



El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales.

Extended Lab: redesign of experimental activity for natural sciences teaching

Dr. Idoyaga, Ignacio J.¹

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

iidoyaga@ffyb.uba.ar

<http://orcid.org/0000-0002-0661-915X>

Fecha de recepción: 05/05/2022

Fecha de publicación: 28/07/2022

RESUMEN

Este ensayo presenta el modelo de Laboratorio Extendido como una serie de principios generales para el diseño de la enseñanza de las ciencias naturales en entornos digitales o escenarios educativos híbridos. Propone su entendimiento como un híbrido experimental donde distintos recursos y estrategias actúan de manera sinérgica y sistémica para recuperar el carácter experimental de las propuestas educativas. Describe pormenorizadamente algunas características del modelo: la centralidad de los procedimientos, las múltiples interfaces incorporadas, los diferentes tipos de actividades experimentales consideradas, los distintos niveles de representación trabajados y la importancia del contexto narrativo. Plantea su adecuación a la educación científica en el nivel superior, sin desmérito de otros niveles educativos, y su potencia para resolver problemas tradicionales y emergentes enunciados



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

desde la didáctica específica. Propone perspectivas de trabajo vinculadas a la secuenciación, la evaluación y la investigación educativa.

Palabras clave: Enseñanza de las ciencias naturales; Actividades Experimentales, Educación híbrida.

Extended Lab: redesign of experimental activity for natural sciences teaching

ABSTRACT

This essay presents Extended Lab Model as a set of general principles for the design of natural sciences in digital environments or hybrid education. Understanding of this model as experimental hybrid where different resources and strategies act synergically is proposed. Characteristics of this model are described in detail: centrality of procedures, multiple interfaces incorporated, different type of experimental activities considered, levels of representation worked and importance of narrative context. It stands adequacy of Extended Lab Model and its potential for solving traditional and emergent problem of natural sciences education. Finally, work perspective related to sequencing content, evaluation, and educational research it's proposed.

Keywords: Natural sciences teaching, Experimental activities, Hybrid education.

Introducción

La pandemia de COVID-19 y las consecuentes medidas sanitarias implementadas por los distintos gobiernos implicaron profundas modificaciones en los modos de relación entre las personas. La evolución de muchas dinámicas de trabajo fue catalizada. Es más, superadas las



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

primeras instancias de la crisis, muchas nuevas formas de producir y vincularse persisten y obligan a la redefinición de las lógicas académicas, educativas y profesionales. En particular, las instituciones universitarias de todo el mundo, durante los primeros años de la pandemia, se vieron obligadas a desplegar dispositivos de enseñanza destinados a garantizar la continuidad pedagógica que, en gran medida, incorporaron mediaciones tecnológicas digitales. En este sentido, puede pensarse que, superada la Enseñanza Remota de Emergencia (Hodges et al., 2020), la experiencia acumulada por el colectivo de profesores, estudiantes y gestores de la educación superior promoverá la definición de nuevos escenarios educativos probablemente híbridos o ricos en tecnología (Elisondo y Chesta, 2022).

La conformación de las nuevas modalidades de la educación universitaria es aún materia de discusión en el seno profesional docente, en los organismos de acreditación y evaluación institucional y en la comunidad de didactas del nivel superior. Cuestiones como qué se entiende por hibridación, qué lo diferencia de una propuesta de semi presencialidad, qué elementos del proceso educativo pueden hibridarse, cuáles son las ventajas de hacerlo, qué aportes de la investigación educativa son valiosos para encarar esta transformación, qué rol deben asumir estudiantes y profesores en estos escenarios y qué papel juegan las tecnologías digitales, están presentes en la agenda de las instituciones y de los investigadores. Sin embargo, queda claro que más allá de las alternativas que finalmente se instalen en el sistema educativo, las nuevas prácticas educativas incorporarán de modo significativo mediaciones digitales que serán fuertes condicionantes de la enseñanza y del aprendizaje (Area, y Adell, 2021).

La educación en ciencias naturales y tecnología se ve especialmente interpelada por la nueva realidad de las instituciones. En particular, esta área encuentra en la actividad experimental uno de sus modos privilegiados de conocer. Es decir, las prácticas en el laboratorio escolar son especialmente valoradas y se las reconoce como estrategia de elección para la enseñanza de cuestiones íntimamente relacionadas a la manera de construir conocimiento científico. Sin



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

embargo, en el acelerado proceso de hibridación de la educación, estas actividades fueron difíciles de sostener. En efecto, las universidades incorporaron estrategias y tecnologías para facilitar la comunicación entre profesores y estudiantes, pero encontraron un gran desafío a la hora de pensar en prácticas experimentales en entornos digitales. Metafóricamente, se logró extender el aula, pero el desafío que resta es extender el laboratorio.

La necesidad de investigar los nuevos escenarios educativos y de articular acciones tendientes a recuperar la actividad experimental como elemento medular de la educación en ciencias, llevó al desarrollo, en el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) de la Universidad de Buenos Aires, del Modelo de Laboratorio Extendido (MLE o, simplemente, LE). El LE puede entenderse como un conjunto de principios de diseño de la enseñanza tendientes a recuperar el carácter experimental en escenarios mediados por tecnologías. Este modelo didáctico propone el uso sinérgico y sistémico de dispositivos y estrategias para llevar adelante actividades experimentales en entornos educativos digitales. Es decir, el LE no es una única aproximación, sino el establecimiento de un híbrido experimental, donde distintos recursos (laboratorios) actúan de manera sinérgica con el objetivo de aumentar la probabilidad de que se generen aprendizajes relacionados al quehacer experimental, propios de la educación científica y vinculados a prácticas de alta sofisticación adecuadas a los objetivos del nivel superior. Es más, como conjunto de principios sobre cuestiones semióticas, epistémicas y didácticas, el modelo puede constituirse como el punto de partida para una Investigación Basada en Diseño (Anderson y Shattuck, 2012) que dé lugar al desarrollo de Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje (SEA) adecuadas a los contextos específicos de actuación de profesores y estudiantes (Guisasola, Ametller y Zuza, 2021).

Este escrito, considerando lo antedicho, presenta una descripción pormenorizada de algunas características esenciales del modelo. En los próximos apartados se discuten cuestiones



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales generales sobre las actividades experimentales y el aprendizaje de los procedimientos que éstas promueven, se comentan los laboratorios componentes del LE, los distintos tipos de actividades experimentales que pueden incluirse en una secuencia didáctica diseñada en esta lógica, aspectos vinculados a los niveles de representación y se presenta la necesidad de dotar a las secuencias diseñadas de un contexto narrativo. Todo esto, con el fin de inspirar a profesores e investigadores e inclinarlos hacia la producción académica, la transferencia y la innovación como estrategias de fortalecimiento de la educación científica ante las nuevas realidades del nivel superior.

