso a internet.

- Laboratorios virtuales (LV): Los Simuladores pueden agruparse dando lugar a laboratorios virtuales, que incluyen distintos aspectos del entorno de la actividad experimental y, eventualmente, la representación de la incertidumbre empírica. Al igual que los simuladores, están accesibles en cualquier momento a través de internet.
- Laboratorios remotos (LR): son un conjunto de tecnologías *hardware* y *software* que permite a profesores y estudiantes llevar a cabo actividades experimentales reales de manera remota. A diferencia de los laboratorios virtuales, el equipamiento utilizado es real y los datos provienen de mediciones y, como tales, tienen una incertidumbre asociada. La posibilidad de acceso desde cualquier dispositivo móvil y desde cualquier lugar



los convierte en potencialmente ubicuos.

- Laboratorios móviles (LM): son aquellos en los que el teléfono inteligente es protagonista, ya sea como instrumento de medición de variables o registro de fenómenos observables. Además, permiten aumentar la realidad para manipular objetos virtuales y pueden ser soporte de experiencias de realidad inmersiva.

Las distintas interfaces plausibles de ser desplegadas cuando la enseñanza se organiza siguiendo los principios del Laboratorio Extendido pueden ordenarse en dos ejes (Figura 1): simple-complejo y digital-físico. El primero hace referencia a la complejidad intrínseca de la actividad experimental: cantidad de variables a controlar, tipo de instrumental utilizado, tipo de tratamiento y análisis de datos, entre otros. Cabe aclarar que esta distinción no guarda relación con lo simple o complejo que puedan resultar los procesos de construcción de aprendizajes. El segundo eje hace referencia a la pertenencia de la actividad experimental al mundo físico o digital.

La distinción en los dos ejes mencionados permite configurar cuatro cuadrantes (Figura 1) en los cuales pueden situarse a los simuladores como interfaces digitales y simples, a los laboratorios virtuales como digitales y complejas, a las actividades experimentales simples como físicas y simples y a los laboratorios remotos como físicas y complejas. El laboratorio móvil, dada la versatilidad y la potencia de los teléfonos inteligentes, brinda una amplia gama de posibilidades. Esto implica que para ubicarlo en

alguno de los cuadrantes mencionados debería conocerse el modo particular de uso. Por esto, en la Figura 1 aparece en el origen de coordenadas.

Por otro lado, las diferentes interfaces del Modelo del Laboratorio Extendido están vinculadas a la realización de diferentes tipos de actividades experimentales (Figura 1). En primer lugar, los simuladores y las actividades experimentales simples se presentan como las interfaces más adecuadas para llevar a cabo actividades de Tipo Experiencia. Esto se debe a que el bajo grado de complejidad intrínseca de las interfaces permite concentrarse en los fenómenos naturales y sus causas. En segundo lugar, dentro de las interfaces propuestas en el modelo, los laboratorios remotos son las únicas que involucran el uso de instrumental y equipamiento de laboratorio real. Por eso permiten el despliegue de actividades de Tipo Ejercicio. Por último, tanto los laboratorios virtuales como los laboratorios remotos permiten a los estudiantes obtener y analizar gran cantidad de datos experimentales que pueden utilizarse para la toma de decisiones en la resolución de problemas ricos en contexto. Entonces, posibilitan la realización de actividades de Tipo Investigación.

En suma, cada recurso que conforma el Laboratorio Extendido constituye una interfaz particular con reglas y restricciones que le son propias, que posibilitan y condicionan la enseñanza y el aprendizaje. Así, una interfaz será más adecuada para propiciar el aprendizaje de ciertos procedimientos que otra. Estas cuestiones se abordan con mayor profundidad en los siguientes apartados.



## MÚLTIPLES NIVELES DE REPRESENTACIÓN DE LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES EN EL CONTEXTO DEL MODELO DEL LABORATORIO EXTENDIDO

La investigación en didáctica de las ciencias naturales identifica al menos tres niveles de representación (Johnstone, 1982; Ordenes *et al.*, 2014) que se despliegan en la enseñanza y son necesarios para el aprendizaje canónico de los contenidos:

- Nivel macroscópico: incluye las representaciones de fenómenos observables a través de los sentidos plausibles de ser medidos; por ejemplo, la ebullición del agua.
- Nivel submicroscópico: contempla las representaciones de modelos científicos (principalmente cualitativos) que explican los fenómenos naturales; por ejemplo, la estructura del átomo.
- Nivel simbólico: implica la utilización de diferentes registros semióticos, como el álgebra o el lenguaje químico, para respaldar las explicaciones cuantitativas de los fenómenos observables; por ejemplo, las ecuaciones químicas.

