

MODULAR
ASINCRÓNICO
AUTOASISTIDO

Introducción al uso de Laboratorios Remotos en educación

Curso MOOC

Ignacio Idoyaga

Carlos Arguedas-Matarrita



.UBA **farmacia y bioquímica**
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



CIAEC



Idoyaga, Ignacio Julio
Introducción al uso de Laboratorios Remotos en educación / Ignacio Julio Idoyaga ; Carlos Arguedas-Matarrita ; ilustrado por Gabriel Leonardo Medina ; prólogo de Jorge Esteban Maeyoshimoto. - 1a ed. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : APFA - Asociación de Profesores de Física de la Argentina, 2022.

Libro digital, PDF
Archivo Digital: descarga
ISBN 978-987-20512-8-0

1. Educación Científica. 2. Ciencias Naturales. 3. Educación a Distancia.
I. Arguedas-Matarrita, Carlos. II. Medina, Gabriel Leonardo, ilus. III. Maeyoshimoto, Jorge Esteban, prolog. IV. Título.
CDD 371.3028

Fecha de catalogación: 03/02/2022

Equipo Editorial

Director Editorial: Jorge Esteban Maeyoshimoto

Diseño o ilustración de cubierta de: Gabriel Leonardo Medina

Asistente de Producción: Josué Dionofrio

Ilustrado por: Gabriel Leonardo Medina

2022© Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de esta publicación pueden reproducirse, en ninguna forma, ni por ningún medio, sin previa autorización escrita del editor.

Editorial APFA

Junín 956, CABA

Tel. (011) 5287-4840

Impreso en Argentina

Hecho el depósito que establece la ley 11.723



Introducción al uso de
Laboratorios Remotos en Educación
MOOC



.UBA **farmacia y bioquímica**
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



CIAEG



Índice

Editorial	4
MÓDULOS	
El laboratorio extendido: nuevas perspectivas para la educación científica en entornos digitales	5
Laboratorios Remotos Educativos	10
El laboratorio extendido: Recomendaciones para el diseño	14
Bibliografía	20
Los Autores	21



Editorial

El sello editorial de la Asociación de Profesores de Física de la Argentina (APFA) nace de la necesidad de instrumentar los objetivos estatutarios de la Asociación, promoviendo el estudio y la investigación en la enseñanza de la física, la comunicación y el intercambio de las personas y las instituciones dedicadas a la educación en Física, procurando el acercamiento entre los físicos, la investigación y los docentes de la especialidad, difundiendo las novedades metodológicas y procurando que la educación en Física sea cada vez más significativa en todos los niveles educativos. Es por esto por lo que desde el Comité Ejecutivo Nacional nos abocamos en la realización de dicho sello. Todos los comienzos exhiben obstáculos y caminos sinuosos, pero el trabajo en equipo permitió sortearlos y lograr la presentación del primer libro de la Editorial de la Asociación de Profesores de Física de la Argentina.

El Dr. Ignacio J. Idoyaga y el Dr. Carlos Arguedas-Matarrita nos introducen en el uso de los Laboratorios Remotos en Educación. Al inicio del año 2020, la pandemia del COVID-19 motivó a diversos países a implementar una Enseñanza Remota de Emergencia como consecuencia de las restricciones sanitarias establecidas. La enseñanza de las Ciencias Naturales y de la Salud se ha visto interpelada durante la Enseñanza Remota de Emergencia donde las actividades experimentales cobran importancia en la construcción de conocimiento. Los autores nos presentan el modelo del Laboratorio Extendido como el uso didáctico y sistémico de dispositivos y estrategias para llevar adelante las actividades experimentales en entornos educativos con tecnología. En este modelo, los Laboratorios Remotos cumplen un rol central en la propuesta de enseñanza de las actividades experimentales para promover el aprendizaje de procedimientos sensorio-motores e intelectuales valorados en el ejercicio profesional y la formación científica de la ciudadanía. Los Dr. Idoyaga y Arguedas-Matarrita nos invitan a reflexionar y diseñar estrategias y propuestas para el uso de Laboratorios Remotos en Educación en entornos digitales.