Las actividades experimentales en la educación científica

El trabajo en ciencias naturales e, incluso, en tecnología recurre frecuentemente a los experimentos como elemento central de su metodología. Es decir, puede asumirse el carácter eminentemente experimental del área, sin desmerecer las múltiples aproximaciones teóricas a la comprensión del mundo natural. En consecuencia, la observación, la medición, el diseño experimental y el tratamiento del dato empírico se conciben como aspectos especialmente relevantes en el quehacer en estas disciplinas.

Las actividades experimentales, como correlato de lo anterior, se asumen centrales en la educación científica y, consecuentemente, la investigación sobre este tema es una de las líneas más trabajadas en el campo de la didáctica de las ciencias naturales (Carrascosa et al., 2006). Desde hace décadas, se sostiene la idea de superar la enseñanza puramente libresco y dar paso a una enseñanza donde las actividades experimentales y las distintas dinámicas de trabajo generadas a partir de éstas estructuran las prácticas educativas. En este sentido, desde hace tiempo se sostiene la idea de que, en la intuición de profesores y alumnos, el paso a una enseñanza experimental configura una especie de revolución pendiente que aparece siempre dificultada por diversos factores (Gil Pérez et al., 1991). Algunos inherentes al propio diseño de las actividades experimentales y otros debidos a condicionamientos externos, como la infraestructura de las instituciones. Varios de estos factores fueron descriptos desde hace



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

décadas (Hodson, 1994), y otros, que posiblemente pueden estar vinculados a los cambios que el sistema educativo enfrenta desde la pandemia, son percibidos como emergentes.

Las actividades experimentales son acciones planificadas didácticamente que implican que los estudiantes diseñen y/o gestionen dispositivos que permiten el reconocimiento, manipulación y medición de variables (independientes, dependientes y de control) para que a partir del tratamiento del dato y su inherente incertidumbre puedan analizar los resultados y proceder a la consiguiente identificación de estos con un modelo disciplinar. Su diseño y puesta en práctica pueden encontrar aspectos en común con los experimentos que tienen lugar en el seno de las comunidades científicas. En este sentido, algunos autores han llegado a proponer, incluso, que se trata de emulaciones de prácticas propias del quehacer científico (Qualter et al., 1990). Sin embargo, una perspectiva más actual reconoce estas actividades como un conjunto complejo de prácticas de alta especificidad propias de la educación científica (Zorrilla et al., 2019) que deben ser revisadas desde perspectivas didácticas, cognitivas y epistemológicas para maximizar los aprendizajes.

La tradición en la enseñanza de las ciencias naturales sostiene la inclusión de actividades experimentales desde hace siglos. Sin embargo, la investigación educativa y, en particular en didáctica de las ciencias naturales, pone de manifiesto muchos problemas en el diseño y puesta en prácticas de estas actividades. De modo escueto, en bibliografía se pueden encontrar artículos (Sanmartí, Márquez y García, 2002) que dan cuenta de que el profesorado tiene dificultades para reconocer los objetivos específicos de las actividades experimentales, que estas guardan una fuerte identificación con el trabajo práctico de laboratorio de tipo receta, que están subordinadas a otras actividades educativas de corte retórico o teórico, que promueven el desarrollo de imágenes distorsionadas de ciencia, que los grados de libertad de los estudiantes son escasos, que no se atiende la diversidad, que resultan poco significativas y que los aprendizajes generados no logran los estándares esperados. Esto, sumado a los



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

nuevos desafíos impuestos por la redefinición de las modalidades educativas en la postpandemia, explica en gran medida la necesidad de impulsar y promover nuevos modelos, como el del LE, que permitan proponer soluciones a las problemáticas preexistentes y afrontar el desafío de sostener estas actividades con mediaciones tecnológicas digitales.

En este punto, se podría avanzar en el análisis pormenorizado de cada aspecto descripto y de las dificultades reportadas para sostener una enseñanza experimental adecuada a los contextos actuales. Sin embargo, atendiendo la finalidad de este ensayo, resulta conveniente puntualizar en el propósito de la inclusión de actividades experimentales en las propuestas educativas. Como ya se mencionó, existe una gran disparidad entre didactas, diseñadores curriculares y profesores a la hora de enunciar con claridad los objetivos específicos de estas actividades (Barberá y Valdés, 1996). En la bibliografía se mencionan: que los alumnos alcancen habilidades manuales, observacionales, inquisitivas, comunicativas y organizativas; que desarrollen actitudes y valores, que entren en contacto con los fenómenos de la naturaleza y tengan oportunidades para contrastar sus concepciones; que refuercen los contenidos desarrollados en las clases teóricas; que construyan ideas sobre la naturaleza de la ciencia, particularmente, sobre el carácter provisional de sus teorías y modelos; que puedan apreciar y, en parte emular, la tarea de los científicos; que se vean motivados y que despierten su interés en el estudio de las disciplinas científicas; que analicen datos, busquen regularidades y patrones, que puedan proponer explicaciones y diseñar nuevas actividades. Evidentemente, muchos de estos objetivos son ambiguos y coinciden con los objetivos generales de la educación en ciencia y tecnología.

Entre las múltiples aproximaciones teóricas existentes tendientes a abordar la problemática descrita en el párrafo anterior para clarificar los objetivos de la actividad experimental, la propuesta de Lorenzo (2020) recupera varios aspectos de lo comentado y los sistematiza reconociendo a las actividades experimentales como la estrategia de elección cuando se busca promover aprendizajes de procedimientos propios del quehacer experimental y de la práctica



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

profesional. De este modo, destaca la importancia de sostener estas actividades en la enseñanza en titulaciones científicas y tecnológicas asociadas a profesiones académicas o liberales. La propuesta distingue entre dos tipos de procedimientos que pueden ser objeto de aprendizaje: procedimientos intelectuales y procedimientos sensoriomotores.

Los Procedimientos Intelectuales incluyen los Procedimientos Intelectuales de Reconocimiento (PIR) y los Procedimientos Intelectuales de Control (PIC). Los primeros, PIR, permiten a los estudiantes reconocer determinado objeto o suceso y vincularlo a algún aspecto de un modelo disciplinar (por ejemplo, la identificación de variables dependiente, independiente y de control). Los segundos, PIC, son los que se ponen en juego a la hora de supervisar una acción y tomar decisiones sobre alguna situación para ejercer cierto grado de control sobre la misma (por ejemplo, la definición y el uso de valores de corte en el marco de una actividad experimental).