La distinción de estos niveles pretende, en este trabajo, servir como base para el diseño de actividades experimentales en el contexto del Modelo del Laboratorio Extendido. En este

sentido, uno de los principales desafíos del profesorado consiste en promover en los estudiantes la capacidad de interactuar y establecer conexiones entre las representaciones de los tres niveles (Furió; Domínguez, 2007). Esto último suele ser natural para los docentes, pero debe ser aprendido por el estudiantado. Por eso, el diseño de la enseñanza de actividades experimentales debe considerar cuidadosamente la incorporación de los diferentes niveles de representación y fomentar la conexión entre ellos.

El Modelo del Laboratorio Extendido promueve un enfoque de enseñanza que contempla el aprendizaje de los múltiples niveles de representación y las relaciones entre estos a partir del trabajo experimental en las diferentes interfaces que lo componen. Esto implica incluir una variedad de actividades experimentales en las diferentes interfaces que presenten representaciones correspondientes a cada nivel. Así, no solo se abordan procedimientos propios de la práctica experimental, sino que también se promueve una comprensión más profunda de la naturaleza representacional de la práctica científica.

Cada interfaz brinda posibilidades diferentes de trabajo en cada nivel de representación (Figura 1):

- Las actividades experimentales simples y los laboratorios remotos permiten trabajar en el nivel macroscópico, dado que privilegian la observación de fenómenos y el control de variables. Por ejemplo, el estudio del efecto de la tensión superficial a partir de la utilización de



diferentes soluciones acuosas y objetos.

- Los simuladores y laboratorios virtuales resultan especialmente interesantes a la hora de trabajar en el nivel submicroscópico, dado que permiten representar los modelos abstractos. Por ejemplo, en un simulador de campo eléctrico se puede observar cómo se modifica el espacio circundante ante la presencia de diferentes configuraciones de cargas.
- Los laboratorios remotos y los laboratorios virtuales involucran el nivel simbólico, debido a que estimulan el uso de múltiples registros semióticos para el tratamiento de los datos. Por ejemplo, el uso de un laboratorio remoto de valoración ácido base que requiere tomar de datos de volumen en función del pH, que luego serán volcados para su análisis en un gráfico cartesiano.

En suma, se fomenta la creación de un “híbrido experimental”, no sólo en cuanto a las interfaces, sino también a los niveles de representación. En este sentido, como se describe en el próximo apartado, el rol del profesorado, como diseñador y gestor de la enseñanza, es imprescindible para permitir que el estudiante pueda ir y venir entre diferentes interfaces y niveles de representación.

## NUEVOS ROLES DE PROFESORES Y ESTUDIANTES EN EL MARCO DEL MODELO

## DEL LABORATORIO EXTENDIDO

En el marco del Modelo del Laboratorio Extendido el profesor es entendido como autor y diseñador de experiencias educativas (Rogovsky; Chamorro, 2020). Esto implica el diseño de materiales y actividades que contemplen una multiplicidad de formatos y lenguajes, es decir, diversas maneras de acceder y de representar los contenidos a enseñar. En este sentido, las diferentes interfaces del Laboratorio Extendido, como se desarrolló en los apartados anteriores, brindan a los estudiantes la posibilidad de moverse con libertad entre lo presencial y lo virtual, lo sincrónico y asincrónico y los niveles de representación macroscópicos, submicroscópicos y simbólicos.