En este cuadernillo converge el esfuerzo y el trabajo en equipo de los autores, el equipo editor y la Asociación. Es muy importante para la Editorial de la APFA facilitar la publicación y circulación de estos volúmenes pues el acceso al conocimiento genera un impacto directo e inmediato en la labor docente y, a su vez, refuerza el compromiso que los mismos tienen en su producción.

Jorge Esteban Maeyoshimoto

Director Editorial

Editorial APFA



Módulo 1

El laboratorio extendido: nuevas perspectivas para la educación científica en entornos digitales



Introducción al uso de
Laboratorios Remotos en Educación
MOOC



.UBA *farmacia y bioquímica*
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



CIAEG



Introducción

La situación de emergencia sanitaria ocasionada por la irrupción de la pandemia de COVID-19 y las consecuentes medidas de distanciamiento social, adoptadas por la mayoría de los gobiernos, transformaron sustancialmente las prácticas de enseñanza en los contextos formales de enseñanza. Así, las instituciones educativas se vieron obligadas a desplegar dispositivos de Enseñanza Remota de Emergencia (ERE) para garantizar la continuidad educativa (García-Peñalvo et al, 2020). La ERE consiste en una propuesta educativa alternativa y limitada en el tiempo que surge en un contexto de crisis con el objetivo de garantizar la continuidad pedagógica (Hodges et al, 2020). En Argentina, el abanico de estrategias instrumentadas incluyó desde el aislamiento hasta el distanciamiento social con protocolos estrictos. Todas estas medidas implicaron que las instituciones educativas desplieguen dispositivos de enseñanza remota de emergencia para garantizar la continuidad pedagógica.

La enseñanza de las ciencias naturales y de la salud, sobre todo de nivel superior, se vio especialmente interpelada en la ERE. Estas áreas encuentran en la actividad experimental uno de sus modos privilegiados de conocer. Es decir, se entiende por AE al conjunto de acciones planificadas didácticamente por los docentes con el objetivo de generar condiciones que favorezcan el aprendizaje de conceptos, procedimientos y actitudes (Reverdito y Lorenzo, 2007). Los trabajos prácticos en el laboratorio son especialmente valorados y se los reconoce como estrategia de elección para la enseñanza de cuestiones íntimamente relacionadas a la manera de construir conocimiento científico y al ejercicio profesional. Sin embargo, en el acelerado proceso de virtualización de la educación, estas actividades fueron difíciles de sostener.

En efecto, las instituciones de educación superior 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 a distancia. Metafóricamente, se logró extender el aula, pero el desafío que resta es extender el laboratorio.

Las actividades experimentales

Estas actividades promueven el aprendizaje de procedimientos fundamentales para el ejercicio profesional vinculado a titulaciones en ciencia y tecnología. Estos pueden agruparse en procedimientos intelectuales y procedimientos sensorio motores. Entre los primeros se puede distinguir aquellos que permiten a los estudiantes reconocer un determinado objeto o suceso, procedimientos intelectuales de reconocimiento (por ejemplo, la asociación de una práctica a un modelo o la identificación de variables), y aquellos 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, procedimientos intelectuales de control (por ejemplo, el diseño experimental). Los segundos, incluyen aquellos que involucran las acciones relacionadas a la motricidad fina con el objetivo de modificar el



sistema, procedimientos sensorio motores de acción (por ejemplo, la manipulación de instrumental), y aquellos que implican la especialización de los sentidos que permiten significar hechos como datos de una observación, procedimientos sensorio motores de observación (por ejemplo, reconocer el punto de una titulación, la aparición de un precipitado en una solución o registrar la temperatura en un termómetro).

Nada de esto puede aprenderse mirando un video, leyendo un texto o asistiendo a un encuentro sincrónico.