Los Procedimientos Sensoriomotores incluyen Procedimientos Sensoriomotores de Acción (PSA) y Procedimientos Sensoriomotores de Observación (PSO). Los primeros, PSA, involucran las acciones relacionadas a la motricidad fina con el objetivo de modificar el sistema de trabajo de la actividad experimental (por ejemplo, la manipulación de instrumental). Los segundos, PSO, implican la especialización de los sentidos, que permite significar hechos como datos de una observación (por ejemplo, reconocer el punto final en una valoración colorimétrica o alguna estructura particular en una observación microscópica).

El modelo del LE reconoce los Procedimientos Intelectuales y Sensoriomotores como objetivos de aprendizaje estructurantes en el diseño de las SEA. Es decir, sin desconocer que en las secuencias diseñadas en esta lógica se promueven aprendizajes de conceptos, actitudes y procedimientos, son estos últimos los que se asumen prioritarios para el diseño. Esta priorización no tiene que ver con la valoración relativa de unos aprendizajes sobre otros, sino



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

con reconocer la importancia estratégica de los procedimientos en la definición de la estructura de SEA que recuperan el carácter experimental y tienden a la formación profesional en titulaciones científicas y tecnológicas. Es más, prestar especial atención a lo procedimental convierte al LE en una alternativa concreta a la tradicional enseñanza remota de corte libresco y en una oportunidad para el rediseño de la enseñanza de las ciencias ante los nuevos escenarios emergentes en la postpandemia. Por ende, el primer gran desafío para el diseño de la enseñanza que propone este modo de trabajo es identificar y tipificar los distintos procedimientos que se pretende que los estudiantes aprendan. De este modo, se puede comenzar con una secuenciación que incluya una gran variedad de actividades experimentales.

En suma, este apartado deja claro qué se entiende como actividad experimental y cómo su inclusión en la enseñanza está íntimamente relacionada a la promoción de aprendizajes de procedimientos vinculados al quehacer experimental. Además, plantea que el LE implica la identificación de procedimientos como objetivos de aprendizaje que se utilizan para estructurar una secuencia que incluirá distintas actividades experimentales en distintos soportes.

Las múltiples interfaces del Laboratorio Extendido

El LE, como ya se mencionó, no es una única aproximación sino una serie de principios generales para el diseño de la enseñanza que propone el uso didáctico y sinérgico de distintos dispositivos y estrategias para sostener actividades experimentales en entornos digitales. Es decir, se busca establecer un sistema de carácter híbrido donde distintos laboratorios se articulen para aumentar la probabilidad de que ocurran aprendizajes de procedimientos estructurantes, íntimamente relacionados con el quehacer experimental, y de conceptos y actitudes vinculados a los mismos.



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

Desde una mirada pragmática, una concepción utilitaria del modelo y de forma no excluyente, el LE propone el uso de Actividades Experimentales Simples (AES) o Laboratorios Caseros, Simuladores, teléfonos inteligentes o Laboratorios Móviles (LM), Laboratorios Virtuales (LV), Laboratorios Remotos (LR) y otras tecnologías más o menos emergentes (Realidad Aumentada, Realidad Inmersiva, Inteligencia Artificial, entre otras). Además, el modelo plantea la posibilidad de potenciar las actividades experimentales en Laboratorios Tradicionales Presenciales o Laboratorios *Hand On* y el Trabajo de Campo. Es importante destacar que no se trata de un uso acrítico de estos recursos, sino de diagramar y secuenciar su uso para potenciar su sinergia.

Las AES, que conforman el corazón de las propuestas de Laboratorios Caseros, comparten muchas características de las actividades que se realizan en los laboratorios tradicionales. Son un tipo particular de actividad experimental caracterizada por la sencillez y seguridad. No requieren ni laboratorio físico ni equipamiento, sus costos son muy bajos y pueden considerarse potencialmente ubicuas. No debe pensarse que por ser simples son poco relevantes o tienen bajo impacto. Estas actividades promueven los aprendizajes de todos los procedimientos, pero su uso más difundido está vinculado a los PIR.

Los Simuladores permiten la visualización de fenómenos concretos vinculados a abstractos modelos científicos. Son una representación simplificada de un hecho, objeto o proceso, que concentra su atención en aspectos específicos del mismo, y permite intervenir eficazmente sobre el sistema representado. En un sentido amplio pueden incluir mucho más que software, pero en el contexto del LE son el resultado de programación pudiendo integrarse de forma muy orgánica a diversos entornos digitales. Los Simuladores pueden agruparse dando lugar a LV que incluyen distintos aspectos del entorno de la actividad experimental. Estos LV pueden incluso considerar representaciones de la incertidumbre empírica, pero no dejan de ser programas y siempre debe vigilarse la identidad de la programación con los límites del



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

modelo teórico. Estas alternativas permiten trabajar sin problemas los procedimientos intelectuales de las actividades experimentales e, incluso, podrían promover algunos PSA vinculados al uso de cierto instrumental.

Los LR son un conjunto de tecnologías hardware y software que permite a profesores y estudiantes llevar a cabo actividades experimentales reales remotamente (Arguedas Matarrita, Elizondo Ureña y Villalobos Conejo, 2016). Se trata de actividades que permiten el tratamiento de datos empíricos con la incertidumbre asociada al proceso de medición. La manipulación del equipamiento se realiza a distancia, pudiendo accederse desde cualquier parte del mundo en cualquier momento. El correcto uso de este tipo de dispositivos promueve el aprendizaje de varios procedimientos intelectuales y sensoriomotores y permite que los estudiantes entren en contacto con instrumental de alto costo. Se los considera centrales en el diseño de la enseñanza en la lógica del LE en educación superior, ya que permiten la realización de prácticas reales con la sofisticación propia de la formación técnico profesional.

Los LM son aquellos en los que el teléfono inteligente es protagonista. En realidad, existen muchas formas de usar estos potentes recursos. Se puede reconocer su uso como instrumento de medición (tiempo, aceleración, intensidad sonora, intensidad luminosa, etc.), como instrumento de registro (fotografías, filmaciones y grabaciones) y como instrumento de observación (lupa). Además, incluyendo marcadores (representaciones visuales), permiten aumentar la realidad para manipular objetos virtuales y pueden ser soporte de simuladores, LV y experiencias de realidad inmersiva. En consecuencia, según el tipo de uso promoverán el aprendizaje de diversos tipos de procedimientos.