Sin demérito de lo anterior, el rol del profesor debe redefinirse en estos nuevos contextos para propiciar la construcción de aprendizajes socialmente significativos. Muchas de las tecnologías incluidas en las interfaces propuestas en el Modelo del Laboratorio Extendido forman parte de Recursos Educativos Abiertos (REA), es decir, permiten el acceso libre para su consulta, uso y adaptación con propósitos no comerciales (UNESCO, 2002). Es aquí donde vale la pena revisar el concepto de autor-curador (Schwartzman; Odetti, 2011), quien, a través de la selección y articulación de diferentes materiales se propone hacer explícitas las relaciones que existen entre los contenidos que estos abordan. En este sentido, las acciones del profesorado no deben limitarse a la mera tarea de recopilar, organizar y categorizar los diferentes recursos, sino que



emerge el desafío de armar una estructura que dote de significado a la propuesta educativa que los incluye, considerando tanto aspectos didácticos como contextuales.

Una de las estrategias privilegiadas para la dotación de sentidos es la narrativa, la cual propicia una visión colectiva del conocimiento científico y de sus modos de construcción y validación, a la vez que brinda oportunidades para la contextualización del trabajo en el aula (Bruner, 2003). El Modelo del Laboratorio Extendido propone crear una narrativa transmedia (NT) que permita a los estudiantes ser protagonistas de su proceso de aprendizaje, partiendo de problemas socio-científicos que requieran del análisis de datos empíricos y la toma de decisiones para su resolución. Las narrativas transmedia son un tipo particular de narrativa que presentan dos características fundamentales (Jenkins, 2003):

- Se desarrollan a través de múltiples plataformas, por lo que se ponen en juego diferentes medios, lenguajes y niveles de representación.
- Los destinatarios participan e interactúan con la historia, muchas veces mediante la creación de nuevos elementos narrativos.

Las narrativas transmedia brindan un contexto en el que profesores y estudiantes se encuentran y asumen diversos roles para construir significados compartidos a través de las diferentes interfaces que propone el Modelo del Laboratorio Extendido. La construcción de este tipo de narrativas en el marco del modelo implica numerosas consideraciones técnicas cuyo análisis excede los fines de este escrito.

Al recorrer las narrativas transmedia, que funcionan como interfaz integradora de las actividades experimentales propuestas por el profesor (Figura 1), el estudiante debe tomar decisiones de distinto calibre. Puede repetir las prácticas, introducir cambios en los diseños experimentales e incluso intentar nuevas alternativas. Esto implica muchos más grados de libertad de los que se ofrecen en las prácticas tradicionales y tiende al desarrollo de la autonomía de los estudiantes. En este proceso resulta de vital importancia que los alumnos cuenten con suficientes herramientas evaluativas que les permitan autorregular sus aprendizajes. Es por esto que en el próximo apartado se pondrá el foco en la evaluación, que en este modelo prioriza la función formativa.

## EVALUACIÓN DE APRENDIZAJES EN ENTORNOS VIRTUALES: DESAFÍOS EN EL REDESIGNO DE ACTIVIDADES EXPERIMENTALES

La evaluación de actividades que se suceden en tiempos y espacios extendidos presentan desafíos únicos y complejos. Evaluar implica realizar una interpretación enfocada del objeto evaluado. En el contexto educativo actual, caracterizado por modalidades innovadoras y entornos tecnológicos, es necesario pensar en nuevos instrumentos para sostener la interacción entre el evaluador y el objeto de evaluación.

La tecnología enriquece las prácticas de



evaluación al permitir una evaluación más completa y constante del proceso de aprendizaje, ofrecer soporte individualizado a los alumnos para fomentar la autorregulación y proporcionar acceso a recursos en línea especialmente seleccionados que enriquecen la experiencia educativa. Sin embargo, a pesar de estos avances, muchos procesos evaluativos aún se basan en concepciones tradicionales y en los mismos instrumentos, como se evidenció durante la Enseñanza Remota de Emergencia y ante la inseguridad del profesorado en la implementación de nuevas modalidades evaluativas (Moorhouse, 2020).

La finalidad de la evaluación, independientemente de su tipología (diagnóstica, formativa o sumativa), es mejorar el proceso educativo. Como señalan Lezcano y Vilanova (2017), la evaluación puede ser percibida como un juicio o como una oportunidad para aprender. En este sentido, el Modelo del Laboratorio Extendido destaca la importancia de la evaluación formativa y diagnóstica. La evaluación formativa proporciona la necesaria retroalimentación continua durante el proceso de aprendizaje, permitiendo a un estudiante que tiende a la autonomía identificar fortalezas y áreas de mejora, fomentando la autorregulación y brindando la oportunidad de corregir errores. Por otro lado, la evaluación diagnóstica es esencial para que el profesor comprenda el nivel de conocimientos y habilidades previas de los estudiantes y logre personalizar la enseñanza ejerciendo el rol de curador de actividades para garantizar un enfoque educativo adaptado a las necesidades individuales

de cada estudiante.