El Laboratorio Extendido

La necesidad de investigar la enseñanza remota de emergencia y de articular acciones tendientes a recuperar la actividad experimental como elemento medular de la educación de nivel superior en ciencia y tecnología, llevó al Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC) a plantear el Modelo de Laboratorio extendido (MLE o, simplemente, LE). El LE puede entenderse como el uso didáctico 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 de procedimientos, actitudes y conceptos. En este sentido y de forma no excluyente, el LE incluye: Actividades Experimentales Simples (AES) o Laboratorios Caseros, Simulaciones (S), uso de teléfonos inteligentes o Laboratorios Móviles (LM), Laboratorios Virtuales (LV) y Laboratorios Remotos. 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 ni equipamiento, sus costos son muy bajos y pueden considerarse potencialmente ubicuos. No debe pensarse que por ser simples son poco relevantes o tienen bajo impacto. Estas actividades promueven los aprendizajes de todos los procedimientos, incluidos los sensorios motores de acción.

Las simulaciones 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 las que son resultado de programación y pueden integrarse a los entornos digitales cobran particular interés. Las simulaciones pueden agruparse para potenciarlas dando lugar a LV. Estos pueden incluso incluir representaciones de la incertidumbre empírica, pero no dejan de ser programas y siempre debe vigilarse la identidad de la programación con los límites del modelo teórico. Estas



alternativas permiten trabajar sin problemas los procedimientos intelectuales de las actividades experimentales e, incluso, podrían promover algunos procedimientos sensorio motores vinculados al uso y lectura de cierto instrumental.

Los LR son un conjunto de tecnologías hardware y software que permite a profesores y estudiantes llevar a cabo una actividad experimental de manera relativamente similar a si estuvieran en el laboratorio tradicional. Se trata de actividades experimentales reales que permiten el tratamiento de datos empíricos con la incertidumbre asociada al proceso de medición. La diferencia radica en que la manipulación del equipamiento se realiza a distancia, pudiendo acceder desde cualquier parte del mundo en cualquier momento. El correcto uso de este tipo de dispositivos promueve el aprendizaje de procedimientos intelectuales y sensorio motores de observación. Ejemplos de LR son desarrollados por la Universidad Estatal de Educación a Distancia de Costa Rica, que, como parte de la alianza con el CIAEC, se está usando en la Universidad de Buenos Aires.

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 el 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 gráficas), permiten aumentar la realidad para manipular objetos virtuales y pueden ser soporte de simulaciones y LV. En consecuencia, según el tipo de uso promoverán el aprendizaje de diversos tipos de procedimientos.

En suma, los distintos elementos que integran la propuesta del LE se diferencian en los procedimientos que se ponen en juego, en su pertenencia a la realidad y en el nivel de complejidad.

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 porque ocupan el origen de coordenadas. Sin embargo, más allá 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 de la práctica experimental logrando una sinergia que permita la aprehensión por parte de los estudiantes de los procedimientos intelectuales y sensorio motores. Cabe aclarar que la categoría “simple” no refiere a lo cognitivo, sino a la facilidad en la implementación de las AE.



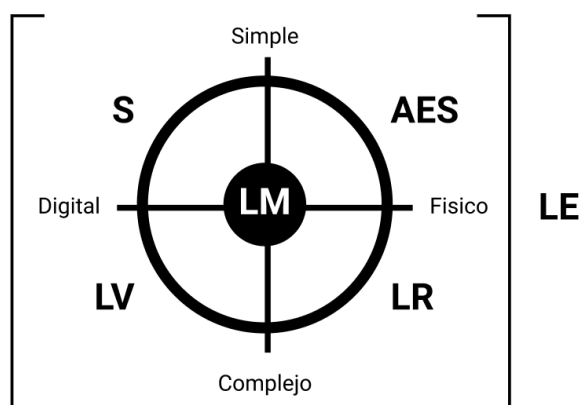


Figura 1: Modelo del Laboratorio Extendido (LE) de Idoyaga. AES: Actividades Experimentales Simples, LE: Laboratorios Remotos, LV: Laboratorios Virtuales, S: Simulaciones, LM: Laboratorios Móviles.