En suma, los distintos elementos que integran el LE se diferencian en los procedimientos que se ponen en juego en las actividades experimentales que pueden sostener, en la pertenencia de las mismas al mundo físico o digital y en el nivel de sofisticación de las prácticas. Así, la Figura 1 muestra cómo pueden integrarse considerando dos ejes: simple-complejo y físico-digital. En el caso de los LM debe considerarse que pueden usarse de distinta forma y es por

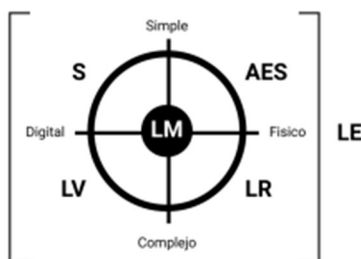


Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

esto que ocupan el origen de coordenadas. Cabe aclarar que la categoría “simple” no refiere a lo cognitivo, sino a la facilidad en la implementación de las actividades experimentales.

Figura 1: Modelo del Laboratorio Extendido (LE) de Idoyaga. AES: Actividades Experimentales Simples, LE: Laboratorios Remotos, LV: Laboratorios Virtuales, S: Simuladores, LM: Laboratorios Móviles.



Desde una perspectiva más compleja, recuperando la dimensión básica de la didáctica de las ciencias naturales y revisando las ideas de Scolari (2018) sobre diseño y evolución de las tecnologías, cada elemento componente del LE puede considerarse una interfaz. Este concepto, difícil de definir por su débil existencia semántica, puede comprenderse en el marco del modelo del LE como el lugar o espacio de interacción entre quienes aprenden, quienes enseñan, lo que se enseña y como se lo enseña. Es decir, el LE habilita distintas interfaces donde profesores, estudiantes, contenidos y tecnologías entran en interacción. De esta forma, cada uno de los laboratorios que se despliegan en la enseñanza en la lógica del LE 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.

Las múltiples interfaces del LE están articuladas y constituyen un sistema donde el trabajo en una interfaz condiciona y modifica el trabajo en otra. Esta mutua o multilateral influencia es la que posibilita la acción sinérgica de los distintos laboratorios componentes. Así, el



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

laboratorio extendido es mucho más que la suma de sus partes. Más aún, del mismo modo que Petroski (1994) postuló que los artefactos pueden encontrar su origen en otros artefactos, las interfaces dan origen a nuevas interfaces. En consecuencia, el diseño de la enseñanza, las secuencias generadas siguiendo los principios del LE, constituyen una nueva interfaz de carácter modular. Cada módulo incluye el trabajo en uno de los laboratorios componentes y atiende algún aspecto de los procedimientos que se definen como objetivos de aprendizaje. La secuencia se convierte en un espacio de encuentro superador donde la interacción se ve potenciada y la construcción de significados compartidos catalizada.

Finalmente, más allá de considerar una mirada más o menos pragmática del modelo, es menester hacer una clara advertencia. Sin desmérito de las potencialidades intrínsecas de cada uno de los dispositivos del LE, su uso sinérgico y potente requiere la toma de decisiones fundadas en investigación didáctica. Es decir, cómo seleccionar, proponer actividades y secuenciarlas es el verdadero desafío del LE. No se trata de sumar distintos laboratorios sino de proponer su uso de modo que cada actividad recupere algún aspecto del quehacer experimental logrando una sinergia que permita la aprehensión por parte de los estudiantes de los procedimientos intelectuales y sensoriomotores.

Los diferentes tipos de actividades experimentales del Laboratorio Extendido

La dificultad para identificar claramente los objetivos específicos de las actividades experimentales, planteada en un apartado anterior, radica en que su variedad implica la imposibilidad de pensarlas de modo homogéneo (Hodson, 1994). Es decir, existen distintos enfoques y tipos de actividades experimentales que promueven el aprendizaje de distintos procedimientos y, también, de actitudes y conceptos.

Los distintos enfoques para el trabajo con actividades experimentales que pueden reconocerse se diferencian en el tipo de ideas, problemas o cuestiones centrales sobre las que se estructura la práctica. En consecuencia, puede pensarse que cada uno prioriza los



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

procedimientos relacionados a las cuestiones centrales, pero más allá de esto admiten el trabajo de todos los procedimientos intelectuales y sensoriomotores comentados anteriormente. Algunos enfoques fueron descriptos hace décadas (Boud, Dunn y Hegarty-Hazel, 1986) y otros están vinculados a tendencias más actuales. Conforme a los fines de este escrito se comentan tres enfoques. El primero es el enfoque disciplinar, en el que las actividades experimentales se relacionan con las ideas clave de la disciplina. Éste es el que tradicionalmente prima en la escuela secundaria, en las carreras de profesorado y en la formación de futuros científicos. El segundo enfoque, basado en las necesidades profesionales, se ciñe a problemas comunes que se presentan en el ejercicio profesional. Este enfoque prevalece en la formación técnica y en carreras con fuerte componente profesional de carácter práctico, como son la medicina, la ingeniería y la agronomía entre otras. El tercer enfoque, relativamente vinculado a los programas de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), Naturaleza de la ciencia (NOS, por sus siglas en inglés) y al movimiento STEM (acrónimo de Science, Technology, Engineering and Mathematics), plantea el abordaje de problemas socio científicos para promover la educación científica para la ciudadanía. Estos últimos dos enfoques son los que generalmente se sostienen en SEA que siguen los principios del modelo del LE. Es más, como es de esperar, en el caso del diseño de la enseñanza de nivel superior vinculado profesiones liberales, se recurre con mayor frecuencia al enfoque centrado en las problemáticas del ejercicio profesional.

Los diferentes enfoques que pueden adoptarse brindan un marco para la articulación de las distintas actividades experimentales que se proponen en la enseñanza. Sin desmérito de lo anterior, estas actividades deben revisarse de manera individual y pueden tipificarse atendiendo al tipo de procedimientos vinculados al quehacer experimental que se ponen en juego (Woolnough y Allsop, 1985). En este sentido pueden distinguirse:



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

- a) Actividades Experimentales tipo Ejercicios. Son actividades diseñadas para desarrollar técnicas y destrezas prácticas. Es decir, están en íntima relación con los PSA.
- b) Actividades Experimentales tipo Experiencias. En estas actividades se busca que los alumnos tomen conciencia de la ocurrencia de determinados fenómenos naturales. Están vinculadas a los PSO y PIR.
- c) Actividades Experimentales tipo Investigaciones. Son actividades en las que los estudiantes tienen la oportunidad de enfrentarse a tareas más o menos abiertas (De Jong, 2006) y ejercitarse en la resolución de problemas. Guardan relación con los procedimientos intelectuales.

Cabe aclarar que existen actividades experimentales que pueden responder a más de un tipo a la vez.