Al abordar los criterios de evaluación, es fundamental entenderlos como estándares para medir el aprendizaje, estrechamente relacionados con los objetivos de las actividades propuestas en el Laboratorio Extendido. Estos criterios deben ser claros, precisos y medibles, comunicándose de manera transparente y explícita a los estudiantes para enfocar su atención y trabajo. La elección del instrumento de evaluación debe ajustarse al tipo de actividad y contexto narrativo de la secuencia didáctica. En este modelo se espera que la tecnología desempeñe un papel crucial al permitir la evaluación a lo largo del proceso y ofrecer soporte individualizado, ampliando las posibilidades de consulta y aprendizaje de los alumnos en entornos virtuales.

Respecto a los instrumentos de evaluación, el Modelo del Laboratorio Extendido, en línea con sus propósitos generales, pone el foco en aquellos que incorporan tecnologías digitales con la finalidad de recoger información sobre el aprendizaje de procedimientos vinculados al quehacer experimental y de habilidades vinculadas a la ciudadanía digital. En este sentido, instrumentos como el *e-portfolio* (Barberá; Martín, 2009) combinados con estrategias como la evaluación por pares gamificada (Kuklinski; Cobo, 2020) resultan potentes e interesantes de explorar ya que brindan la oportunidad de recoger evidencia sobre la toma de decisiones en un entorno narrativo particular que contextualiza la enseñanza. Esto ameritaría en un análisis más exhaustivo del que se propone en este trabajo.



## CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS

Este trabajo busca dar cuenta de una de las discusiones académicas más activas en la comunidad de didáctica de las ciencias naturales en Latinoamérica: la adecuación del diseño de la enseñanza a las nuevas modalidades educativas. Recoge, describe y problematiza los principales aspectos de un modelo construido en la región que busca repensar las actividades experimentales en los nuevos escenarios digitales. Todo esto con el propósito de consolidar una educación científica que abone al ejercicio de la ciudadanía digital y supere dificultades ampliamente reportadas en la bibliografía desde hace años.

Los distintos aspectos del Laboratorio Extendido abordados en este documento permiten entender su impacto en la reconfiguración de la práctica experimental. En este sentido, puede reconocerse la importancia de la identificación de los diferentes procedimientos que se ponen en juego y de los distintos tipos de actividades experimentales que priorizan el aprendizaje de alguno de estos. Esta perspectiva recupera la centralidad de los contenidos procedimentales, algo fundamental para la educación científica y digital de la ciudadanía. Así mismo, propone alternativas de trabajo que reconocen la naturaleza representacional y el uso de distintos registros semióticos en las disciplinas naturales y que buscan ayudar a los estudiantes a superar los obstáculos de aprendizaje relacionados. Además, el uso propuesto en el modelo de la narrativa transmedia dota de contexto y sentido a las

actividades experimentales superando la idea de una educación aséptica y poco comprometida. Este último aspecto es de vital importancia en el contexto latinoamericano, donde la educación en ciencias o en cualquier otra área debe promover discusiones y reflexiones sobre la desigualdad, el desarrollo sustentable y el cuidado de medio ambiente.

La nueva forma de organizar y diseñar la enseñanza que propone el modelo presentado en este trabajo busca empoderar al estudiante aumentando sus grados de libertad y fomentando la toma de decisiones. Es decir, pretende un estudiante con una ganancia progresiva de autonomía que recorre de modo personal la propuesta de enseñanza diseñada por el profesor. Esto implica redefinir el rol del profesor y adoptar un sistema de evaluación que favorezca la autorregulación de los aprendizajes. En este sentido, por un lado, el rol de curador de actividades propuesto implica un proceso de reconversión profesional docente que impone desafíos y nuevas necesidades de formación inicial y continua del profesorado. Por otro lado, la función prioritaria de la evaluación debe ser la formativa y los criterios e instrumentos que se desplieguen deben orquestarse de modo tal de ayudar a los estudiantes a reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje.