Por último, importante resaltar que, considerando todas las aproximaciones existentes que buscan recuperar el carácter experimental de la enseñanza de las ciencias, el uso del LE como híbrido experimental es una clara alternativa que permite el trabajo riguroso con la complejidad e incertidumbre del dato empírico y la toma de decisiones, que promueven los aprendizajes de los procedimientos propios del quehacer profesional.



Módulo 2

Laboratorios Remotos Educativos



Introducción al uso de
Laboratorios Remotos en Educación
MOOC



.UBA *farmacia y bioquímica*
FACULTAD DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA



CIAEG



Introducción

Las plataformas de aprendizaje y los canales educativos como YouTube se han convertido en recursos idóneos para mediar el proceso de enseñanza y aprendizaje en esta denominada “nueva normalidad”. Sin embargo, en lo que respecta a las ciencias experimentales el reto es aún mayor, ya que se requiere del trabajo experimental y, durante la pandemia de COVID-19 fue imposible poder asistir a los recintos de laboratorio. Ante esta situación, ahora más que nunca los laboratorios que se pueden acceder a través de Internet son una opción para ofrecer el componente experimental en asignaturas con carácter experimental.

Laboratorios Remotos

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

Las particularidades de los LR se detallan a continuación:

- Permiten trabajar con equipos reales.
- Incrementan el acceso a herramientas científicas, permitiendo a los estudiantes de todas las partes del mundo usarlas tanto a través de redes inalámbricas como celulares (móviles).
- Permiten una mayor utilización de los equipos de laboratorio, al estar disponibles 24h, los 365 días del año.
- Fomentan el trabajo autónomo, que es fundamental en el modelo actual de educación superior
- Permiten al profesor seguir los progresos de los estudiantes.
- Proporcionan experiencias que los laboratorios tradicionales no pueden ofrecer, como el acceso a una gama mucho más amplia de equipos que son demasiado caros, peligrosos o logísticamente problemáticos.

El uso de LR con carácter educativo se remonta a 1996; en la Universidad de Oregón, se desarrolla en ese año un laboratorio remoto de robótica para la enseñanza de la ingeniería (ATKAN, 1996) y en la Universidad de Tennessee, se lanza un plan piloto con seis experiencias remotas (HENRY, 1996). En 1997 se establece en Brasil el proyecto RExLab, dirigido a la enseñanza de la física tanto en el nivel medio como superior, siendo el proyecto pionero de experimentación remota de América del sur; en 1998 se crea un LR de óptica en



la Universidad de Stanford (HESSELINK et al., 2000), y le siguen el desarrollo de una plataforma de acceso remoto para un laboratorio de mecánica en la Universidad de Brooklyn, y un LR de microelectrónica en el Instituto Tecnológico de Massachusetts.

En la actualidad, sólo de enseñanza de temas de física, se registran más de una decena de LR que ofrecen cerca de una centena de experimentos. El desarrollo de experiencias de acceso remoto hace posible que los estudiantes realicen prácticas de laboratorio a distancia, lo que los convierte en recursos idóneos para las instituciones de EaD, como es el caso de la UNED de Costa Rica. Al respecto, investigadores de la Universidad de Singapur anticipaban, hace ya veinte años, que esta forma de realizar experimentos sería un paso importante en la EaD.

Arquitectura de un LR

Un LR permite trabajar sobre equipos reales por lo cual se requieren componentes de hardware y software que hagan posible la manipulación de dichos equipos. Para ello se diseña una arquitectura que haga posible este proceso, la arquitectura de un LR “es el “plan” con el que se conectan los dispositivos de hardware, software y los protocolos”.

A continuación, se describe brevemente la arquitectura general de un LR:

- **Estudiante o usuario:** accede por medio de una computadora o dispositivo móvil con conexión a Internet, si así lo permite el LR.
- **Servidor web:** encargado de mostrar el audio/video del laboratorio, las acciones que puede realizar sobre el laboratorio y los resultados de esas acciones.
- **Servidor de base de datos:** contiene la información del laboratorio (experimentos, datos de los alumnos, etc).
- **Laboratorio:** equipo que se controla o manipula a distancia.
- **Cámara web:** muestra lo que está ocurriendo en el laboratorio.