El LE propone el diseño de SEA que, independientemente del enfoque elegido, incluyan actividades experimentales de diversos tipos. Es decir, teniendo en cuenta que las secuencias diseñadas conforme los principios del modelo pueden entenderse como interfaces modulares, cada módulo puede proponer actividades de distinto tipo y propiciar el aprendizaje de algunos procedimientos particulares. Así, a lo largo de la secuencia, la sucesión de ejercicios, experiencias e investigaciones permite el trabajo con los distintos procedimientos definidos como objetivos de aprendizaje. Además, este armado modular de distintos tipos de actividades experimentales facilita ajustar la sucesión para favorecer el aprendizaje progresivo de procedimientos interrelacionados.

En suma, el diseño de la enseñanza en el marco del LE busca maximizar las oportunidades de aprendizaje utilizando distintos tipos de actividades experimentales y secuenciándolas. Esto tiene que considerarse en relación con lo discutido precedentemente. Es decir, cada uno de los tipos de actividades experimentales encuentra la interfaz más adecuada en alguno de los diversos laboratorios desplegados en las SEA. Además, teniendo en cuenta los



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

procedimientos que se desean promover, es posible identificar asociaciones. Así, las experiencias frecuentemente se realizan en laboratorios caseros, los ejercicios encuentran lugar, por ejemplo, en algunos laboratorios remotos y virtuales, y las investigaciones recurren a una variedad de laboratorios incluyendo el trabajo de campo.

Las Representaciones del Laboratorio Extendido

El LE, como ya se mencionó en reiteradas oportunidades, configura un modelo didáctico tendiente al diseño de la enseñanza que incluye el establecimiento de un híbrido experimental para la promoción de aprendizajes de procedimientos. Los elementos componentes de este híbrido pueden entenderse como interfaces de carácter semiótico que actúan de manera sinérgica. En este sentido, es importante reconocer que en el complejo conjunto de representaciones externas que configuran muchas de las interfaces, abundan las representaciones visuales (RV).

Las representaciones externas pueden definirse como constructos culturales que reúnen atributos esenciales de lo representado y que operan como prótesis cognitivas (Pozo, 2017). Dentro del universo de estas representaciones, las RV son el tipo particular donde el significado se codifica en la distribución de marcas en un plano analógico o digital (Martí y Scheuer, 2015). En la educación en ciencias, las RV y otros registros semióticos, como la lengua natural y el álgebra, establecen un sistema que sostiene la comunicación y preforma la práctica experimental.

Las SEA desarrolladas en la lógica del LE deben considerar el grado de alfabetización visual de los estudiantes (Mercer, 2019), su capacidad de realizar actividades cognitivas ligadas a la semiosis (Duval, 2017) y sus posibilidades de procesar las representaciones visuales de las interfaces desplegadas de manera explícita, implícita y conceptual (Postigo y Pozo, 2000, 2004). Esto requiere que el profesorado lleve adelante un proceso de vigilancia



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

representacional sobre los laboratorios (interfaces) en los que se realicen las actividades experimentales propuestas. Esta vigilancia, tendiente a la mejora del diseño instruccional, puede pensarse como un proceso de revisión sistémica de la enseñanza para recolectar evidencia sobre las RV utilizadas desde perspectivas cognitivas, didácticas y epistémicas (Idoyaga et al., 2020).

Más allá de las cuestiones vinculadas al carácter semiótico de las interfaces y las consecuentes decisiones didácticas, es necesario considerar también el nivel de representación en el que se diseña cada actividad experimental en el LE. En bibliografía se encuentra una basta cantidad de trabajos (Ordenes et al., 2014) que sostienen que las distintas actividades, incluidas las experimentales en sentido amplio, recurren a representaciones que corresponden a un nivel específico. Según Jhonstone (1982) los niveles de representación que operan en la educación en ciencias son:

1. **Macroscópico:** hace referencia a las representaciones de fenómenos posibles de experimentar con los sentidos. Es decir, consiste en las representaciones de propiedades empíricas que pueden ser medidas. En principio, este nivel de representación puede pensarse vinculado a los procedimientos sensoriomotores y a las actividades experimentales tipo experiencia o ejercicio. Por ejemplo, en este nivel puede proponerse el trabajo con AES y LR.
2. **Submicroscópico:** refiere a representaciones, fundamentalmente visuales, de modelos para explicar de forma cualitativa fenómenos naturales. Muchos de los diferentes tipos de actividades experimentales propuestas en simuladores o LV funcionan en este nivel y pueden pensarse vinculados a PIR entre otros.
3. **Simbólico:** tiene como objetivo apoyar una explicación cuantitativa de los fenómenos e integra un juego de representaciones en distintos registros semióticos: álgebra, lenguaje químico, simbología física, etc. Estas representaciones son fundamentales para poder sostener actividades



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

experimentales de tipo investigación donde se definan PIC y pueden estar presentes en múltiples interfaces.

Cabe aclarar que otros autores (Postigo y López-Manjón, 2018) consideran otros niveles o proponen otras denominaciones. Sin embargo, los tres niveles mencionados son la base de todas las categorizaciones postuladas.

Los distintos niveles de representación implican desafíos para la enseñanza y para el aprendizaje. El profesorado debe considerar la necesidad de diseñar actividades en cada nivel de representación para promover aprendizajes vinculados a cada uno. Los estudiantes enfrentan múltiples dificultades a la hora de entender, aplicar y trabajar en los diferentes niveles. Gilbert y Treagust (2009) postularon que estas dificultades pueden atribuirse a:

- a) La falta de experiencia en el nivel macroscópico relacionada a la carencia de actividades experimentales adecuadas o la falta de claridad en los objetivos de las mismas.
- b) La incapacidad de visualizar y pormenorizar entidades a nivel submicroscópico.
- c) La falta de entendimiento de las convenciones usadas a nivel simbólico.

Sin desmérito de lo anterior, la mayor problemática (Furió y Domínguez, 2007) radica en la imposibilidad de moverse entre niveles de representación y conectar las representaciones de un nivel con la de otro. Esta tarea de gran demanda cognitiva, que los profesores realizan con facilidad, puede convertirse en un obstáculo para el aprendizaje. Por ende, el diseño de la enseñanza debe considerar cuidadosamente el trabajo en distintos niveles de representación y propiciar la conexión entre los mismos.

El LE propone el diseño de la enseñanza con actividades experimentales que operen en los distintos niveles de representación. Es decir, en la SEA debe considerarse la inclusión de actividades en distintas interfaces (laboratorios) que presenten representaciones de cada



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales
nivel. Esta dimensión de análisis se suma a las ya comentadas sobre los tipos de actividades experimentales y los procedimientos definidos como objetivos de aprendizaje.