Una de las consideraciones probablemente más interesantes del modelo sea la incorporación del concepto de interfaz. Esta idea estructurante resulta muchas veces difícil de comprender. Sin embargo, el uso de la metáfora de “lugar de encuentro” entre estudiantes, profesores, saberes y



tecnologías permite entender su lugar crucial en la propuesta e inaugura una nueva forma de pensar y analizar el complejo fenómeno de construcción de conocimientos compartidos entre estudiantes y profesores cuando recurren a tecnologías digitales.

Entre las múltiples perspectivas de trabajo que pueden definirse en relación con la consolidación del Modelo del Laboratorio Extendido como herramienta de diseño de la enseñanza aparece la necesidad de definir un modo claro para generar propuestas educativas ajustadas a los escenarios reales de actuación de estudiantes y profesores. En este punto cabe mencionar que, si bien no se abordó de modo explícito en este documento, distintos grupos están trabajando en la construcción de Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje en la lógica de la Investigación Basada en Diseño. Estas secuencias son al mismo tiempo un producto de investigación y un programa de intervención que puede entenderse como una unidad didáctica. De esta manera, atienden a las necesidades particulares del contexto de la pesquisa. Además, este modo de trabajo versátil, participativo e iterativo genera una gran de evidencia empírica que permite generar principios de diseño que enriquecen y complejizan el modelo.

En suma, este trabajo pretende ser un aporte que fomente la reflexión sobre las prácticas en un escenario cambiante y fluido donde las tecnologías son al mismo tiempo condicionantes, contenidos y contexto de la enseñanza y el aprendizaje.

## REFERENCIAS

- AREA, M. Y.; ADELL, J. Tecnologías Digitales y Cambio Educativo. Una Aproximación Crítica. **Ibero-Americana Journal on Quality, Effectiveness & Change in Education/REICE**. Extraído de: [https://revistas.uam.es/reice/article/view/reice2021\\_19\\_4\\_005](https://revistas.uam.es/reice/article/view/reice2021_19_4_005). v.19, n. 4, p. 83-96, 2021.
- BARBERÁ GREGORI, E.; MARTÍN ROJO, E. **Portfolio electrónico: aprender a evaluar el aprendizaje**. Barcelona, UOC, 2009.
- BRUNER, J. S. Making stories: Law, literature, life. **Harvard University Press**, Harvard, 2003.
- CARRASCOSA, J.; GIL PÉREZ, D., VILCHES, A.; VALDÉS CASTRO, P. Papel de la actividad experimental en la educación científica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 23, n. 2, p. 157-181, 2006
- CHAVERRI-HIDALGO, R.; MONTERO-MIRANDA, E.; ARIAS-NAVARRO, E., LIZANO-SÁNCHEZ, F.; ARGUEDAS-MATARRITA, C. Valoración de una secuencia didáctica basada en el modelo del laboratorio extendido para el abordaje de la Ley de Ohm en educación media. **Revista de Enseñanza de la Física**, Córdoba, v. 35, n. 1, p. 249-259, 2023.
- CLARO, M.; SANTANA, L. E. ALFARO, A.; FRANCO, R. **Ciudadanía digital en América Latina: revisión conceptual de iniciativas**, 2021.