En la **Figura 2** se muestra el esquema general de la arquitectura de un LR.



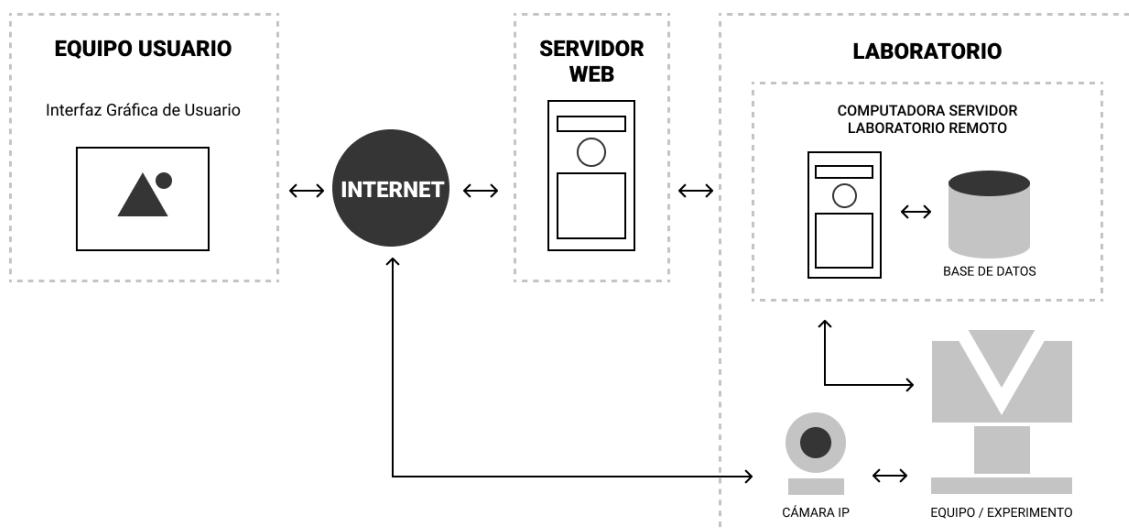


Figura 2 – Arquitectura general de un LR (Velazques, Ramos, Amaya, 2016).

Hay proyectos de LR que poseen arquitecturas más sencillas y en algunos casos no se cuenta con cámara web, sobre todo en las experiencias de circuitos eléctricos y electrónicos. Existen otras arquitecturas más complejas que brindan recursos valiosos a usuarios, docentes e investigadores. Por ejemplo, aquellas que permiten gestionar sus propias experiencias, además de otros LR. A los proyectos que presentan estas arquitecturas se les denomina RLMS (Remote Laboratory Management System).

Los LR pueden clasificarse en dos tipos: Laboratorios en Tiempo Real (LTR), donde la manipulación ocurre en forma sincrónica, y los Laboratorios Diferidos (LD), que están basados en un conjunto de experiencias reales pre-grabadas. El uso de LD se presenta como una oportunidad en la enseñanza de la química, ya que permite que un proceso irreversible pueda visualizarse infinidad de veces. Por otro parte, posee la ventaja de reducir el consumo de reactivos, evitar retrasos por averías en aparatos y disminuir los tiempos de espera por la dependencia de la cantidad de equipos.

En la educación superior, las secuencias didácticas con LR brindan la oportunidad de aumentar la autonomía de los estudiantes en el trabajo experimental, ya que no están limitados por cuestiones de acceso y disponibilidad, permitiéndoles repetir y modificar las actividades experimentales para autorregular su aprendizaje. En este sentido, tienden a fortalecer la creatividad e iniciativa.