La estructura modular del LE facilita el armado de secuencias donde en la sucesión de actividades experimentales propuestas se ponen en práctica procedimientos vinculados a representaciones de los distintos niveles y se promueve la conexión de unas con otras. Es decir, se tiende a la identificación entre niveles. Así, no solo se atiende al trabajo en el plano de lo procedimental estrictamente vinculado a lo experimental, sino que, se tiende a la construcción del significado canónico de las ideas de la disciplina y se logra promover un entendimiento más acabado del carácter representacional de la retórica científica.

El contexto narrativo del Laboratorio Extendido

Uno de los principios críticos del trabajo en el modelo del LE plantea la necesidad de dotar al diseño de las SEA de un contexto narrativo. Es decir, el diseño de la secuencia incluye la creación de una narrativa que termina de configurarla como una interfaz integrada, permitiendo que sea operativa en términos de habitabilidad por parte de estudiantes y profesores. Es decir, la estructura de la secuencia y el contexto narrativo comparten un origen coevolutivo común (Scolari, 2018). En este sentido, es precisamente la narrativa la que brinda puntos de anclaje para resignificar las actividades experimentales alcanzando un entendimiento profundo de las implicaciones sociales, tecnológicas, ambientales y profesionales de los procedimientos aprendidos. Más aún, puede pensarse que ningún estudiante logra significar ninguna actividad si esta no es presentada en un contexto que ofrezca referencias sensibles.

La idea de narrativa, en el contexto específico del LE, no escapa su entendimiento clásico como descripción de acontecimientos, reales o ficticios, con el fin de persuadir o propiciar la imaginación. Sin embargo, debe considerarse también que es la forma primaria por la que se dota de sentido la experiencia humana. Es decir, se trata de un mecanismo que permite



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

explicitar reflexivamente una crónica del yo en la geografía social y temporal de la vida (Polkinghorne, 2015). Siguiendo a Bruner (2003), pueden identificarse una docena de funciones de la narrativa. Algunas interesantes de considerar en la creación del contexto de las secuencias son:

1. La narrativa permite la construcción del relato de una versión de una comunidad cultural. En este sentido, en el marco del LE, favorece incorporar fuertemente las discusiones sobre comunidad científica, validación del conocimiento científico, sistemas científicos-tecnológicos, relaciones entre el campos científico y profesional y actores de la construcción del conocimiento científico.
2. La narrativa posibilita transgredir lo banal para convertirlo en epifánico. En consecuencia, facilita la resignificación de las actividades experimentales de la secuencia y termina de definir la potencia de la misma como una interfaz superadora.
3. La narrativa invita a pensar y promueve mundos posibles y proyectos de vida realizables. Esto, guarda una clara relación con la promoción de vocaciones en ciencia y tecnología.
4. La narrativa es la forma privilegiada del ser humano para construir su identidad. En efecto, en el marco de la educación superior, es el contexto narrativo el que apoya la construcción de identidades profesionales definidas.
5. La narrativa modela la mente del ser humano, pudiendo favorecer el pensamiento crítico, y modela la experiencia del mundo, permitiendo interpelar modelos a partir de la empírea.
6. La narrativa permite aprehender y dar sentido a la realidad. De hecho, se trata de un modo de conocer íntimamente relacionado a la historia evolutiva y cultural de la humanidad y al desarrollo cognitivo de cada persona en nuestra sociedad. Por ende, se presenta como una estrategia potente para incorporar en el trabajo docente en todos los niveles de la educación.



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

7. La narrativa es uno de los modos de conocimiento humano que necesita complementación. En esta línea, se ajusta a los principios generales del modelo del LE como interfaces sinérgicas.

Las formas clásicas de las narrativas son el relato oral y escrito. Sin embargo, en los últimos años han surgido nuevas formas de narrar cuya incorporación a la enseñanza en entornos digitales o en escenarios híbridos muestran resultados prometedores. En consecuencia, el desarrollo de secuencias en el LE tiende a la construcción de un contexto que se configura como una narrativa transmedia (NT) que permita cierto nivel de inmersión.

Las NT son una particular forma narrativa que se expande a través de diferentes sistemas de significación (verbal, icónico, audiovisual, interactivo, etc.) y medios (cine, cómic, videojuegos, teatro, etc.). El concepto, introducido por el investigador estadounidense Henry Jenkins (2003), implica dos rasgos fundamentales. Por un lado, se trata de un relato que se cuenta a través de plataformas diversas. Por otro lado, una parte de los receptores no se limita a consumir el producto cultural, sino que se embarca en la tarea de ampliar el mundo narrativo con nuevas piezas generadas en la interacción. En consecuencia, una NT implica una estrategia para el desarrollo de un mundo narrativo que abarca diferentes medios, lenguajes y actores. De esta manera el relato se expande recurriendo a multiplicidad de recursos, formatos e interacciones que encuentran en lo narrativo un hilo común y que da lugar a una amplia red de personajes y episodios que es más acorde a la complejidad de la cultura de masas contemporánea. Por ejemplo, para construir el contexto narrativo de una SEA en el LE se puede recurrir de manera sinérgica y no, necesariamente, sumativa, a la anécdota, a la prensa, al informe, al video, al gráfico, a la imagen, al postcard, al comic, al caso, etc. Es decir, la narrativa se construye a partir del juego de las diversas entidades de una galaxia semántica que se encuentra en dinámico crecimiento a partir de los aportes de profesores y estudiantes.



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

Las NT propuestas en la lógica del LE tienen cierto nivel de inmersión. Es decir, se espera que el estudiante pueda convertirse en protagonista de la narrativa. En el nivel superior, la construcción de este estudiante protagonista tendrá que ver con el ejercicio profesional, y en otros niveles de la educación, con problemas socio científicos que requieran intervención. Así, en el marco de la NT, a partir de los resultados de las actividades experimentales de la SEA, el estudiante deberá tomar decisiones. Es decir, se espera que los resultados empíricos obtenidos a partir de diversos procedimientos realizados en las distintas interfaces del LE, sean resignificados y puestos al servicio de la construcción de juicios y la toma de decisiones en un contexto verosímil. En consecuencia, se tiende a fomentar el pensamiento crítico y otros aspectos del quehacer profesional.

La construcción de narrativas potentes en educación implica muchas consideraciones técnicas. Por ejemplo, la estructuración del relato, el uso de diversas plataformas, la definición de personajes y escenarios, la construcción del universo narrativo, la definición de la relación de la narrativa con otros elementos de la estrategia de enseñanza, etc. Esto, representa un trabajo complejo que implica un rol diferente al tradicional por parte del profesorado. Pero, más allá de las valiosas discusiones sobre diseño de las NT, a los fines de este ensayo, debe quedar claro que la importancia que el LE asigna a la construcción del contexto narrativo de las SEA tiende a resolver la fuerte crítica sobre la descontextualización del trabajo práctico tradicional de laboratorio (Rua y Alzate, 2012) y favorecer la resignificación de la actividad experimental.