- ELISONDO, R. C. Y.; CHESTA, R. Innovar en tiempos de pandemia: rupturas necesarias y urgentes. **Anuario Digital de Investigación Educativa**. Extraído de: <http://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/adv/article/view/5285>. v.5, n.1, p. 177-187, 2022.
- ESTEVE, F.; ADELL, J.; GISBERT, M. El laberinto de las competencias clave y sus implicaciones en la educación del siglo XXI. *In II Congreso Internacional multidisciplinar de investigación educativa*. **Anais [...]**, p. 1-6, 2013.
- FURIÓ, C. Y.; DOMÍNGUEZ, C. Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v.25, n.2, p. 241-258, 2007.
- GAMAGE, K. A.; WIJESURIYA, D. I.; EKANAYAKE, S. Y.; RENNIE, A. E.; LAMBERT, C. G.; GUNAWARDHANA, N. Online delivery of teaching and laboratory practices: Continuity of university programmes during COVID-19 pandemic. **Education Sciences**, v.10, n.10, p. 291, 2020.
- HODGES, C.; MOORE, S; LOCKEE, B; TRUST, T. Y BOND, A. The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning. **EDUCAUSE**, 2020.
- IDOYAGA, I. J. El Laboratorio Extendido: nuevas perspectivas para el diseño de la enseñanza de las ciencias naturales en contextos digitales. **Innovaciones Educativas**, San José de Costa Rica, v. 25, n.1, p. 44-58, 2023.
- IDOYAGA, I. Y.; MAEYOSHIMOTO, J. Las actividades experimentales simples: una alternativa para la enseñanza de la física. En G. Lorenzo, H. Odetti y A. Ortolani (Eds.), **Comunicando la Ciencia. Avances en investigación en Didáctica de la Ciencia**, Santa Fé, p. 55-68. Ediciones UNL, 2018.
- IDOYAGA, I. J.; VARGAS-BADILLA, L.; MOYA, C. N.; MONTERO-MIRANDA, E.; MAEYOSHIMOTO, J. E.; CAPUYA, F. G.; ARGUEDAS-MATARRITA, C. Conocimientos del profesorado universitario sobre la enseñanza de la química con laboratorios remotos. **Educación química**, Ciudad de México, v.32, n.4, p. 154-167, 2021.
- JENKINS, H. Transmedia storytelling. **MIT Technology Review**. Estraído de: <http://www.technologyreview.com/biotech/13052>, 2003.
- JOHNSTONE, A. Macro-and micro-chemistry. **School Science Review**, Hatfield, v.64, n.1, p. 377-379, 1982.
- KUKLINSKI, H. P.; COBO, C. Expandir la universidad más allá de la enseñanza remota de



emergencia. Ideas hacia un modelo híbrido post-pandemia. Barcelona: **Outliers School**, 2020.

LEZCANO, L.; VILANOVA, G. Instrumentos de evaluación de aprendizaje en entornos virtuales. Perspectiva de estudiantes y aportes de docentes. **Informes Científicos Técnicos-UNPA**, Rio Gallegos, v.9, n.1, p. 1-36, 2017.

LORENZO, M. Revisando los trabajos prácticos experimentales en la enseñanza universitaria. **Aula Universitaria**, Santa Fé, v.21, n.4, p. 15-34, 2020.

NOSIGLIA, M. C. La Universidad de Buenos Aires frente a los desafíos de la pandemia. P. FALCÓN (comp.): **La universidad entre la crisis y la oportunidad: reflexiones y acciones del sistema universitario argentino ante la pandemia**, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Eudeba, Córdoba, Editorial de la Universidad Nacional de Córdoba, p. 59-72, 2020.

MARTÍN, A. G. La educación para los medios como alfabetización digital 2.0 en la sociedad red. **Comunicação e sociedade**, Braga, v.13, n.1, p. 101-118, 2008.

MOORHOUSE, B. L. Adaptations to a face-to-face initial teacher education course 'forced'online due to the COVID-19 pandemic. **Journal of education for teaching**, Texas, v. 46, n.4, p. 609-611, 2020.

ORDENES, R.; ARELLANO, M.; JARA, R., MERINO, C. Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. **Educación química**. Ciudad de México, v.25, n.1, p.46-55, 2014.

ROGOVSKY, C.; CHAMORRO, F. ¿Cómo enseñar a aprender?. **Educación, Innovación Pedagógica y Tecnología en Tiempos de Crisis**. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: La Crujía, 2020.

SANMARTÍ, N.; MÁRQUEZ, C.; Y GARCÍA, P. Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. **Aula de innovación educativa**, Barcelona, v. 113, n.1, p. 8-13, 2002.

SCHWARTZMAN, G.; ODETTI, V. **Los materiales didácticos en la educación en línea: sentidos, perspectivas y experiencias**, 2011.

SCOLARI, C. A. Las leyes de la Interfaz: diseño, ecología, evolución, tecnología. Barcelona, España. **Gedisa**, 2018.

ZORRILLA, E. G.; MORALES, L.; MAZZITELLI, C. A.; DEL CARMEN OLIVERA, A. Análisis de trabajos prácticos de laboratorio elaborados por futuros docentes de ciencias naturales. **Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, Bogotá, v. 14, n. 2, p. 286-302, 2019.