Módulo 3

El laboratorio extendido: Recomendaciones para el diseño



Introducción

La enseñanza de las ciencias naturales impone desafíos particulares para el diseño de propuestas en entornos digitales. En la educación a distancia, en la ERE y en escenarios educativos híbridos debe considerarse especialmente la inclusión de actividades experimentales como promotoras de aprendizajes de procedimientos intelectuales y sensoriomotores vinculados al quehacer experimental, especialmente valorados en el ejercicio profesional y en la formación científica para la ciudadanía. Además, permiten la aprehensión de modos de conocer propios de las disciplinas naturales y la construcción de ideas sobre la ciencia.

Las actividades experimentales son aquellas planificadas didácticamente para 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 empírico y su inherente incertidumbre puedan analizar los resultados y proceder a la consiguiente identificación de los mismos con un modelo disciplinar.

En educación superior puede reconocerse una reducción conceptual de las actividades experimentales al trabajo práctico de laboratorio. Este pensamiento puede plantear la duda sobre la posibilidad de realizar alguna actividad de tipo experimental en la educación remotamente. No obstante, las respuestas ensayadas en distintos ámbitos llevaron al desarrollo teórico del modelo del Laboratorio Extendido (LE) en el Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica.

El modelo del LE puede entenderse como el uso didáctico y sistémico de dispositivos y estrategias para llevar adelante actividades experimentales en entornos educativos digitales. Se trata del establecimiento de un híbrido experimental integrado por distintos dispositivos y estrategias que actúan de manera sinérgica para maximizar las probabilidades de aprendizaje de procedimientos y actitudes vinculadas al trabajo experimental. Dentro de las estrategias podemos mencionar: Actividades Experimentales Simples (AES), Simulaciones, uso de teléfonos inteligentes o Laboratorios Móviles (LM), Laboratorios Virtuales(LV) y Laboratorios Remotos (LR).

Los LR son un conjunto de tecnología software y hardware que permiten a profesores y estudiantes realizar actividades experimentales reales remotamente, manejando el instrumental a distancia en cualquier momento y desde cualquier lugar. Estas actividades cuentan con la sofisticación propia del nivel superior y permiten el trabajo con la complejidad e incertidumbre del dato empírico. Los LR son dispositivos que facilitan la promoción de aprendizaje de procedimientos intelectuales de reconocimiento y de control y de procedimientos sensoriomotores de acción y de observación. En consecuencia pueden considerarse elementos centrales en las propuestas diagramadas en la lógica del LE en los campos universitarios en las que se encuentren suficientemente desarrollados.



Este texto enumera una serie de aspectos a tener en cuenta en el diseño de propuestas de enseñanza que consideren el LE. Se trata de una aproximación pragmática que no aborda la totalidad de aspectos posibles y que solo pretende facilitar el diseño de proto-secuencias que luego den origen a Secuencias de Enseñanza y Aprendizaje ricas y complejas.

Procedimientos objetivos de aprendizaje

Las actividades experimentales que formen parte del trabajo en el LE pueden promover el aprendizaje de distintos tipos de procedimientos vinculados al quehacer experimental. Dependiendo del tipo de procedimiento que se defina como objetivo de aprendizaje se pueden incluir distintos elementos en la propuesta de LE.

Los procedimientos que se pueden aprender durante la actividad experimental pueden clasificarse en procedimientos intelectuales y procedimientos sensorio-motores. Los procedimientos intelectuales incluyen aquellos orientados al reconocimiento de los objetos o fenómenos (por ejemplo, la asociación de una práctica a un modelo o la identificación de variables dependiente, independiente y de control) y aquellos necesarios para el control, vinculados con la supervisión de una acción y la consecuente toma de decisiones (por ejemplo, la definición de valores de corte). Por otra parte, los procedimientos sensorio-motores incluyen aquellos vinculados a una acción concreta y específica relacionada a la motricidad fina y tendiente a modificar el sistema (por ejemplo, la manipulación de instrumental); y aquellos que implican observar especializando los sentidos y que permiten dar significado a ciertos hechos para ser considerados como datos.