Consideraciones finales y perspectivas

Este ensayo, a lo largo de sus apartados, discute algunos aspectos significativos de un modelo para el diseño de la enseñanza que tiende a recuperar la actividad experimental como elemento medular de la construcción de conocimiento científico en la educación formal mediada por tecnologías digitales. Reconoce la experiencia acumulada por la comunidad



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

educativa durante la Enseñanza Remota de Emergencia como un catalizador de cambios, un reservorio de saberes construidos desde la práctica de la enseñanza y una fuente de antecedentes del modelo del LE. Plantea la adecuación de este modelo a los nuevos escenarios educativos híbridos o digitales de la educación y su potencia como respuesta teórica a las nuevas necesidades y a los cuestionamientos tradicionales a la actividad experimental. Destaca como rasgos esenciales del modelo la sinergia de distintos laboratorios y la centralidad de los procedimientos en la estructuración de SEA que permiten el trabajo riguroso con la complejidad y la incertidumbre del dato empírico en prácticas de alta sofisticación propias del nivel superior.

La idea de interfaz se incorpora al modelo desde la metáfora habitacional. Es decir, se piensa cada laboratorio componente como un espacio de interacción donde están presentes todos los elementos y actores del proceso educativo: quienes aprenden, quienes enseñan, lo que se enseña. Este concepto, permite reconocer los condicionantes de cada laboratorio en los procesos de enseñanza y aprendizaje y su adecuación a objetivos específicos. Además, ofrece una explicación a su accionar sinérgico reconociendo en la secuencia una interfaz modular, integrada y superadora.

Los distintos tipos de actividades experimentales, consideradas en el LE, ocupan las diferentes interfaces y permiten trabajar procedimientos específicos. Así, el modelo propone un juego de reconocimiento entre procedimiento objetivo, tipo de actividad y laboratorio adecuado. La estructura modular de la secuencia permite ordenarlos atendiendo las relaciones de dependencia entre los procedimientos que se aprenden.

El reconocimiento de las características representacionales y las restricciones semióticas de las interfaces desplegadas en el modelo del LE asegura el trabajo en los diferentes niveles de representaciones que operan en la educación en ciencias. Además, inclina al profesorado a la enseñanza explícita de los registros semióticos propios del circuito comunicativo de las



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

ciencias naturales. Es decir, aporta a completar la alfabetización del estudiantado en cada uno de estos registros.

El desarrollo de un contexto narrativo permite terminar de configurar la secuencia como una interfaz habitable. En este sentido, facilita amalgamar y otorga integridad a las actividades distribuidas modularmente. Más aún, hace posible la resignificación de las actividades experimentales por parte de los estudiantes y brinda puntos de anclaje que permiten conectarlas con discusiones sobre el ejercicio profesional y las problemáticas socio científicas.

En suma, entre las múltiples alternativas existentes para recuperar el carácter experimental de la enseñanza de las ciencias naturales en entornos digitales, el LE se presenta como un modelo potente que propone una serie de principios de diseño que pueden, al mismo tiempo, dar origen a un programa de investigación y desarrollo de SEA e inspirar a profesores en ejercicio propiciando la reflexión sobre las prácticas. Sin embargo, múltiples aspectos de este modelo no fueron comentados en este ensayo o se presentan como perspectivas de trabajo.

En primer lugar, queda claro que las secuencias diseñadas en la lógica del LE demandan nuevos roles de estudiantes y profesores. Los estudiantes disponen de mayores grados de libertad en las actividades experimentales respecto a las prácticas tradicionales. La posibilidad que brinda el LE de repetir e, incluso, modificar las prácticas en las diversas interfaces permite a los estudiantes autorregular los aprendizajes. Es más, puede pensarse que de esta forma se atiende la realidad de aulas heterogéneas. Sumado a esto, las características inmersivas de la NT garantizan un estudiante protagonista de las actividades. Los profesores asumen el rol de curador de actividades y de diseñador de experiencias. Esto les permite incluso personalizar la enseñanza atendiendo a las necesidades de múltiples perfiles estudiantiles. Además, esta mirada introduce las ideas de solidaridad y



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

sustentabilidad al LE, ya que las actividades diseñadas para cada módulo pueden compartirse en el colectivo docente y reutilizarse en otras secuencias.

En segundo lugar, el modelo del LE resulta adecuado para estrategias de Investigación Basada en Diseño. Esta investigación, tendiente al diseño instruccional, puede partir de los principios del LE y dar lugar a un modo de trabajo colaborativo (que incluya a docentes e investigadores), pragmático (que recurra a diversas fuentes de datos y enfoques metodológicos), contextual (que reconozca los escenarios reales de actuación como elementos de central importancia) e iterativo (que implica la implementación de las secuencias desarrolladas dando lugar a ciclos de análisis retrospectivo y de mejora).

En tercer lugar, el modelo requiere asumir una estructura de SEA deseable que debe nutrirse de distintos aportes teóricos y líneas de investigación. Es decir, no debe sesgarse a estructuras clásicas, sino reconocer los aportes actuales de los distintos contextos donde se realiza investigación educativa. Definir las características generales de las secuencias deseadas en términos estructurales facilita la transferencia del modelo a escenarios reales y la potencia del programa de desarrollo.

En cuarto y último lugar, es menester trabajar en dos aspectos vinculados a la evaluación. Por un lado, es prioritario definir en conjunto con la secuencia y la narrativa, un sistema de evaluación de los aprendizajes. Este sistema debe ir más allá de la evaluación sumativa y centrarse en la evaluación formativa. Es decir, cuando se propone el rol de un estudiante protagonista es necesario ofrecer mecanismos de evaluación tendientes a la autorregulación y la toma de decisiones. Además, es oportuno diseñar la evaluación diagnóstica para aportar insumos a la toma de decisiones de diseño. Por otro lado, el reconocimiento de la naturaleza semiótica de las interfaces obliga a desplegar un mecanismo de vigilancia representacional con el que el profesorado pueda revisar la naturaleza y la función de las representaciones incluidas en las diversas interfaces y las capacidades del estudiantado para trabajar con estas.



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

El corolario de este ensayo no podía ser otro que una clara invitación a repensar la enseñanza en el modelo del LE. Esta invitación no supone un modelo acabado y dogmático sino un constructo teórico vivo y cambiante que guarda íntimas relaciones con la práctica y con los cambios sociales de los últimos años. Un modelo que recupera la centralidad de la actividad experimental en los nuevos escenarios de una realidad fluida incorporando las dimensiones de la investigación, el desarrollo y la reflexión.