La definición de los procedimientos objetivos en nuestra propuesta permitirá definir, en parte, los elementos que debemos incluir en el LE. Así, por ejemplo, un LR puede brindar la posibilidad de trabajar procedimientos sensoriomotores de observación e intelectuales de control. Del mismo modo, una simulación podría ser útil para trabajar procedimientos intelectuales de reconocimiento y las AES podrían usarse para promover aprendizajes de procedimientos sensoriomotores de acción.

Tipo de Actividades Experimentales

Las actividades experimentales no son todas iguales. Se las puede diferenciar según lo que se quiera hacer con ellas. Así, una forma (aunque no la única) de clasificar las Actividades Experimentales puede ser: como ejercicios, como experiencias o como investigaciones. Los ejercicios están diseñados fundamentalmente para el desarrollo de destrezas motoras o capacidades de observación, es decir vinculados a los procedimientos sensoriomotores. Las experiencias se disponen de modo que el estudiante pueda tomar noción de un fenómeno



natural. Las investigaciones implican distintos procedimientos intelectuales de reconocimiento y de control.

Cabe mencionar que más allá de esta discriminación existen actividades experimentales mixtas que incluyen aspectos considerados en los tipos anteriores.

En el planteo de una propuesta de LE deben revisarse el tipo de actividades experimentales que forman parte de la secuencia de trabajo y que se desarrollan a partir del híbrido experimental propuesto. Esto debe ajustarse a los objetivos de aprendizaje planteados.

Contexto narrativo

Las propuestas de trabajo en el LE deben ser profundamente contextuales. Es decir, superan la crítica que se le hace a la actividad experimental tradicional considerando especialmente el contexto como fuente de significación. Así, por ejemplo, la inclusión del contexto del ejercicio profesional en la enseñanza universitaria puede proporcionar oportunidades para el desarrollo de actitudes e incluso valores propios de la comunidad.

El tratamiento del contexto en la lógica del LE puede llevarse adelante a través de una narrativa transmedia. En este sentido, recuperar la narrativa como modo de conocer privilegiado en nuestra cultura ofrece ventajas que se maximizan si se recurre a una gramática transmedia.

Niveles de representación

El LE permite trabajar los distintos niveles de representación que operan en las disciplinas naturales. En el nivel macroscópico se utilizan representaciones fenomenológicas de las propiedades empíricas. En el nivel submicroscópico se trabaja a partir de representaciones modélicas diseñadas para apoyar la comprensión cualitativa. En el nivel simbólico se despliegan símbolos propios para representar relaciones de corte cuantitativo. El LE debe considerar estrategias para el abordaje de cada uno de los niveles y particularmente para que los estudiantes logren la movilidad entre los tres.

Grados de libertad

Las propuestas de LE deben ser flexibles y brindar al estudiante la posibilidad de repetir las actividades experimentales incorporando modificaciones. Cuando el estudiantado es adolescente, el incremento en los grados de libertad de la propuesta la torna más



motivadora. Además, si se busca fomentar la creatividad y el espíritu crítico aumentar la libertad es una decisión coherente. Más aún, esto permite incorporar luego instancias de justificación y argumentación de los cambios generados.

Elementos componentes

Llamamos elementos componentes a cada recurso, estrategia o pieza dentro del entramado construido en nuestro LE. Los múltiples elementos que pueden integrar una propuesta de LE deben ser elegidos teniendo en cuenta todo lo anterior. Deben permitir la realización de actividades experimentales que respondan a los objetivos de aprendizaje y al nivel educativo del que se trate. Algunos elementos podrían parecer recurrentes ya que en principio fomentarían los mismos aprendizajes. Sin embargo, cada elemento tiene un modo particular de presentar la actividad experimental e interfaces que imponen restricciones que le son propias. Por tanto, cada uno permite apreciar un aspecto particular de la actividad experimental.

En los últimos años la variedad de elementos componentes está en aumento. Las tecnologías emergentes como la realidad aumentada, la realidad inmersiva y la holografía se comienzan a ensayar en el trabajo del LE.

Roles de estudiantes y profesores

En la lógica del trabajo del LE se espera un estudiante protagonista con altos grados de libertad para repetir y modificar las actividades que se proponen. El docente, en consonancia, debería asumir un rol de tutor o de asesor. Pero no solo eso. Tiene lugar en este tipo de propuestas el ideal de curaduría de contenidos. El modo de trabajo en el LE solidario y sustentable implica que el profesor no es autor de todas las actividades que se proponen. Actúa como un curador de actividades experimentales. Las selecciona, las secuencía y las dota de contexto. Además, propone las estrategias de seguimiento y puede, también, sugerir recorridos personalizados para distintos estudiantes.

Evaluación

El LE debe ofrecer múltiples instancias de evaluación, pero no solo de tipo sumativa. La evaluación formativa debe estar presente a lo largo de toda secuencia de trabajo en el LE. Por un lado, esto permite a los estudiantes, más autónomos en estas propuestas, autorregular sus aprendizajes. Por otro lado, teniendo en cuenta las características experimentales del diseño, permite a los docentes contar con más evidencia empírica sobre



el proceso educativo y reducir la incertidumbre a la hora de tomar decisiones respecto a su enseñanza.



Bibliografía

- Arguedas, C. y Concari, S.B. (2015). *Hacia un estado del arte de los laboratorios remotos en la enseñanza de la física*. Revista Enseñanza de la Física, 27(Extra), 133-139.
- Arguedas-Matarrita, C., & Concari, S. B. (2018). *Características deseables en un Laboratorio Remoto para la enseñanza de la física: indagando a los especialistas*. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 35(3), 702- 720. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n3p70>
- García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V. y Grande, M. (2020). La evaluación online en la educación superior en tiempos de la covid-19. *Education in the Knowledge Society*, 21(12), 1-26. <http://dx.doi.org/10.14201/eks.23086>
- Hodges, C. Moore, S. Lockee, B. Trust, T. y Bond, A (2020). *The Difference Between Emergency Remote Teaching and Online Learning*. Recuperado (mayo 15, 2020) de: <https://er.educause.edu>
- Idoyaga, I. J (2020). El Laboratorio Extendido: una oportunidad para la educación científica en entornos digitales. Recuperado (2020) de: <http://enfoco.ffyb.uba.ar/content/el-laboratorio-extendido-una-oportunidad-para-la-educación-científica-en-entornos-digitales>
- Idoyaga, I., y Maeyoshimoto, J., (2018). *Las actividades experimentales simples: una alternativa para la enseñanza de la física*.
- Reverdito, A. y Lorenzo, M.G. (2007). *Actividades experimentales simples. Un punto de partida posible para la enseñanza de la química*. Educación en la Química, 13(2), 108–121
- Idoyaga, I. J., Vargas-Badilla, L., Moya, C. N., Montero-Miranda, E., y Garro-Mora, A. L. (2020). El Laboratorio Remoto: una alternativa para extender la actividad experimental. *Campo Universitario*, 1(2), 4-26. Recuperado a partir de [//campouniversitario.aduba.org.ar/ojs/index.php/cu/article/view/17](http://campouniversitario.aduba.org.ar/ojs/index.php/cu/article/view/17)



Los Autores

Ignacio Julio Idoyaga

Es bioquímico, docente autorizado y doctor de la Universidad de Buenos Aires. Profesor de la cátedra de Física, investigador y director adjunto del Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires. Es investigador y miembro del consejo académico del Instituto de Investigación en Educación Superior de la Universidad de Buenos Aires. Es profesor en distintos programas de posgrado y director de proyectos de investigación acreditados.

Carlos Arguedas-Matarrita

Es licenciado en enseñanza de las ciencias, profesor de física, máster en tecnología educativa y Doctor en Ciencias Experimentales por la Universidad Nacional del Litoral (Argentina). Es profesor, investigador y coordinador del Laboratorio de Experimentación Remota de la Universidad Estatal a Distancia de Costa Rica. Además, es coordinador del Énfasis en Tecnologías Electrónicas Aplicadas del Doctorado en Ciencias Naturales para el Desarrollo.