Referencias

Anderson, y Shattuck, J. (2012). *Design-based research: A decade of progress in education research?*. **Educational researcher**. Extraído de: <https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/0013189x11428813>. 41, 1, (16-25). Consultado: 06/06/2020

Area, M. y Adell, J. (2021). *Tecnologías Digitales y Cambio Educativo. Una Aproximación Crítica* **Ibero-American Journal on Quality, Effectiveness & Change in Education/REICE**. Extraído de: https://revistas.uam.es/reice/article/view/reice2021_19_4_005. 19, 4, (83-96). Consultado: 10/04/2022.

Arguedas Matarrita, C., Elizondo Ureña, F. y Villalobos Conejo, M. (2016). *Laboratorios remotos: Herramientas para fomentar el aprendizaje experimental de la Física en educación a distancia*. **Latin-American Journal of Physics Education**. 10, 3, (9-29).

Barberá, O y Valdés, P. (1996). *El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión*. **Enseñanza de las Ciencias**. 14, 3, (365–379).



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

Boud, D.; Dunn, J.; Hegarty-Hazel, E. (1986). **Teaching in laboratories**. Nelson, Reino Unido. Society for Research into Higher Education & NFER.

Bruner, J. S. (2003). **Making stories: Law, literature, life**. Harvard, Estados Unidos. Harvard University Press.

Carrascosa, J.; Gil Pérez, D., Vilches, A. y Valdés Castro, P. (2006). *Papel de la actividad experimental en la educación científica*. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**. 23, 2, (157–181).

De Jong, O. (2006). *Making chemistry meaningful. Conditions for successful context-based teaching*. **Educación Química**. 17,4e, (215-221).

Duval, R., (2017). **Understanding the mathematical way of thinking**. Cham, Alemania. Springer.

Elisondo, R. C. y Chesta, R. (2022). *Innovar en tiempos de pandemia: rupturas necesarias y urgentes*. **Anuario Digital De Investigación Educativa**. Extraído de: <http://revistas.bibdigital.uccor.edu.ar/index.php/adiv/article/view/5285>. 5, (177-187). Consultado: 01/07/2022

Furió, C. y Domínguez, C. (2007) .Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. **Enseñanza de las Ciencias** .25, 2, (241-258).

Gil Pérez, D.; Carrascosa, J.; Furió, C. y Martínez-Torregrosa, J. (1991). **La enseñanza de las ciencias en la educación secundaria**. Barcelona, España. Horsori.

Gilbert, J. y Treagust, D. (2009). **Multiple representations in chemical education, models and modeling in science education**. New York, Estados Unidos. Springer,



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

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**. Extraído de:

<https://www.redalyc.org/journal/920/92064232011/92064232011.pdf>. 18, 1, (101-102). Consultado: 10/04/2022

Hodges, C. Moore, S. Lockee, B. Trust, T. y Bond, A (2020). *The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning*. **EDUCAUSE Review**. Extraído: <https://er.educause.edu> . Consultado: 15/05/2020.

Hodson, D. (1994). *Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio*. **Enseñanza de las ciencias**. 12, 3, (299–313).

Idoyaga, I. J., Moya, C. N., Maeyoshimoto, J. E. y Lorenzo M. G. (2020). *Una propuesta metodológica para el estudio de las representaciones visuales en los materiales didácticos de física*. **Revista de Enseñanza de la Física**. 32, estra, (199-205)

Jenkins, H. (2003, January 15). Transmedia storytelling. **MIT Technology Review**. Extraído de: <http://www.technologyreview.com/biotech/13052>. Consultado: 08/07/2022.

Johnstone, A. (1982). *Macro-and micro-chemistry*. **School Science Review**. 64 (377-379).

Lorenzo, M. (2020). *Revisando los trabajos prácticos experimentales en la enseñanza universitaria*. **Aula Universitaria**. 21, e0004.

Martí, E., y Scheuer, N., (2015). *Sistemas semióticos, cultura y conocimiento matemático temprano*. **Estudios de Psicología**. 36, 1, (9-16).

Mercer, N., (2019). **Language and the Joint Creation of Knowledge**. Londres, Reino Unido. Routledge.



- Idoyaga, Ignacio J.
- El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales*
- Ordenes, R., Arellano, M., Jara, R., & Merino, C. (2014). *Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia*. **Educación química**. 25, 1, (46-55).
- Petrosky, H. (1994). **The evolution of useful things**. Nueva York, Estados Unidos. Vintage Books.
- Polkinghorne, D. (2015). *Possibilities for action: Narrative understanding*. **Narrative Works**. 5, 1, (153-173).
- Postigo, Y. y López-Manjón, A., (2018). *Conceptions of Biological Images as Representational Devices. Images in biology: are instructional criteria used in textbook image design?* **International Journal of Science Education**. 41, 2, (210-229).
- Postigo, Y., y Pozo, J. I., (2000). *Cuando una gráfica vale más que 1000 datos: la interpretación de gráficas por alumnos adolescentes*. **Infancia y Aprendizaje**. 90, (89-100).
- Postigo, Y., y Pozo, J. I., (2004). *La representación mental de los mapas geográficos: niveles de procesamiento*. **Cognitiva**, 16, 1, (13-41).
- Pozo, J. I., (2017). *Aprender más allá del cuerpo: de las representaciones encarnadas a la explicitación mediada por representaciones externas*. **Infancia y Aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development**. 40, 2, (219-276).
- Qualter, A.; Strang, J.; Swatton, P. y Taylor, R. (1990). **Exploration. A way of learning science**. Oxford, Reino Unido. Blackwell.
- Rua, A. y Alzate, O. (2012). *Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales*. **Revista Latinoamericana de Estudios Educativos**. 8, 1, (145-166).

Revista REDIUNP

Revista Electrónica de Divulgación de Metodologías Emergentes
en el Desarrollo de las STEM

Aprobada en Consejo Directivo de la Facultad RCDFI-419-2018

ISSN: ISSN 2683-8648

Vol. 4 N° 1 (2022)



Idoyaga, Ignacio J.

El Laboratorio Extendido: rediseño de la actividad experimental para la enseñanza de las ciencias naturales

Sanmartí, N., Márquez, C., y García, P. (2002). *Los trabajos prácticos, punto de partida para aprender ciencias. Aula de innovación educativa.* 113, (8-13).

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

Woolnough, B. E. y Allsop, T. (1985). **Practical work in science.** Cambridge, Reino Unido. Cambridge University Press.

Zorrilla, E. G., Morales, L., Mazzitelli, C. A., y del Carmen Olivera, A. (2019). *Análisis de trabajos prácticos de laboratorio elaborados por futuros docentes de ciencias naturales. Góndola, enseñanza y aprendizaje de las ciencias.* 14, 2, (286-302).